

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
Ústav automatizace a měřicí techniky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

KARTA I/O ROZHRANÍ ŘÍZENÁ PŘES SMS

Brno 2005

Jan Dospěl

Prohlašuji, že jsem předloženou bakalářskou práci zpracoval sám s konzultační pomocí vedoucího projektu a uvedených konzultantů. Použité literární prameny jsou uvedeny v literárních odkazech.

V Brně dne :

Podpis:

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Petru Fiedlerovi za jeho odborné vedení. Dále bych chtěl poděkovat své rodině za podporu během mého studia.

Brno University of Technology
Faculty of Electrical Engineering and Communication
Department of Control, Measurement and Instrumentation

I/O board remote controlled by SMS

Thesis

Specialization of study: Automation and Measurements
Student: Jan Dospěl
Supervisor: Ing. Petr Fiedler

Abstract:

The thesis deals with design and construction input/output board remote controlled by SMS.

First part is basic introduction to wireless data transmission. It can be use GSM network (SMS, GPRS), Bluetooth, ZigBee, EDGE and WLAN. There is also description of using cellular phone for remote control and communication with cellular by AT commands. There is information about SMS and usage PDU format for their transmission. In the second part there is description of design and construction SMS I/O cards hardware. There is all necessary information for physical construction printed circuit board. Third part is about control and configuration software. Control software is programmed by language C. Due to usage C language is code portable across a wide number of platforms. There is a description of the card control commands. In the least chapter there is a comparison of controlling by SMS and GPRS including prize comparing.

OBSAH

1. ÚVOD.....	9
2. POUŽITÍ MT PRO DÁLKOVÉ OVLÁDÁNÍ.....	10
2.1 Možnosti použití MT pro dálkové ovládání.....	10
2.2 Komunikace s MT.....	12
2.2.1 <i>Fyzický popis komunikace</i>	<i>12</i>
2.2.2 <i>Komunikace s MT pomocí AT příkazů.....</i>	<i>13</i>
2.3 Popis SMS a PDU formátu	14
3. REALIZACE A POPIS HW KARTY.....	18
3.1 Základní vlastnosti HW SMS I/O karty.....	18
3.2 Popis konstrukce a zapojení.....	19
3.2.1 <i>Konstrukce vstupního obvodu</i>	<i>19</i>
3.2.2 <i>Konstrukce výstupního obvodu</i>	<i>20</i>
3.2.3 <i>Realizace části pro sériovou komunikaci.....</i>	<i>21</i>
3.2.4 <i>Napájecí zdroj.....</i>	<i>22</i>
3.2.5 <i>Mikrokontrolér a podpůrné obvody.....</i>	<i>23</i>
3.2.6 <i>Popis zapojení konektorů a kabelu</i>	<i>24</i>
3.3 Popis konstrukce DPS.....	25
3.3.1 <i>Popis DPS.....</i>	<i>25</i>
3.3.2 <i>Osazení a oživení karty.....</i>	<i>26</i>
4. SOFTWARE VYBAVENÍ KARTY.....	28
4.1 Řídicí software karty.....	28
4.1.1 <i>Základní popis.....</i>	<i>28</i>
4.1.2 <i>Podrobné informace o řídicím software karty.....</i>	<i>28</i>
4.1.3 <i>Přenositelnost řídicího SW mezi platformami</i>	<i>32</i>
4.2 Konfigurační software karty	33
4.2.1 <i>Základní popis a použití.....</i>	<i>33</i>
4.2.2 <i>Podrobný popis konfiguračního software.....</i>	<i>35</i>
4.2.3 <i>Instalace konfiguračního software a jeho požadavky.....</i>	<i>37</i>
5. OVLÁDÁNÍ KARTY	38

6. SROVNÁNÍ GPRS A SMS	40
6.1 Srovnání technologií	40
6.2 Cenové srovnání.....	41
7. ZÁVĚR.....	44
8. OBSAH CD.....	45
9. LITERATURA	46
10. PŘÍLOHY	48

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Blokové schéma dálkového ovládání	11
Obr. 2: Tvar jednoho odesílaného byte	12
Obr. 3: Tvar odesílaného AT příkazu přes TX	12
Obr. 4: Zapojení resetovacího obvodu uP	24
Obr. 5: Propojovací kabel pro MT x35	25
Obr. 6: Propojovací kabel pro MT x35 s napěťovým přizpůsobením	25
Obr. 7: Blokové schéma propojení modulů programu	29
Obr. 8: Časový průběh programu pomocí Performance Analyzeru	30
Obr. 9: Vývojový diagram řídicího SW karty	31
Obr. 10: Okno konfiguračního software	34
Obr. 11: Okno ISP dávky	35
Obr. 12: Blokové schéma konfiguračního software	36
Obr. 13: Schéma zapojení SMS I/O karty	P1
Obr. 14: Obrazec plošného spoje z horní strany	P2
Obr. 15: Obrazec plošného spoje z dolní strany	P3
Obr. 16: Osazovací obrazec DPS	P4
Obr. 17: Schéma zapojení rozšiřující karty výstupů	P6
Obr. 18: Obrazec plošného spoje rozšiřující karty výstupů	P7
Obr. 19: Osazovací obrazec rozšiřující karty výstupů	P7
Obr. 20: Čidlo SMT160-30	P8
Obr. 21: Pouzdro čidla SMT160-30	P8

SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Přehled standardů pro bezdrátový přenos dat	10
Tab. 2: Parametry komunikace MT řady x35	12
Tab. 3: Dělení AT příkazů	14
Tab. 4: PDU formát SMS zprávy	16
Tab. 5: Popis zapojení konektorů	24
Tab. 6: Popis funkce konfiguračního programu	34
Tab. 7: Formát konfiguračního řetězce	36
Tab. 8: Příkazové SMS pro ovládání karty	38
Tab. 9: Odpovědi a hlášení I/O karty	39
Tab. 10: Ceny SMS u jednotlivých operátorů	42
Tab. 11: Ceny připojení přes GPRS	43
Tab. 12: Seznam součástek	P5
Tab. 13: Seznam součástek rozšiřující karty výstupů	P7
Tab. 14: Systémový konektor MT řady x35	P9
Tab. 15: Seznam telefonů podporujících AT příkazy	P9
Tab. 16: Základní AT příkazy	P10
Tab. 17: Základní AT příkazy (pokračování)	P11

1. ÚVOD

Cílem této bakalářské práce je návrh a realizace elektroniky a řídicího softwaru I/O karty ovládané pomocí SMS zpráv. V tomto dokumentu je popsáno komplexní řešení daného projektu.

V první části práce naleznete základní popis použití mobilního telefonu pro dálkové ovládání. Je zde uvedena komunikace s mobilním telefonem pomocí AT příkazů. Dále zde naleznete informace o SMS zprávách a jejich kódování pomocí PDU formátu. V druhé části se nachází samotný návrh hardwaru SMS I/O karty a jeho popis. Třetí část se věnuje řídicímu a konfiguračnímu software karty. Je zde dále popsáno ovládání karty a její příkazové rozhraní. V poslední kapitole je uvedeno srovnání ovládání pomocí SMS a GPRS. V příloze naleznete schémata zapojení a obrazce plošných spojů.

2. POUŽITÍ MT PRO DÁLKOVÉ OVLÁDÁNÍ

2.1 MOŽNOSTI POUŽITÍ MT PRO DÁLKOVÉ OVLÁDÁNÍ

Bezdrátové dálkové ovládání zařízení je velmi komplexní problém a lze jej realizovat za pomoci velké škály technologií. Je možné použít ovládání pomocí GSM technologie (SMS zprávy, GPRS), Bluetooth, ZigBee (IEEE 802.15.4), EDGE, WLAN (IEEE 802.11g a IEEE 802.11h) a pomocí některých dalších technologií pro bezdrátový přenos (volná frekvenční pásma 450MHz a 870MHz) [9]. Přehled základních vlastností uvedených technologií naleznete v *Tab. 1*. Blokové schéma dálkového ovládání zobrazuje *Obr. 1*. Při výběru typu bezdrátového přenosu je třeba vycházet z následujících základních požadavků (parametrů):

- vzdálenost mezi řídicím členem a ovládaným zařízením
- požadovaná rychlost komunikace mezi jednotlivými členy
- cenové požadavky na realizované řízení
- spolehlivost přenosu
- zabezpečení komunikace
- spotřeba zařízení

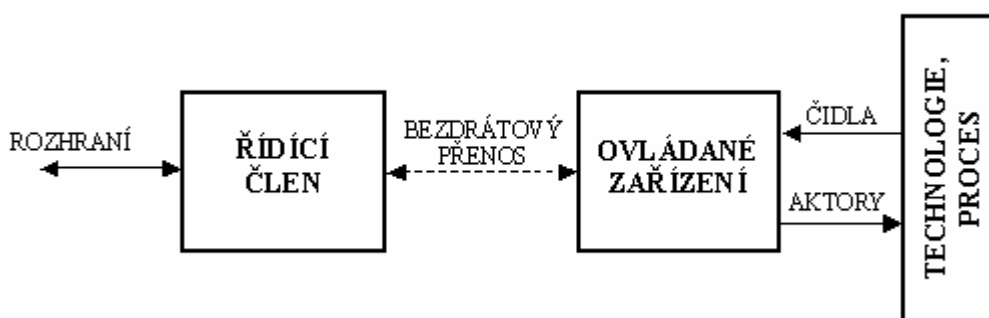
Standard	Maximální přenosová rychlost	Hlavní oblast použití
IEEE 802.11b ¹⁾	11 Mb/s	bezdrátové LAN ²⁾
IEEE 802.11g ¹⁾	54 Mb/s	bezdrátové LAN ²⁾
IEEE 802.11h ¹⁾	54 Mb/s	bezdrátové LAN ²⁾
Bluetooth 1.1 (IEEE 802.15.1)	721 kb/s	bezdrátové přenosy dat na malé vzdálenosti (jednotky až desítky metrů) ²⁾
ZigBee (IEEE 802.15.4)	250 kb/s	bezdrátové přenosy dat na malé vzdálenosti (jednotky až desítky metrů) ²⁾
GSM/GPRS	171,1 kb/s	využití GSM sítě mobilních operátorů k datovým přenosům
Poznámka: Převzato z [9]. V tabulce není uvedena IEEE 802.11a jež nevyhovuje evropským předpisům. 1) Pro komerční účely označováno Wi-Fi (Wireles-Fidelity) 2) ISM pásmo (2,4GHz). Na použití tohoto pásma se nevztahuje licence ani oznamovací povinnost.		

Tab. 1: Přehled standardů pro bezdrátový přenos dat

Ovládání pomocí SMS zpráv má tyto základní vlastnosti a charakteristiky:

- možnost ovládání téměř na jakoukoliv vzdálenost (omezeno pouze dostupností GSM signálu)
- pro malé datové toky (spínání výstupů, občasného hlášení vstupů z čidel)
- malá rychlost odezvy (cca. 10 s i více, závislé na zatížení sítě)
- vyšší náklady na komunikaci
- nízké pořizovací náklady (postačuje standardní mobilní telefon)
- možnost implementace do mobilních zařízení (autoalarmy)
- jednoduchý způsob ovládání (odesílání příkazových SMS zpráv)
- dostatečná bezpečnost (dána zabezpečením GSM sítě)

Z těchto vlastností vyplývají možnosti i omezení využití GSM technologie – SMS zpráv pro dálkové ovládání. Hlavním omezujícím faktorem je malá délka SMS zprávy. Protože se při tomto typu ovládání nejedná o stálé připojení, ale pouze o „občasné zasílání datových bloků“, tak jej nelze použít pro složitější ovládání (větší datové toky, kontinuální ovládání). Další podstatnou nevýhodou je cena tohoto ovládání – je zpoplatněna každá odesílaná zpráva. Bližší srovnání ovládání pomocí SMS zpráv a GPRS technologie naleznete v kapitole 6.



Obr. 1: Blokové schéma dálkového ovládání

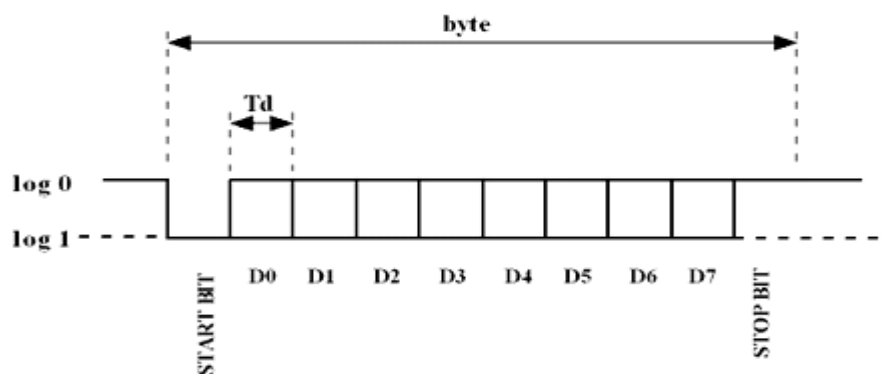
2.2 KOMUNIKACE S MT

2.2.1 Fyzický popis komunikace

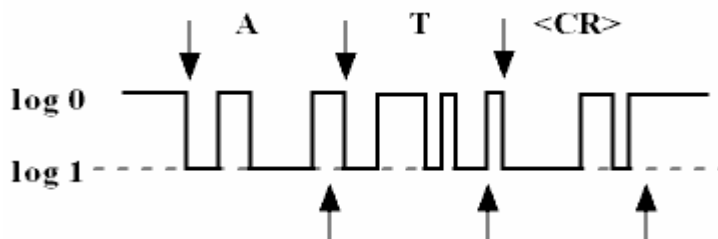
Komunikační interface mobilního telefonu je duplexní, znakově orientované, asynchronní sériové rozhraní, které až na napětíové úrovni obou signálů (TX, RX) odpovídá doporučení RS232 (Recommended Standard number 232) [4]. Tyto signály mají úroveň 5V (3V). Ke komunikaci jsou použity vodiče RX (příjem dat), TX (vysílání dat) a dále je nutné připojení vodiče GND. Nejsou použity vodiče pro řízení datového toku. Příklad komunikace je uveden na *Obr. 2* a *Obr. 3*. Bližší informace o použitém sériovém rozhraní karty naleznete v *kapitole 3.2.3*.

Parametr	Hodnota parametru
Přenosová rychlost	19200Bd
Počet bitů	8b
Parita	Žádná
Počet stop bitů	1

Tab. 2: Parametry komunikace MT řady x35



Obr. 2: Tvar jednoho odesílaného byte



Obr. 3: Tvar odesílaného AT příkazu přes TX

2.2.2 Komunikace s MT pomocí AT příkazů

Vlastní komunikace s mobilním telefonem probíhá pomocí AT (Attention) příkazů. Tyto příkazy byly původně vyvinuty pro ovládání modemů, ale s příchodem mobilních telefonů se rozšířily i na ně – GSM 07.07 a GSM 07.05 [6].

Ne každý výrobce však implementuje kompletní sadu AT příkazů. Některé telefony vůbec nepodporují AT příkazy. U těchto telefonů se provádí komunikace v binárním režimu – modem musí být softwarově emulován, což výrazně znesnadňuje implementaci do ovládacího softwaru. AT příkazy jsou ASCII (American Standard Code for Information Interchange) znaky zasílané po lince TX do telefonu. Tyto příkazy mohou mít různý tvar. Odpověď telefonu přichází po lince RX. AT příkazů je velké množství a je možné je rozdělit do několika skupin viz. *Tab. 3*. Obecně se AT příkaz skládá z uzavíracího slova AT a dále samotného příkazu. AT příkaz musí být zakončen znakem <CR> (0x0DH). Podle tohoto znaku rozpozná MT jeho konec. Mobilní telefon má standardně nastavené echo, tzn. přeposílání přijatého AT příkazu. Což lze využít ke kontrole správnosti komunikace s MT. Toto echo je možné deaktivovat příkazem ATE0<CR>. Poslední AT příkaz lze opakovat zasláním A/<CR>, což je jediný příkaz nezačínající písmeny AT. Základní AT příkazy jsou uvedeny v *Tab. 16* a *Tab. 17*, které naleznete v příloze.

Typ AT příkazu	Popis AT příkazu	Příklad
Standardní AT příkazy V.25	Základní sada AT příkazů definovaná pro modemy. Podle ITU-T. ¹⁾	ATA ATD
AT příkazy pro FAX	Tyto AT příkazy jsou užívány pro FAX aplikace.	AT+FRM AT+FTM
AT příkazy GSM 07.07	Rozšíření základních AT příkladů pro použití v GSM aplikacích. Definice podle ETSI. ²⁾	AT+CCLK AT+CSQ
AT příkazy GSM 07.05 pro SMS	Rozšíření AT příkazů o příkazy pracující ze SMS. Pokud tyto AT příkazy MT nepodporuje nelze realizovat ovládání pomocí SMS.	AT+CMSS AT+CMGD
AT příkazy GSM 07.07 pro GPRS	AT příkazy pro MT podporující GPRS. ³⁾	AT+CGAT ATD*98#
AT příkazy GSM 11.14 pro SIM Toolkit aplikace	AT příkazy pro telefony a SMS podporující SIM Toolkit.	AT^SSAT AT^SSTGI
Speciální rozšiřující AT příkazy pro MT firmy Siemens	Speciální příkazy pro MT Siemens. (mute mikrofonu, vypnutí MT...)	AT^SNFM AT^SPIC
Poznámka: 1) International Telecommunication Union, Telecommunication sector 2) European Telecommunications Standards Institute 3) MT řady x35 nepodporují GPRS, GPRS podporuje pouze ME35 module a ME35 terminal		

Tab. 3: Dělení AT příkazů

2.3 POPIS SMS A PDU FORMÁTU

Jednou ze základních vlastností GSM technologie je zasílání SMS (Short Message Service) zpráv. Délka takto přenášeného textu může být až 160 znaků. Ve zprávě jsou použity standardní ASCII znaky. Pro přenos a kódování SMS zprávy se používá PDU (protocol description unit) formát. SMS zprávy díky jejich jednoduché implementaci je možné použít k dálkovému ovládání nejrůznějších zařízení. Použití tohoto ovládání je však možné pouze v jednodušších časově nekritických aplikacích. Pro náročnější případy je vhodné použít GPRS technologii. Tato problematika je dále rozepsána v kapitole 6.

Výpis SMS zprávy z MT:

Pro výpis SMS zprávy z paměti MT je nutné použít AT příkaz např.: AT+CMGL=1
<CR> (výpis všech přijatých přečtených zpráv).

Odpověď MT:

+CMGL: 1,1,,23

0791246020099990040C9124602021436500001021039060650404F4F29C0E

OK

+CMGL: 1,1,,23 ve výpisu označuje typ příkazu (AT+CMGL), počet zpráv (první jednička), že jde o zprávu přijatou a přečtenou (druhá jednička), a nakonec počet byte ve zprávě (23). Vlastní SMS zprávu v PDU formátu tvoří následující řetězec znaků:

07	91	246020099990	04	0C	91	246020214365	00	00	10210390606504	04	F4F29C0E
----	----	--------------	----	----	----	--------------	----	----	----------------	----	-----------------

Význam jednotlivých skupin znaků naleznete v *Tab. 4* Poslední sekvence znaků kóduje samotný text SMS zprávy (tento příklad obsahuje text "test"). Popis dekódování je uveden na následujících stránkách.

Pro kódování samotného textu se používá několik základních formátů: 7 bitové kódování, 8 bitové a 16 bitové Unicode. SMS I/O karta používá pro odesílání zpráv standardní 7 bitové kódování. Tento formát byl zvolen z důvodu nejčastějšího použití a pro jednodušší implementaci. Další nezanedbatelnou výhodou je možnost přenosu delšího textu zprávy ve srovnání s ostatními formáty. Jediným nedostatkem tohoto kódování je problematický přenos znaků s českou diakritikou. Tento problém se však netýká realizované aplikace, neboť zde není diakritika použita. Karta umí přijímat a dekódovat zprávy v 7 a 8 bitovém kódování.

Informace	Datový blok	Části dat	Význam znaků
SMSC informace (číslo SMS centra)	07 91 246020099990	07	Toto číslo udává (v HEX) délku SMSC informace. V tomto případě 7 oktetů (91 + 246020099990)
		91	Udává formát čísla SMS centra: 91 - mezinárodní formát 81 - národní formát
		246020099990	Telefonní číslo SMS centra. Uvedené číslo je 420602909909. Jednotlivé dvojice číslic jsou navzájem vyměněny (swap). Při lichém počtu číslic se doplňuje znakem "F" (před swapem).
První oktet SMS DELIVER PDU (stavové informace zprávy)	04	04	Dále viz: www.dreamfabric.com/sms/deliver_fo.html
Telefonní číslo odesilatele	0C 91 246020214365	0C	Délka následujícího telefonního čísla (246020214365) v HEX. Udává počet znaků, ne oktetů. Případný doplňující znak "F" v tel. čísle se do tohoto součtu nepočítá.
		91	Formát čísla: 91 - mezinárodní formát 81 - národní formát
		246020214365	Telefonní číslo odesilatele. Uvedené číslo je 420602123456. Jednotlivé dvojice čísel jsou navzájem vyměněny (swap). Pokud je počet číslic v tel. čísle lichý, je doplněn znakem "F" (před swapem).
PID (protokol SMS zprávy)	00	00	00h – obyčejná SMS (default. hodnota) 01h – telex 02h - fax (skupina3)
DCS (kódovací schéma SMS)	00	00	Např.: 00h - 7 bitová výchozí abeceda F6h - 8 bitové datové kódování – Class 2
PID (protokol SMS zprávy)	1021039 0606504	1021039 0606504	Datum doručení SMS do SMS Centra. Jednotlivé dvojice čísel jsou navzájem prohozené (swap). Jejich význam zleva doprava: rok, měsíc, den, hodina, minuta, sekunda, časová zóna. Pro ukázkou platí: 30.12.2001, 09:06:56. Údaj v poslední dvojici čísel určuje rozdíl ve čtvrt hodinách mezi místním časem a GMT (Greenwich Main Time).
UDL (počet znaků ve vlastní SMS zprávě před jejím zakódováním)	04	04	Počet znaků v následující zprávě před jejím zakódováním. Tzn., že pokud je použito výchozí 7 - bitové kódování, tak může být počet bytů menší než počet znaků, které udává UDL. Při 8 - bitovém kódování je počet bytů a znaků ve zprávě totožný.
Samotný text SMS zprávy	F4F29C0E	F4F29C0E	Tento řetězec obsahuje vlastní data (zprávu). Postup dekódování tohoto řetězce je uveden v následujícím textu.

Tab. 4: PDU formát SMS zprávy

Dekódování textu SMS zprávy:

Řetězec F4F29C0E obsahuje samotný text SMS zprávy. Pro zobrazení textu je potřebné jeho převedení ze 7 bitového kódování do standardního 8 bitového ASCII kódování. Uvedená data obsahují text "test". Dekódování se provádí podle následujícího postupu:

1. Řetězec rozdělíme na dvojice znaků, které tímto představují čísla v šestnáctkové soustavě. Tyto jednotlivá čísla převedeme na jejich binární hodnotu. Podle potřeby doplníme hodnotou "0" počet znaků do osmi (na nejvyšší váze tj. vlevo).

F4	F2	9C	0E
11110100	11110010	10011100	00001110

2. Poté provedeme následující operaci, jejímž úkolem je právě převod ze 7b kódování do 8b [4]:

- u prvního byte (zleva) vyjmeme první bit a vložíme ho na konec druhého byte
- z druhého byte vyjmeme první dva bity a vložíme je na konec třetího byte
- z třetího byte vyjmeme první tři bity a vložíme na konec čtvrtého byte
- v dekodování pokračujeme až do konce řetězce, při dosažení posunu o 8b se celý postup opakuje od začátku

1110100	1100101	1110011	1110100
74	65	73	74
t	e	s	t

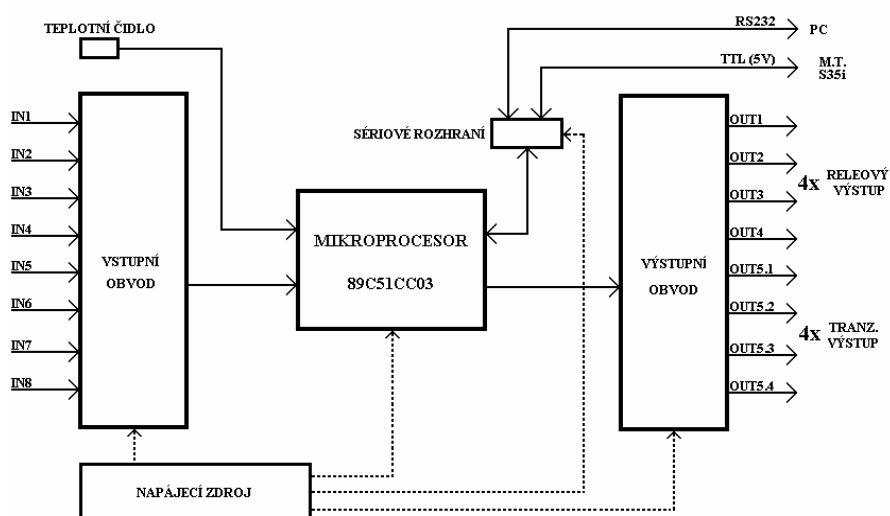
3. V posledním kroku je třeba převést binární číslo (první řádek předchozí tabulky) do šestnáctkové soustavy (HEX). Tyto hodnoty je dále nutné dekodovat podle tabulky na ASCII znaky. Základní znaky GSM kódování SMS podle GSM 03.38 odpovídají ASCII kódování (ISO-8859-1), není tedy nutná převodní tabulka. Pokud jsou však použity rozšiřující znaky (řecké symboly, rozšíření latinky o středo-evropské znaky), je nutné použít převodní tabulku, kterou naleznete na adrese:
http://www.dreamfabric.com/sms/default_alphabet.html.

3. REALIZACE A POPIS HW KARTY

3.1 ZÁKLADNÍ VLASTNOSTI HW SMS I/O KARTY

SMS I/O karta pracuje se standardním mobilním telefonem Siemens řady x35. V tomto případě je navržena pro mobilní telefon Siemens S35i. Použití jiného typu mobilního telefonu, podporujícího AT příkazy, je možné pouhou úpravou řídicího softwaru (změnou komunikační rychlosti, čekacích konstant).

Deska je vybavena 8 galvanicky oddělenými vstupy a 8 výstupy (4 tranzistorové, 4 releové). Aktuální stavy vstupů a výstupů jsou indikovány pomocí LED diod. Zapojení dále umožňuje připojení teplotního čidla typu teplota-střída SMT160-30 od firmy Smartec. Deska I/O karty obsahuje vlastní zdrojové obvody, jež umožňují napájet kartu nestabilizovaným napětím v rozmezí 9-30V. Díky implementovanému rozhraní RS232 je možné kartu programovat a konfigurovat pouhým připojením k PC vybavenému sériovým rozhraním. Není nutné použití paralelního programátoru jako např. u procesoru AT89C51. Nevyužitý port P1 je vyveden na pin-header, což umožňuje jednoduché připojení integrovaného A/D převodníku v případě potřeby. Deska je vybavena moderním mikroprocesorem řady x51 (AT89C51CC03). Tento procesor je zpětně kompatibilní s procesory i8051, což dále usnadňuje tvorbu ovládacích programů.



Obr 1: Blokové schéma SMS I/O karty

3.2 POPIS KONSTRUKCE A ZAPOJENÍ

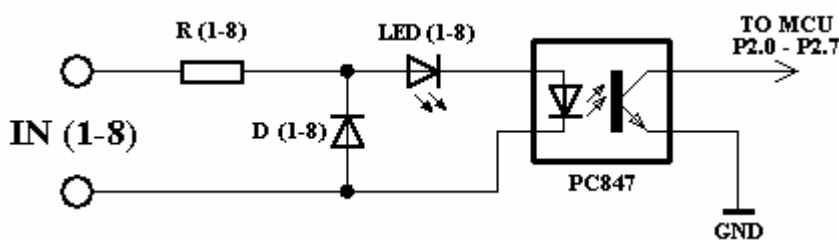
Schéma zapojení, obrazce desky plošného spoje a seznam použitých součástek naleznete v příloze na *straně 48*.

3.2.1 Konstrukce vstupního obvodu

Vstupní obvod I/O karty je realizován pomocí 8 nezávislých galvanicky oddělených vstupů. Jednotlivé vstupy jsou rovněž od sebe galvanicky odděleny, a proto mohou být použita různá vstupní zařízení s různými výstupními potenciály. Vstupní obvody jsou dimenzovány pro napětí v rozsahu 5–20V.

Galvanické oddělení je uskutečněno pomocí optočlenu OK1, OK2 - PC847 (4x optočlen v pouzdře DIL16, $V_{iso}=5000V$). Jednotlivé vstupy jsou složeny z rezistorů R1-R8, ochranné diody proti přepólování D1-D8, indikační LED diody a vstupu optočlenu. Optočlen je již poté přímo navázán na port P2. Dále viz *Obr. 2*. Při sepnutí vstupu je port připojen na GND (log. 0).

Vstupní rezistory R1–R8 je nutné volit s ohledem na předpokládaná vstupní spínací napětí. V zapojení je použita hodnota $R1-R8 = 1k8\Omega$, jež odpovídá vstupním napětím v rozmezí 5–20V. Tyto hodnoty jsou dány maximálním proudovým zatížením optočlenu ($I_F = 50mA$) a též proudovým omezením použité indikační LED diody. Při rozdílných vstupních napětích je tedy nutná změna rezistoru R1-R8. Tyto rezistory jsou v provedení 204 – subminiaturní (0,25W). Jako dioda proti přepólování D1-D8 byla zvolena standardní dioda 1N4148 (100V/0,2A) v pouzdře DO35. K připojení jednotlivých vstupů slouží svorkovnice ARK500/2.



Obr. 2: Schéma vstupního obvodu karty

3.2.2 Konstrukce výstupního obvodu

Výstupní obvod I/O karty je realizován pomocí 8 nezávislých výstupů. První 4 (OUT1 až OUT4) jsou releové, další 4 jsou tranzistorové (OUT5.x).

Releové výstupy jsou tedy dokonale galvanicky odděleny od obvodů karty a umožňují spínat až 250V/8A. Releový výstup číslo 4 má vyvedeny oba dva výstupní kontakty, tudíž je ho možné použít k přepínání. Sepnutí jakéhokoliv relé je indikováno červenou LED diodou. Indikační LED diody (LED9 až LED12) jsou nízkopříkonové z důvodu snížení spotřeby. K buzení výstupních relé je použit obvod ULN2803, což je 8x tranzistorový výstup v darlingtonově zapojení. Tento obvod dokáže spínat až 0,5A/výstup. V tomto obvodu jsou již zapojeny clamp diody, a tudíž už není nutné umísťovat tyto diody u jednotlivých relé. Výstupy spínané přes relé jsou vyvedeny na svorkovnice, jež lze zatížit též až 250V/8A.

I/O karta dále obsahuje 4x tranzistorové výstupy – tj. vyvedení výstupů obvodu ULN2803. Tyto výstupy jsou spínané na GND. Jsou připojeny na pin-header J5 (T-OUT). Na tomto konektoru je též vyvedeno +5V a GND. Tranzistorové výstupy však nejsou galvanicky odděleny, na což je třeba brát zřetel při konstrukci přípojných zařízení.

Příklad takového zařízení naleznete na *Obr. 17*. Jedná se o releovou rozšiřující kartu výstupů. Tato karta umožňuje spínat/přepínat 4 výstupy. Zapojení je obdobné jako u výstupní části SMS I/O karty. Jsou zde však ještě použity clamp diody z důvodu vyšší univerzálnosti karty. Obrazec desky plošného spoje je uveden v příloze na *Obr. 18*. Velikost této desky je 84mm x 51mm a je zobrazena v měřítku 1:1.

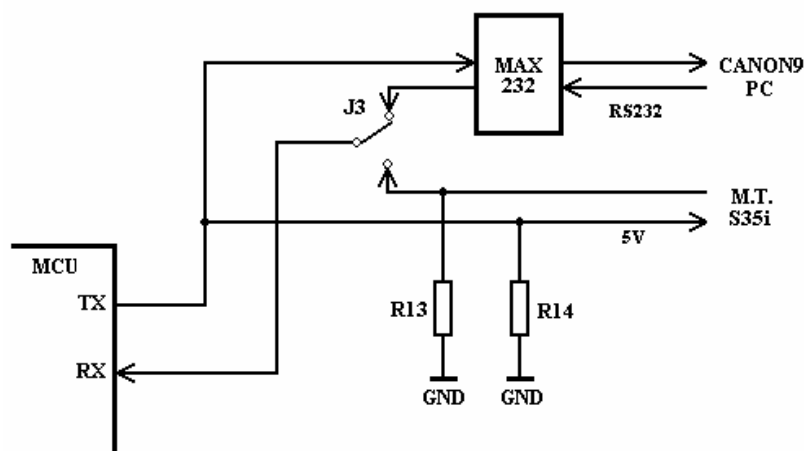
Obvod ULN2803 je ovládán portem P0 mikrokontroléru AT89C51CC03. Protože tento port neobsahuje integrované pull-up rezistory, je třeba použít externí odporovou síť RN1 s hodnotou 8x 8k2Ω.

3.2.3 Realizace části pro sériovou komunikaci

SMS I/O karta je vybavena dvěma sériovými rozhraními. Standardním 5V sériovým kanálem pro připojení mobilního telefonu a rozhraním RS232 pro připojení PC. Obě rozhraní nemohou být aktivována zároveň. Pomocí jumperu J3 (RX-SW) se volí, zda má být přijímací kanál (RX) připojen na RS232 či na 5V TTL sériovou linku.

RS232 rozhraní je realizováno pomocí katalogového zapojení obvodu MAX232 firmy Maxim. Pro funkci tohoto obvodu jsou ještě zapotřebí kondenzátory C1-C5. Tato sériová linka je vyvedena na konektor CANON9, který slouží k připojení PC standardním kříženým kabelem. Pro připojení mobilního telefonu slouží kabel uvedený na *Obr. 5* (zobrazení za strany MT). Tento kabel též zajišťuje dobíjení samotného MT. Komunikační kabel by měl být stíněný s připojením tohoto stínění na GND SMS I/O karty. Délka kabelu by měla být co nejmenší, aby se zamezilo chybám při komunikaci. Při problémech během komunikace je vhodné použít kabel s napěťovým přizpůsobením podle *Obr. 6*. Toto přizpůsobení je uskutečněno připojením Zenerovy diody mezi vodiče RX a GND. Parametry komunikace MT řady x35 jsou uvedeny v *Tab. 2*. Zapojení systémového konektoru MT je uvedeno v *Tab. 14*.

U 5V sériové linky jsou použity rezistory R13 a R14 zapojené na GND. Rezistory jsou potřebné u některých typů mobilních telefonů, neboť pokud neprobíhá komunikace, tak tyto telefony nastavují vstupní obvody do stavu vysoké impedance a mohlo by tak docházet k nedefinovaným stavům. Tyto rezistory je vhodné osadit až dodatečně, pokud by docházelo k problémům při komunikaci. Například u procesoru AT89C51 jsou tyto rezistory potřebné, zatímco při použití procesoru AT89C51CC03 je není nutné osazovat, komunikace s MT řady x35 probíhá bez problémů.



Obr 3 : Zjednodušené schéma sériového rozhraní

3.2.4 Napájecí zdroj

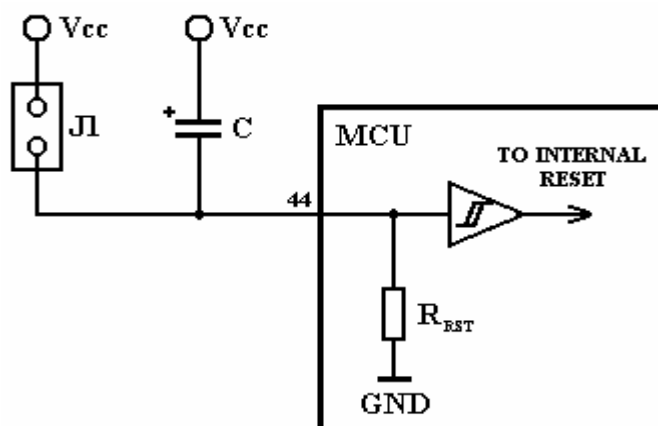
Jako napájecí zdroj je použit spínaný DC/DC měnič LM2575-5V. Díky tomu může být vstupní napětí v rozmezí 9-30V. Tento obvod má velkou efektivitu cca. 80% proti standardním monolitickým lineárním stabilizátorům 78xx, kde se může výkonová ztráta pohybovat kolem 7W (dle zatížení). Zdroj používá frekvenci spínání 52kHz. Jeho výstup je konstruován na 5V/1A.

Jako vstupní a výstupní kapacity jsou použity elektrolytické kondenzátory C6–C9. Tyto kondenzátory by měly být v provedení low ESR. Kondenzátory jsou v zapojení zdvojené. Mělo by stačit osadit pouze jeden z dvojice C6,C7 a C8,C9. Pro blokování obvodu LM2575 je možné použít keramické kondenzátory C11, C12. Osazení C11 a C12 není nutné a je ho možné provést dodatečně při problémech se stabilitou DC/DC měniče. Jako akumulární indukčnost je použita cívka L1 (330uH/1A). Ochranu LM2575 před proudovými rázy při odpojení cívky tvoří rychlá dioda 1N5819. V zapojení je dále použita dioda D10 jako ochrana proti přepólování. Proti přepětí na vstupu chrání obousměrný transil D9 na napětí 36V. Jumper J4 slouží k aktivaci nabíjení mobilního telefonu. Samotné řízení nabíjení provádí mobilní telefon. J4 pouze připojuje napájecí napětí na konektor MT. Přítomnost napájení na zdroji indikuje zelená LED dioda.

3.2.5 Mikrokontrolér a podpůrné obvody

Deska I/O karty je navržena pro procesor firmy Atmel AT89C51CC03UA. Jedná se o jeden z nejmodernějších procesorů řady x51. Kartu je však možné osadit jakýmkoliv procesorem z řady 89C51CCxxUA. V mém případě je použita starší verze 89C51CC01UA z důvodu nedostupnosti verze CC03. Tento procesor je postaven na osvědčené architektuře 80C51. Navíc však obsahuje rozšířenou RAM paměť (256B RAM, 2kB ERAM), je vybaven 64kB flash pamětí pro uložení programu (verze CC01 pouze 32kB), 2kB EEPROM vhodným k ukládání konfigurace, A/D převodníkem, 8b PWM, programovatelným WatchDog. Procesor je dále vybaven rozhraním CAN, které však není v zapojení implementováno. Dále umožňuje jednoduché programování přes rozhraní UART. Procesor je v pouzdře PLC44.

Pro funkci procesoru jsou dále potřebné podpůrné obvody. Taktování je zajištěno díky připojení krystalu X1. Hodnota tohoto krystalu může být až 60MHz, neboť procesor je založen na high-speed architektuře. V této aplikaci je použit krystal 11,0592MHz z důvodu přesného časování sériové linky. Pro funkci interního oscilátoru jsou dále zapotřebí kondenzátory C15, C16. Resetovací obvod je pouze tvořen kondenzátorem C10 a jumperem J1, jež slouží k připojení resetovacího tlačítka. U tohoto procesoru není nutný externí rezistor připojený na GND. Ten je již integrován v mikroprocesoru a má typ. hodnotu $R_{RST} = 100k\Omega$. Délka resetovacího impulsu je tedy dána časovou konstantou $\tau = C_{11} \cdot R_{RST}$. Dále viz *Obr. 4*. Další nedílnou součástí zapojení mikroprocesoru je připojení vývodu PSEN na J2. Při spojení těchto pinů je po provedení resetu načten program IAP bootloderu a ten realizuje nahrání nového programu a konfigurace do flash paměti procesoru. Zapojení vývodu EA na V_{CC} je nutné, neboť procesor bude vykovávat program ve vnitřní flash paměti. Konektor SL2 je připojen na externí vstup čítače T0 a je určen pro připojení teplotního čidla teplota-střída (např. SMT160-30). Napájení procesoru je blokováno keramickým kondenzátorem C13 s hodnotou 100nF.

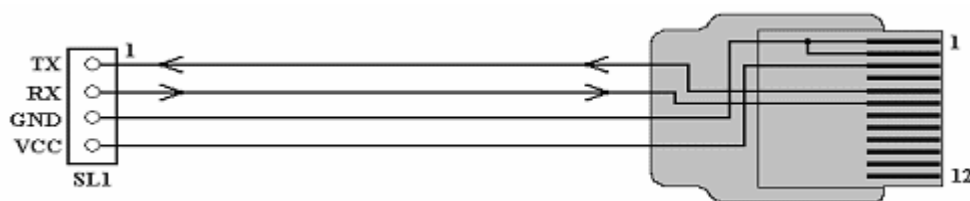


Obr. 4: Zapojení resetovacího obvodu uP

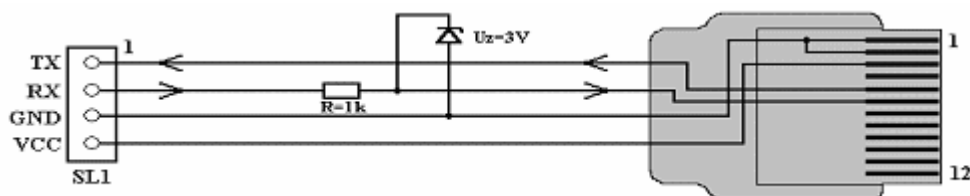
3.2.6 Popis zapojení konektorů a kabelu

Nákres konektoru	Pin	Funkce pinu
	1	Nezapojen
	2	Výstup RS232 (TX)
	3	Vstup RS232 (RX)
	4	Nezapojen
	5	GND
	6	Nezapojen
	7	Nezapojen
	8	Nezapojen
	9	Nezapojen
	1	Vstup sériové linky k MT (RX)
	2	Výstup sériové linky pro MT (TX)
	3	GND
	4	Napájení MT (Vcc = 5V)
	1	P3.4/T0
	2	Napájení čidla SMT 160 (Vcc = 5V)
	3	GND
	1-8	P1.0 – P1.7
	9	Napájení (Vcc = 5V)
	10	GND
	1-4	OUT5.1 – OUT5.4 (P0.4 – P0.0)
	5	Napájení (Vcc = 5V)
	6	GND

Tab. 5: Popis zapojení konektorů



Obr. 5: Propojovací kabel pro MT x35



Obr. 6: Propojovací kabel pro MT x35 s napětovým přizpůsobením

3.3 POPIS KONSTRUKCE DPS

3.3.1 Popis DPS

Zařízení je realizováno na oboustranné prokovené desce plošného spoje o rozměrech 124mm x 127mm. Byl brán zřetel na to, aby výsledné zařízení bylo co nejkompaktnější. Na desce jsou použity součástky pro klasickou montáž. Tato technologie byla zvolena z důvodu výrazně jednodušší realizace (montáže). V zařízení by bylo sice možné použít SMD součástky, nedošlo by však k výraznějšímu zmenšení plošného spoje, protože nejvíce místa na DPS zabírají relé a patice pro jednotlivé IO, které byly požadovány v zadání. Pro návrh byl použit systém Eagle 4.11.

Obrazce plošného spoje a osazovací obrazec naleznete na obrázcích *Obr. 14* až *Obr. 16*. Je zde uvedena „revize 2“ plošného spoje, kde je již opraveno špatné zapojení konektoru CANON9. Tato chyba je na fyzicky realizované kartě (přiložené k bakalářské práci). Její korekce je provedena pomocí propojovacího kabelu. Tato chyba byla způsobena špatným zapojením konektoru CANON9 v knihovně *CON-SUDB.LBR* (opravenou knihovnu naleznete na přiloženém CD).

U všech IO jsou použity patice. OK1, OK2, IC2, IC3 jsou umístěny v patičích DIL standardního provedení, což umožňuje pohodlnou výměnu při případné poruše

obvodu. U procesoru AT89C51CC03 je použita patice PLC44 pro klasickou montáž. Při manipulaci s touto paticí doporučuji zvýšenou opatrnost. Při neopatrném zacházení (vyndávání procesoru bez „speciálních“ kleští) může dojít k jejímu nenávratnému poškození, jež si vyžádá pracnou výměnu. V levé horní části DPS je umístěn napájecí zdroj. Na obvod LM2575 může být umístěn přídatný chladič. Ve střední části desky je procesor a další podpůrné obvody nutné pro jeho funkci (krystal, atd.). Na levé straně desky jsou realizovány vstupní obvody. Na pravé straně jsou zase umístěny releové výstupy. Vedle konektoru pro sériové rozhraní RS232 je umístěno univerzální pájivé pole, vhodné pro další rozšíření funkce desky. Jednotlivé přípojné konektory jsou označeny nápisem na horní straně DPS, takže by nemělo dojít k jejich záměně. O mechanické upevnění desky se starají 4 otvory $\varnothing 5\text{mm}$ umístěné v rozích DPS.

3.3.2 Osazení a oživení karty

Pro osazování a oživení desky plošného spoje doporučuji toto základní vybavení: mikropájkou s tenkým hrotem, kvalitní trubičkový cín, odsávačku, malé kleště pro zkracování vývodů a univerzální multimetr. Při osazování desky plošného spoje postupujeme standardním způsobem. Nejprve osadíme konektory a patice. Poté všechny pasivní součástky (nejprve rezistory, pak kondenzátory). Zvýšené opatrnosti dbáme při osazování cívky L1. Tu doporučuji po připájení přilepit k plošnému spoji pomocí nevodivého lepidla (např.: SILASTIC 744). Nakonec osadíme aktivní polovodičové součástky (diody, LED diody a obvod IC4 - LM2575). Jako poslední doporučuji osadit relé (jsou velké a bránila by nám v montáži ostatních součástek). Tímto je osazení plošného spoje hotovo a může se přejít k oživení karty.

Karta nemá žádné nastavovací prvky a proto by měla fungovat bez složitějšího oživování. Protože však některé součástky mají vyšší cenu, vyplatí se respektovat dále uvedený postup. Nejprve kartu připojte na napájecí napětí cca 12V. Měla by se rozsvítit indikační zelená LED dioda LED15. Pokud se tak nestalo, je chyba v napájecím zdroji nebo je na kartě zkrat. Proto doporučuji zkontrolovat osazení karty na přítomnost „cínových můstků“. Dále je nezbytné zkontrolovat napájení (+5V) a GND u jednotlivých integrovaných obvodů (především

u procesoru). Protože je jako zdroj použit spínaný stabilizátor, je vhodné zkontrolovat jeho výstup na osciloskopu na „čistotu“ výstupního signálu (zákmity). Ty je možné částečně odstranit použitím blokovacích kondenzátorů C11 a C12. Poté už je možné vložit jednotlivé IO do příslušných patič. Zvláštní opatrnosti dbáme při osazování procesoru, je nutné respektovat klíč na procesoru a patiči. Dalším krokem ožívování je otestovat funkci procesoru a naprogramovat ho řídicím softwarem. Připojíme desku pomocí standardního kříženého kabelu k PC. Nastavíme sériovou linku na RS232 (J3 - S/SW), aktivujeme boot-loader (J2) a provedeme reset karty (J1). V software FLIP 2.4.2 je nutné zvolit správný typ procesoru a provést spojení s procesorem karty. Poté už je možné nahrát firmware karty (soubor *SMS.HEX* na přiloženém CD). Pokud však nedošlo ke spojení s procesorem (Timeout error) je nutné zkontrolovat sériovou komunikaci přes RS232 pomocí osciloskopu. Dále je vhodné zkontrolovat funkčnost procesoru v jiné aplikaci. Po nahrání řídicího softwaru a nakonfigurování je karta připravena pro použití.

4. SOFTWARE VYBAVENÍ KARTY

4.1 ŘÍDÍCÍ SOFTWARE KARTY

4.1.1 Základní popis

Celý ovládací software je implementován v mikroprocesoru AT89C51CC03. Tento procesor zajišťuje jak komunikaci s mobilním telefonem, spínání jednotlivých výstupů, tak i snímání vstupů. Kartu je možné ovládat zasláním SMS zprávy s požadavkem na sepnutí příslušného vstupu. O provedení požadovaného příkazu může karta informovat zasláním potvrzující SMS nebo krátkým „prozvoněním“ mobilního telefonu, z něhož byl vydán příkaz. Dále karta dokáže reagovat na změnu určitého vstupu zasláním SMS zprávy. V řídicím software je implementována možnost spínat předem definovaný vstup pouhým prozvoněním. Tato možnost výrazně snižuje náklady při použití karty pro spínání pouze jednoho výstupu. V kartě je dále implementováno zabezpečení, jež definuje telefonní čísla, z nichž může být karta ovládána. V neposlední řadě je možné nastavit přesný stav výstupů po spuštění zařízení. Kartu je možné konfigurovat pomocí PC z GUI programu pro systém MS Windows.

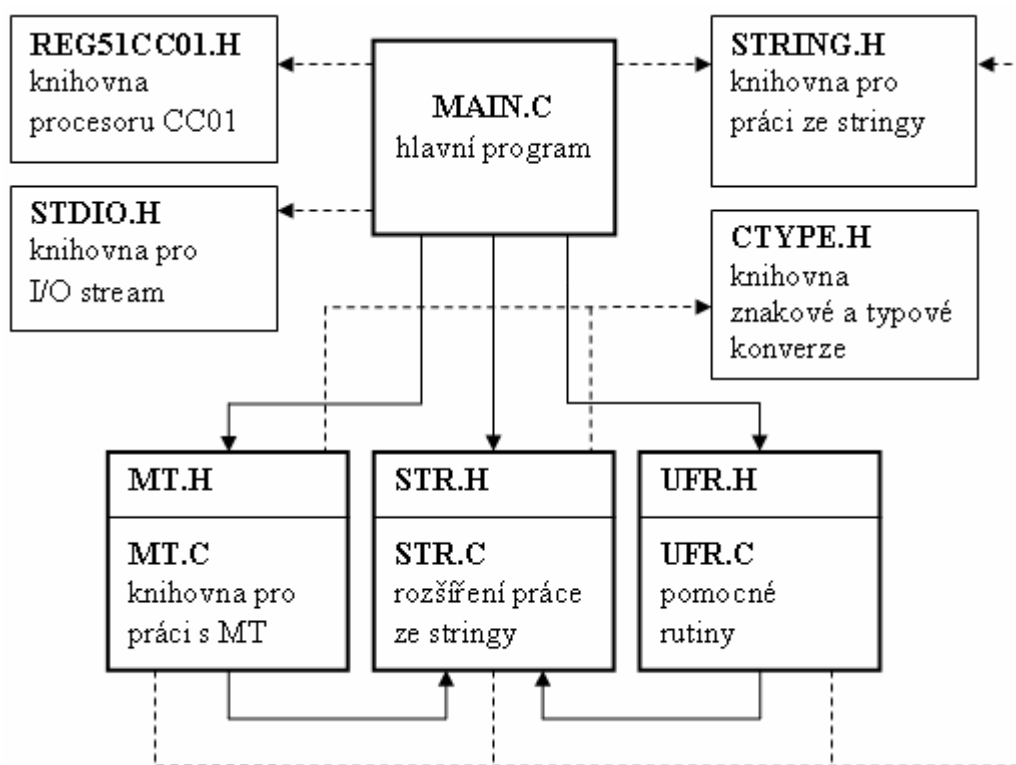
4.1.2 Podrobné informace o řídicím software karty

Řídicí software SMS I/O karty je napsán v programovacím jazyku C. K jeho vývoji bylo použito prostředí uVision2 V2.5a od firmy Keil Software, Inc. Tento software obsahuje editor kódu, C kompilátor a integrovaný debugger.

Řídicí software implementuje výše uvedené základní vlastnosti. Popis jednotlivých příkazů naleznete v kapitole 5. Rozšíření příkazového souboru je možné jednoduchou úpravou řídicího programu. Při jeho výrazné změně by bylo možné použít kartu k ovládání pomocí GPRS. Bylo by však nezbytné použít jiný mobilní telefon než Siemens S35i, neboť ten nepodporuje GPRS. Vývojový diagram popisující ovládací program naleznete na Obr. 9. Celá filosofie programu je založena na možnosti mobilního telefonu upozornit na příchozí hovory či SMS zprávu. Tato koncepce má značné výhody proti pouhému cyklickému vyčítání příchozích SMS

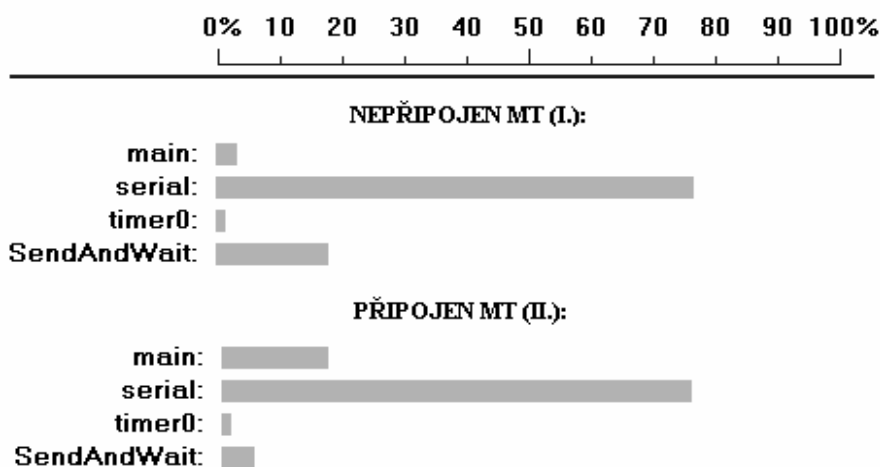
zpráv. Díky jejímu použití se podařilo značně snížit reakční dobu karty. Další nezanedbatelnou výhodou je možnost zareagovat i dvě přichozí SMS v krátké době za sebou. Při návrhu programu bylo přihlédnuto na možnost použití zdrojových kódů i v jiných aplikacích. Řídicí program SMS I/O karty je členěn podle základních funkčních modulů:

- hlavní program *MAIN.C* (spojení všech ostatních modulů, přímý přístup k hardware, sériové linky, časovače, watchdog, atd.)
- rutiny pro práci s mobilním telefonem *MT.C* (rutiny pro dekódování a kódování SMS zpráv, obecné podprogramy pro komunikaci s MT)
- rozšiřující rutiny pro práci ze stringy *STR.C* (kopírování, vyhledávání, atd.)
- modul pomocných funkčních rutin *UFR.C* (vytvoření textu SMS zprávy)

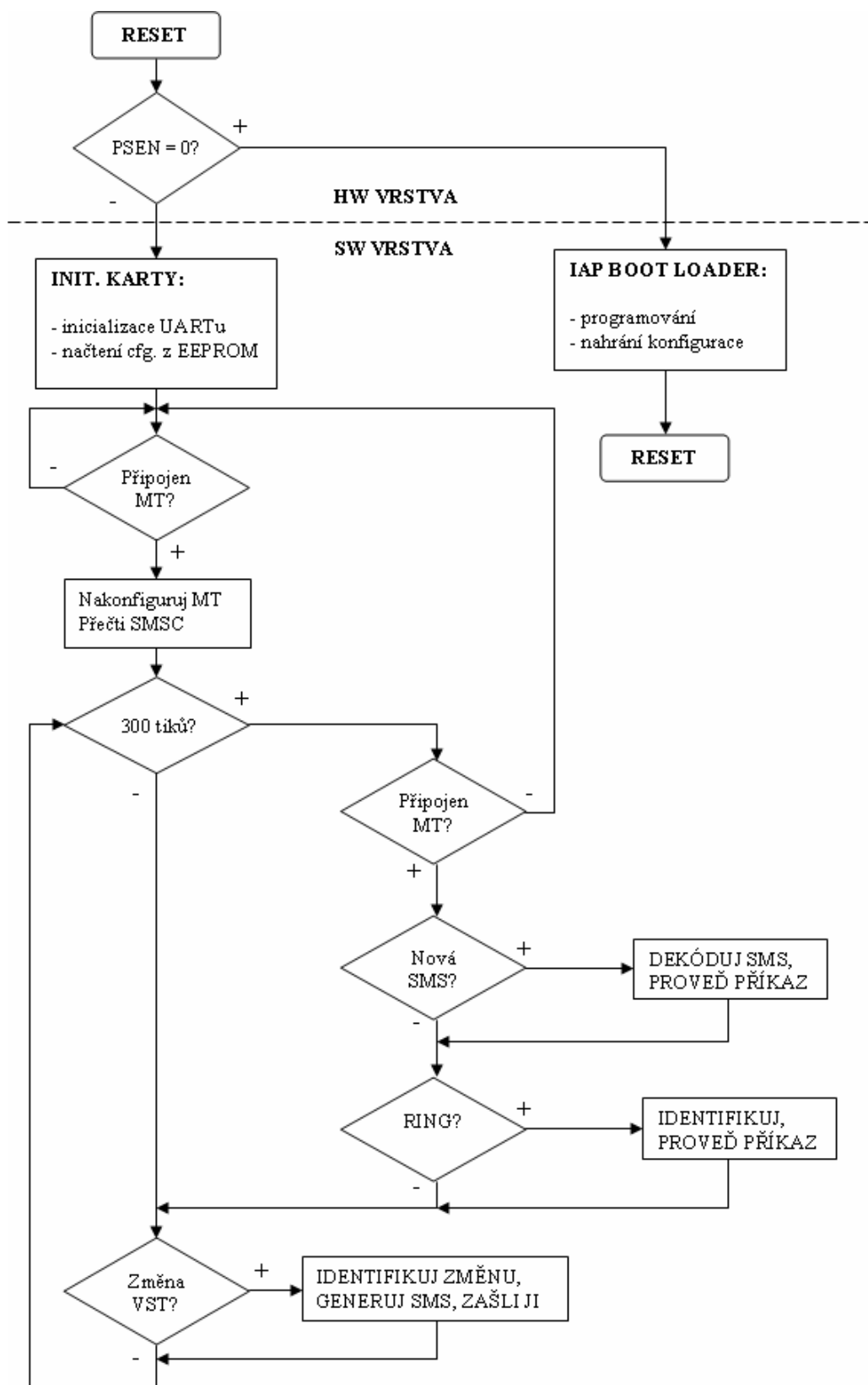


Obr. 7: Blokové schéma propojení modulů programu

V programu jsou dále použity tyto systémové knihovny: *REG51CC01.H*, *STRING.H*, *STDIO.H* a *CTYPE.H*. Řídicí software využívá malý paměťový model (small model) – standardní použití DATA RAM (dolních 128B). V této paměti je uložen zásobník. Ostatní proměnné jsou umístěny v paměti IDATA RAM (horních 128B, mapovaných do oblasti registrů speciálních funkcí). Buffery jsou umístěny v paměti XDATA o velikosti 2kB (přístup přes MOVX @DPTR). I když je procesor vybaven dvojitým ukazatelem do paměti (multiple DPTR), není tato funkce zapnuta. Při jeho použití v aplikaci docházelo k zásadním potížím a takto vytvořený program nebyl použitelný. Jedná se pravděpodobně o chybu v C kompilátoru či v procesoru (i když není uvedena v Errata sheet procesoru 89C51CC01). Na Obr. 8 naleznete časový průběh zatížení procesoru v jednotlivých programových funkcích. Z grafu je patrné, že nejvíce strojového času stráví procesor sériovou komunikací, což je dáno samotnou funkcí programu. Řídicí program má dva základní módy: ladící mód (pro použití integrovaného debuggeru) a mód generující software vhodný pro nahrání do procesoru. Mezi nimi je se možné přepínat pomocí define _DEBUG. Kompilací zdrojových kódů řídicího programu vzniká soubor *SMS.HEX* ve formátu Intel HEX. Jeho velikost je cca 22kB a je jej přímo možné nahrát do procesoru pomocí programu FLIP. Zdrojové kódy programu jsou dostatečně komentovány, a proto by se neměl vyskytnout větší problém při jejich úpravách.



Obr. 8: Časový průběh programu pomocí Performance Analyzeru



Obr. 9: Vývojový diagram řídicího SW karty

4.1.3 Přenositelnost řídicího SW mezi platformami

Řídicí software SMS I/O karty byl primárně navrhován pro procesory AT89C51CCxx (CC01 – CC03). Tyto procesory jsou postaveny na jádře x51, takže je možný bezproblémový transfer na jakýkoliv procesor této řady. Je však třeba brát zřetel při volbě jiného procesoru na jeho hardwarovou vybavenost.

Tato aplikace je velmi náročná hlavně na množství paměti RAM implementované v mikroprocesoru. Proto její realizace v levnějším a méně vybaveném procesoru (např. oblíbeném AT89C2051) je obtížná. Tento procesor má implementovanu pouze základní RAM paměť (128Byte) a flash paměť programu má pouhé 2kB. SMS ovládání s procesorem AT89C2051 jsem již realizoval, a proto vím, že je možné, ale takto vytvořené zařízení má velmi omezené možnosti. Celý program musel být psán v ASM z důvodu úspory flash paměti programu.

Vhodnou náhradou procesorů řady CCxx je např. velmi rozšířený procesor AT89C51RD2. Přenesení řídicího software do tohoto procesoru bude pravděpodobně možné bez jakéhokoliv zásahu do programu.

Při návrhu řídicího software však byla brána v potaz i možnost implementace řídicího software na jiné platformy. Řízení tedy může být implementováno i v jiných procesorech např.: Atmel AVR, Microchip PIC, Motorola HC11 či dokonce na IBM PC. Proto byl program členěn nejen z ohledem na jednotlivé funkční celky, ale též podle závislosti na platformě. Dále samotné použití jazyka C podporuje možnost použití programu na jiných platformách.

Byly vytvořeny knihovny, jež je možné obecně použít: *MT.C* (knihovna pro kódování a dekodování SMS zpráv a funkce nezbytné pro práci s MT), *STR.C* (pomocná knihovna rozšiřující možnosti práce ze stringy) a *UFR.C* (pomocné rutiny). Jedinou úpravou při obecném použití těchto knihoven je změna (odstranění) specifikací paměťových prostorů při deklaraci proměnných (idata, xdata). Hlavní program *MAIN.C* je závislý na platformě x51 (funkce označeny x51). Dále jsou zde označeny funkce, jež využívají specifických vlastností procesorů řady CCxx (poznámka uvedena za textem x51). Platformní závislost je zde především díky použití časování specifického pro procesory řady x51, využití hardwarové implementace sériové komunikace a použití vstupně/výstupních portů procesoru.

Provázanost hlavního programu s platformou x51 je vysoká, proto doporučuji při přepisování na jinou platformu vytvořit nový hlavní program s přihlédnutím na kód uvedeného hlavního programu.

4.2 KONFIGURAČNÍ SOFTWARE KARTY

4.2.1 Základní popis a použití

Konfigurace celé SMS I/O karty je realizována pomocí grafického programu SMS GSM config v0.2. Tento software umožňuje nastavovat a parametrovat celou řadu vlastností karty.

Okno konfiguračního programu je zobrazeno na *Obr. 10*. Popis funkce konfiguračního programu naleznete v *Tab. 6*. Pro nahrání konfigurace je třeba správně zvolit COM port (COM1, COM2), na kterém je pomocí sériového kabelu připojena SMS I/O karta. Výběr se provádí pomocí pravého tlačítka myši na dolní stavové liště programu. V této liště též naleznete stručnou nápovědu k jednotlivým položkám konfiguračního programu. Dále pro úspěšné provedení této operace je nezbytné jisté hardwarové nastavení karty. Je nutné nastavit J3 (S/SW) na RS232 kanál, aktivovat J2 (BL) a provést reset celého zařízení pomocí J1 (RST). Operace nahrávání konfigurace je spuštěna po stisknutí tlačítka RUN. Po jeho aktivaci je vyvoláno okno ISP dávky, jež informuje o průběhu nahrávání do paměti EEPROM mikroprocesoru. Úspěšné provedení konfigurace je potvrzeno hlášením v okně ISP dávky (viz.: *Obr. 11*).

Někdy se však může stát, že i při správném nastavení hardwaru (J3, J2 a reset) nedojde k nahrání konfigurace (Timeout error). V těchto případech doporučuji provést reset karty a spustit konfigurační sekvenci znovu. Pokud dojde při inicializaci programu k vyvolání chybového hlášení, řiďte se uvedenými instrukcemi.

Okno	Funkce	Popis
ČÍSLA	Primární číslo	Číslo, na něž bude odeslána SMS o změně vstupu
	Sekundární čísla	Čísla, z nichž může být ovládána karta (pokud chcete ovládat kartu ze všech čísel zadejte „420“)
INIT OUT	Počáteční nastavení výstupu	Výstupy po resetu jsou nastaveny do zadaného stavu
POTVRZENÍ	Bez potvrzení	Provedení příkazové zprávy nebude potvrzeno
	Potvrdit krátkým prozvoněním	Změna výstupu bude potvrzena krátkým prozvoněním
	Potvrdit pomocí SMS	Změna výstupu bude potvrzena odesláním SMS
RING ON/OFF	Vstup číslo	Spínání a rozepínání výstupu číslo (zadáno) pomocí prozvonění
FLASH	RUN	Spuštění nahrání konfigurace do procesoru
	HELP	Informace o aktuálních změnách v konfiguračním programu

Tab. 6: Popis funkce konfiguračního programu

GSM SMS Config

ČÍSLA

Primární číslo: 420605123456

Sekundární čísla: ☒ 420732123456 ☐

(čísla zadávejte v mezinárodním formátu 420x)

INIT OUT

Počáteční nastavení výstupů:

159 1 2 3 4 5 6 7 8

☒ ☐ ☐ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒

POTVRZENÍ

Potvrdit krátkým prozvoněním

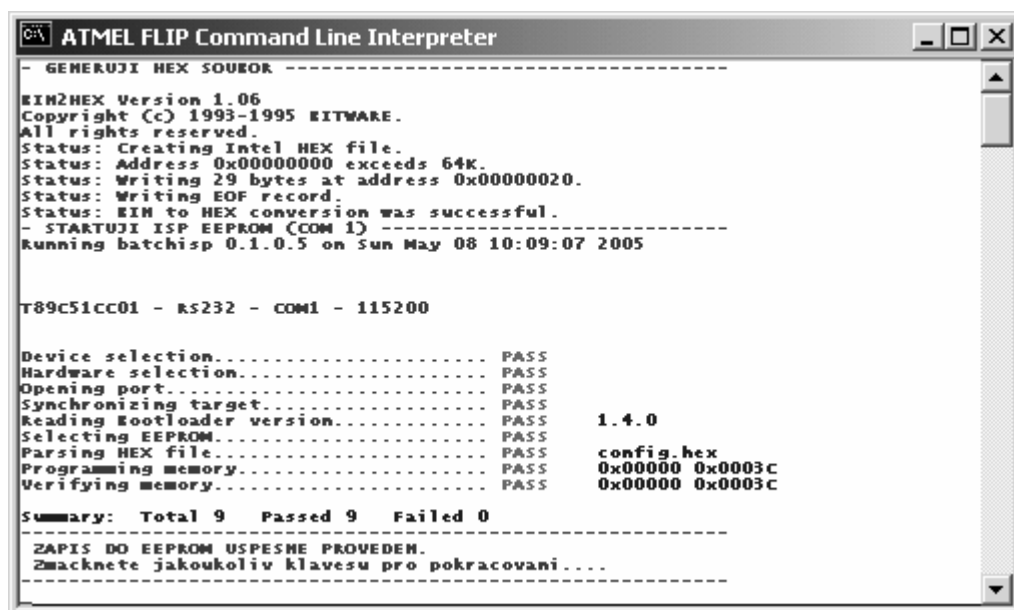
RING ON/OFF

Vstup číslo: ☒ 3

FLASH

Port: COM1 v0.2

Obr. 10: Okno konfiguračního software



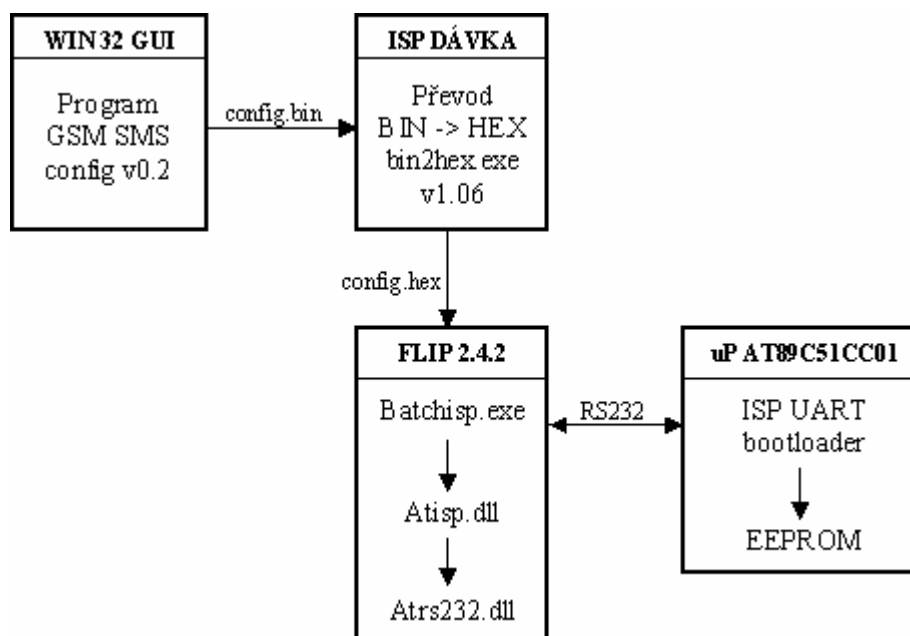
Obr. 11: Okno ISP dávky

4.2.2 Podrobný popis konfiguračního software

Konfigurační program SMS I/O karty je tvořen třemi základními moduly (programy). Jejich vzájemné propojení naleznete na *Obr. 12*.

Konfigurace a nastavování parametrů se provádí v grafickém programu pro prostředí Windows. Je napsán pomocí vývojového prostředí firmy Borland C++ Builder 6.0. Tento program generuje výstupní binární soubor config.bin (jeho strukturu naleznete v *Tab. 7*). Binární soubor je poté převeden na formát Intel HEX pomocí programu bin2hex.exe. Samotné nahrání konfigurace do EEPROM paměti procesoru realizuje program FLIP 2.4.x. O propojení jednotlivých modulů se stará ISP dávka ISP.BAT, již je předán jako parametr název COM portu, který má být použit („/1“ nebo „/2“).

Protože konfigurační program je postaven na software firmy Atmel, může být použit pouze pro jejich procesory, které však dále musejí podporovat ISP programování pomocí UART rozhraní. Dalším požadavkem je přítomnost EEPROM paměti v procesoru (tzn. paměti umožňující samostatně ukládat konfiguraci). Při použití jiného procesoru než 89C51CC01 je vhodné přepsat jeho název v ISP dávce (tzn. změnit text T89C51CC01 např. na T89C51CC03).



Obr. 12: Blokové schéma konfiguračního software

Konfigurační řetězec	1 2 3 PrimNR A SecNR 1 B SecNR 2 C Info									
	Část řetězce	Velikost	Popis							
1	1B	Číslo výstupu jež má být spínán při prozvonění (funkce RING ON/OFF). Hodnota v rozsahu 1 – 8(HEX). Ostatní hodnoty – funkce vypnuta.								
2	1B	Hodnota výstupů pro resetu procesoru. Číslo v BIN formátu v rozsahu 0 - FF(HEX).								
3	1B	Typ potvrzení provedení příkazu. 2 – potvrdit krátkým prozvoněním; 3 – potvrdit pomocí SMS; ostatní hodnoty – nepotvrzovat provedení příkazu								
PrimNR	max. 14B	Primární číslo; řetězec ASCII čísel; max. 14 znaků; Primární číslo musí být zadáno.								
A	1B	Písmeno „A“ jako oddělovač								
SecNR 1	max. 14B	Sekundární číslo 1; řetězec ASCII čísel; max. 14 znaků								
B	1B	Písmeno „B“ jako oddělovač								
SecNR 2	max. 14B	Sekundární číslo 2; řetězec ASCII čísel; max. 14 znaků								
C	1B	Písmeno „C“ jako oddělovač								
Info	max.40B	Informační řetězec; není nikterak využit; např. GSM Config v0.2 zde udává čas a datum provedení konfigurace								
Poznámka:										
Příklad konfiguračního řetězce (\X002 – HEX hodnota 02): „\X002\X0FF\X0FE420605123456A420732123456BC (<Cfg v0.2> 30.5, 20:51)“										

Tab. 7: Formát konfiguračního řetězce

4.2.3 Instalace konfiguračního software a jeho požadavky

Konfigurační program byl vyvíjen a testován pod operačním systémem Windows XP a Windows 2000. Měl by však být schopen fungovat i pod systémy Windows 9x a ME. Pro funkci programu je nezbytné, aby bylo PC vybaveno COM portem (COM1 nebo COM2). Dále je nutné, aby byl program nainstalován na disku, na němž je povolen zápis. Pro funkci programu je třeba mít nainstalovaný program FLIP 2.4.x od firmy Atmel, dostupného zdarma na adrese www.atmel.com. Tento program se používá pro programování procesorů Atmel, jež jsou vybaveny ISP rozhraním a je nezbytnou součástí konfiguračního systému.

Instalace konfiguračního programu sestává ze dvou kroků. V prvním je třeba nainstalovat program FLIP. V druhém kroku je nutné rozbalit a zkopírovat samotný program GSM Config v0.2 do hlavního adresáře programu FLIP. Tímto je instalace programu dokončena.

5. OVLÁDÁNÍ KARTY

Uživatelské použití SMS I/O karty zahrnuje dva základních módy: konfiguraci (uvedeno v kapitole 4) a samotné použití karty k dálkovému ovládání. V konfiguračním software je možné nastavit primární číslo (číslo na něž budou zasílány zprávy o změně vstupu). Sekundární čísla umožňují ovládat kartu z dalších dvou čísel. Dále je možné nastavit způsob potvrzení o provedení příkazu. Konfigurační software umožňuje aktivovat funkci spínání pomocí pouhého prozvonění. Poslední možností je nastavení výstupu na požadovanou hodnotu po provedení resetu karty.

Popis jednotlivých příkazových SMS naleznete v Tab. 8. Při zasílání SMS mohou být použity jak velké, tak malé znaky. Příkazové SMS z jiných čísel než z primárních a sekundárních jsou ignorovány. V tabulce Tab. 9 naleznete jednotlivé odpovědi a hlášení z I/O karty. Karta je vybavena dvěma LED diodami, které indikují její stav (zelená LED13, červená LED14). Po resetu karty do ovládacího režimu (ne konfiguračního) dojde ke třem krátkým bliknutím LED13, indikujícím funkčnost procesoru. Pokud tato dioda svítí, nebyla správně načtena konfigurace – znovu proveďte konfiguraci karty. LED14 signalizuje připojení mobilního telefonu (blikání – telefon nepřipojen). Pokud je připojen MT, tak zelená LED dioda signalizuje odesílání, přijímání SMS či vytočení čísla (tzv. prozvonění).

Popis příkazu	Příkaz	Poznámka
Sepnutí výstupu číslo	ZAPNI <číslo vstupu>	Sepnutí výstupu. Tato operace může být potvrzena (zaslání SMS, prozvonění). Př.: ZAPNI 1
Sepnutí všech výstupů	ZAPNI VSE	
Vypnutí výstupu číslo	VYPNI <číslo vstupu>	Vypnutí výstupu. Tato operace může být potvrzena (zaslání SMS, prozvonění). Př.: VYPNI 1
Vypnutí všech výstupů	VYPNI VSE	
Požadavek na zaslání informační SMS	INFO	Karta zašle informační SMS.
Sepnutí/vypnutí zadaného vstupu prozvoněním	prozvonění	Sepnutí a vypnutí výstupu pomocí prozvonění. Číslo výstupu je zadáno při konfiguraci (funkce RING ON/OFF)

Tab. 8: Příkazové SMS pro ovládání karty

Typ hlášení	Příklad	Popis
Potvrzovací prozvonění	prozvonění	Potvrzení provedení příkazu (sepnutí/rozepnutí výstupu) krátkým prozvoněním. Tato funkce musí být nastavena pomocí konfiguračního programu.
Informační SMS	SIG: 12, BAT: 60% (I:00001111, O: 1111000)	Informační SMS o stavu karty. Velikost signálu SIG: 0 -113 dBm nebo více 1 -111 dBm 2-30 -109 až -53 dBm 31 -51 dBm nebo více 99 neznámá Procento nabytí baterie BAT. Stav vstupů (I) a výstupů (O).
Notifikační SMS	SEPNU TI VSTUPU 1 (I:00001111, O: 1111000)	Tato SMS indikuje změnu vstupu sepnutí/vypnutí. V této SMS je dále zaslán celkový stav vstupů a výstupů.
Potvrzovací SMS	PROVEDENO! (I:00001111, O: 1111000)	Potvrzení provedení příkazu (sepnutí/rozepnutí výstupu) zasláním SMS. Tato funkce musí být nastavena pomocí konfiguračního programu.

Tab. 9: Odpovědi a hlášení I/O karty

6. SROVNÁNÍ GPRS A SMS

6.1 SROVNÁNÍ TECHNOLOGIÍ

Při realizaci dálkového ovládání zařízení pomocí GSM technologie existují dvě základní cesty. První je ovládání pomocí SMS zpráv, této problematice je věnována tato bakalářská práce. Druhou možností je využití přímého datového spojení. V tomto případě je nejvhodnější technologie GPRS (General Packet Radio Service).

Hlavní nevýhodou ovládání pomocí SMS zpráv je reakční doba. Čas od odeslání SMS zprávy po její přijetí je velmi rozdílný a záleží především na zatížení sítě. Tato skutečnost je ještě umocněna tím, že většina operátorů dává SMS zprávám menší prioritu než hlasovému volání. Tak se může stát, že při extrémním zatížení sítě nemusí být SMS zpráva vůbec doručena. Všichni operátoři v ČR garantují doručení SMS zprávy pouze z našeho území, mohou se tak vyskytnout problémy při snaze ovládat dané zařízení pomocí SMS ze zahraničí. Hlavní výhodou tohoto typu ovládání je jednoduchost implementace do mikroprocesoru. Další nezanedbatelnou výhodou je možnost použít levnější typ mobilního telefonu. K tomuto účelu postačuje jakýkoliv mobilní telefon podporující AT příkazy viz. *Tab. 15*. Tento typ ovládání je vhodný u aplikací, kde není neustále požadován styk nadřazeného celku a řízeného zařízení a tam kde je nízký „datový tok“ meze těmito členy.

Hlavní výhodou použití technologie GPRS je neustálý styk z ovládaným zařízením a tedy odpadá problém z delší reakční dobou. Tato technologie je ovšem též závislá na zatížení GSM sítě. Maximální teoretická přenosová rychlost je 171,1kb/s. V běžném provozu se tato hodnota pohybuje kolem 70kb/s (v závislosti na používaném kódovacím schématu CS-1 až CS-4). Při velkém vytížení může být přenosová rychlost rapidně snížena. Při nedostatečném signálu či extrémním zatížení sítě nemusí být vůbec navázána komunikace. Dále je nutné použít dražší typ přístroje podporujícího tento typ komunikace. Protože se jedná o komunikaci typu „modem-modem“, je třeba použít u řídicího mobilního telefonu zařízení, jež dokáže interpretovat přenášená data. V tomto případě se nám naskýtá možnost použití

mobilního telefonu podporujícího Java aplikace. Takto speciálně vytvořený program pro MT nám může poskytnout komfortní ovládání řízeného zařízení bez nutnosti použití PC. Dalším velkým přínosem je možnost ovládání zařízení přímo z internetu. Ovládání pomocí GPRS je vhodné pro složitější aplikace a kontinuální ovládání. Principálně existují dva základní přístupy pro použití technologie GPRS k dálkovému ovládání:

- přímé spojení pomocí GPRS mezi dvěma mobilními telefony (tento způsob je jednodušší na realizaci, ale jeho hlavní nevýhodou je vysoká cena realizovaného spojení)
- použití připojení do sítě Internet pomocí GPRS (levnější a flexibilnější přístup, možnost implementace www serveru přímo do karty)

Nejvhodnějším a nejekonomičtějším způsobem ovládání pomocí GSM sítě je skloubení obou přístupů - ovládání pomocí SMS zpráv a GPRS připojení do sítě Internet. GPRS technologie by zde byla použita pro ovládání díky zabudovanému jednoduchému www serveru (na způsob projektu Web51). Pro hlášení výjimečných či chybových stavů by byly použity SMS zprávy.

6.2 CENOVÉ SROVNÁNÍ

Nezanedbatelným porovnávacím parametrem ovládání pomocí GPRS a SMS zpráv je cenové srovnání. A to jak s ohledem na pořizovací náklady, tak na náklady provozní.

Pořizovací náklady v dnešní době jsou skoro zanedbatelné. Cena I/O karty se pohybuje kolem 1.000 Kč. Pro ovládání pomocí SMS zpráv hovoří nižší cena mobilního telefonu, který nemusí podporovat technologii GPRS. V dnešní době však drtivá většina nových telefonů podporuje GPRS, včetně i těch nejlevnějších modelů v cenové kategorii do 2.000 Kč. Z tohoto se důvodu přestává hlavní handicap hovořící proti GPRS technologii vlastně existovat.

Nejvyššími náklady při použití GSM technologie pro dálkové ovládání jsou tedy náklady provozní. Na rozdíl od zařízení pracujících v ISM pásmu (2,4GHz), kde hlavní složku nákladů tvoří náklady pořizovací, neboť zde není zpoplatněn datový přenos. Ceny odesílání SMS se výrazně liší u jednotlivých operátorů a podle zvoleného tarifu. Jejich zkrácené srovnání naleznete v *Tab. 10*.

Operátor	Tarif	Cena jedné SMS	Poznámka
EUROTEL	Eurotel SMS (MAX)	1,90 (1,00)	Měsíční paušál 180,- Měsíčně 150 SMS zdarma.
	Eurotel Bronze – Diamant (MAX)	1,90 (1,00)	Měsíční paušál 180,- až 3.100,-.
	Eurotel START	1,00	Měsíční paušál 40,-.
	Eurotel Pohoda	1,20	Měsíční paušál 150,- Měsíčně 150 SMS zdarma.
	Original, Quatro GO	3,11	Předplacené služby.
	Fun GO	1,68	
OSKAR	Tarify Naplno	1,00	Měsíční paušál 50,- až 1.600,-. Volné minuty 0 až 500.
	Odepiš	Do sítě Oskar: 0,35	Měsíční paušál 10,-. Počet volných minut do sítě Oskar 40.
		Ostatní sítě: 1,50	
	Mezi námi	Do sítě Oskar: 0,50	Měsíční paušál 550,-. Počet volných minut do sítě Oskar 300.
		Ostatní sítě: 1,50	
Oskarta	2,00	Předplacená služba.	
T-MOBILE	T30 – T500	1,70	Standardní tarify T-Mobile. Měsíční paušál od 190,- do 1.790,-. Počet volných minut 30 až 500.
	T30 – T500 HIT	1,00	Předplacené služby.
	Twist Standard, Home	2,85	
	Twist SMS, Extra	1,68	
Poznámka: Ceny jsou uvedeny v Kč bez DPH. Ceník operátora Oskara platný od 1.5.2005. Ceník T-Mobile platný od 4.5.2005. Ceník Eurotel platný od 15.5.2005.			

Tab. 10: Ceny SMS u jednotlivých operátorů

Při použití GPRS technologie se cena odvíjí od jejího způsobu použití. Přímé připojení je nevhodné převážně z důvodů vysokých nákladů. Oskar a T-Mobile zpoplatňují tento datový přenos mezi mobilními telefony jako hlasové či faxové volání. Cena tohoto spojení se výrazně liší od použitého operátora a denní doby (špička či mimo špičku). Cena však neklesá pod 3 Kč/min. (vč. DPH). Jedině Eurotel nabízí datový tarif, kde jsou tyto služby zpoplatněny 2,40 Kč/min. (vč. DPH) mimo špičku. Použití GPRS technologie pro přístup na Internet je zato velmi ekonomické.

U základních tarifů je účtována sazba 0,06 Kč/kB. Platí se tedy za přenesená data. Stručné srovnání jednotlivých sazeb operátorů naleznete v *Tab. 11*.

Operátor	GPRS tarif	Cena připojení	Poznámka
EUROTEL	Eurotel Data Nonstop	699Kč	Neomezený přístup za paušál.
	Data Plus	0,025 Kč/kB	Volných 20MB. Paušál 299,-.
	Data	0,03 Kč/kB	Měsíční paušál 195,-.
	GPRS Instant	0,20 Kč/kB	Základní tarif, bez paušálu.
OSKAR	Nadlouho	200Kč – 800Kč	Základem je 200,- (do 10MB). Za každých dalších 30MB se platí 200,-. Po překročení 70MB neomezené stahování.
	Naskok, Oskarta	0,05 Kč/kB	Základní tarif, bez paušálu.
T-MOBILE	Basic	0,06Kč/kB	Základní tarif, bez paušálu.
	WAP	0,06 Kč/kB	Cena 49,-
	Standard	0,03 (0,015) Kč/kB	Volných 5MB. Paušál 199,-
	Business	0,015 Kč/kB	Volných 50MB. Paušál 499,-
	Unlimited	699 Kč	Neomezený přístup za paušál.
Poznámka: Ceny jsou uvedeny v Kč bez DPH. Ceník operátora Oskara platný od 1.5.2005. Ceník T-Mobile platný od 4.5.2005. Ceník Eurotel platný od 15.5.2005.			

Tab. 11: Ceny připojení přes GPRS

Z cenového srovnání ovládání vychází nejlépe připojení do sítě Internet pomocí technologie GPRS. Zde je cena přibližně již zmíněných 0,06 Kč/kB, což je výrazně méně než u jedné SMS, která stojí v průměru 1,50 Kč (pouze 160 znaků). Je patrné, že pro větší datové toky není použití SMS vhodné. Za stejnou cenu jako zaslání 1 SMS zprávy je možné přenést přes GPRS až 100x více dat. Ceny byly aktuální v době napsání bakalářské práce. Proto doporučuji se informovat o aktuálních cenových relacích na www stránkách příslušných operátorů.

7. ZÁVĚR

Úkolem této bakalářské práce byl návrh a realizace řídicího software a elektroniky I/O karty ovládané pomocí SMS zpráv. Tento úkol se povedlo bezezbytku splnit. Výsledkem je plně funkční kompaktní zařízení, jež je možné použít k danému účelu.

V tomto dokumentu je uveden návrh hardware karty, který byl realizován podle zadaných specifikací. Jsou zde uvedeny veškeré relevantní informace potřebné pro fyzickou realizaci samotného hardwaru SMS/IO karty (schéma zapojení, návrh desky plošného spoje, postup osazení a oživení karty). Součástí bakalářské práce je dále ovládací a konfigurační software, jež implementuje samotné ovládání karty a umožňuje jednoduchou konfiguraci pomocí grafického programu pro prostředí Windows. Řídicí software je tvořen modulárně a umožňuje použití i v jiných aplikacích. Je zde též úvod do problematiky použití dálkového ovládání pomocí mobilního telefonu a SMS zpráv. V poslední části práce je uvedeno srovnání použití SMS zpráv a GPRS technologie pro vzdálené řízení. Z tohoto srovnání vyplývá, že je mnohem vhodnější použití GPRS technologie. Je to především dáno nižšími náklady na provoz takového zařízení a též možností nasazení na složitější typy dálkového řízení (ovládání). Navrhnutá karta je však dostatečně univerzální a je jí možné použít i pro jiné účely než byla vyvinuta. Při dostatečné úpravě řídicího softwaru je možné její nasazení i pro použití GPRS technologie.

Funkčnost karty a řídicího software byla dostatečně testována. Při jejím použití se nevyskytly žádné závažnější problémy. Její nasazení do praktického provozu by si však vyžádalo důkladnější kontinuální testování, jež nemohlo být z časových a finančních důvodů provedeno. Navrhnuté a realizované zařízení je srovnatelné s komerčními produkty stejné kategorie. Jsou zde však implementovány i funkce, jež u komerčních produktů nejsou běžné.

8. OBSAH CD

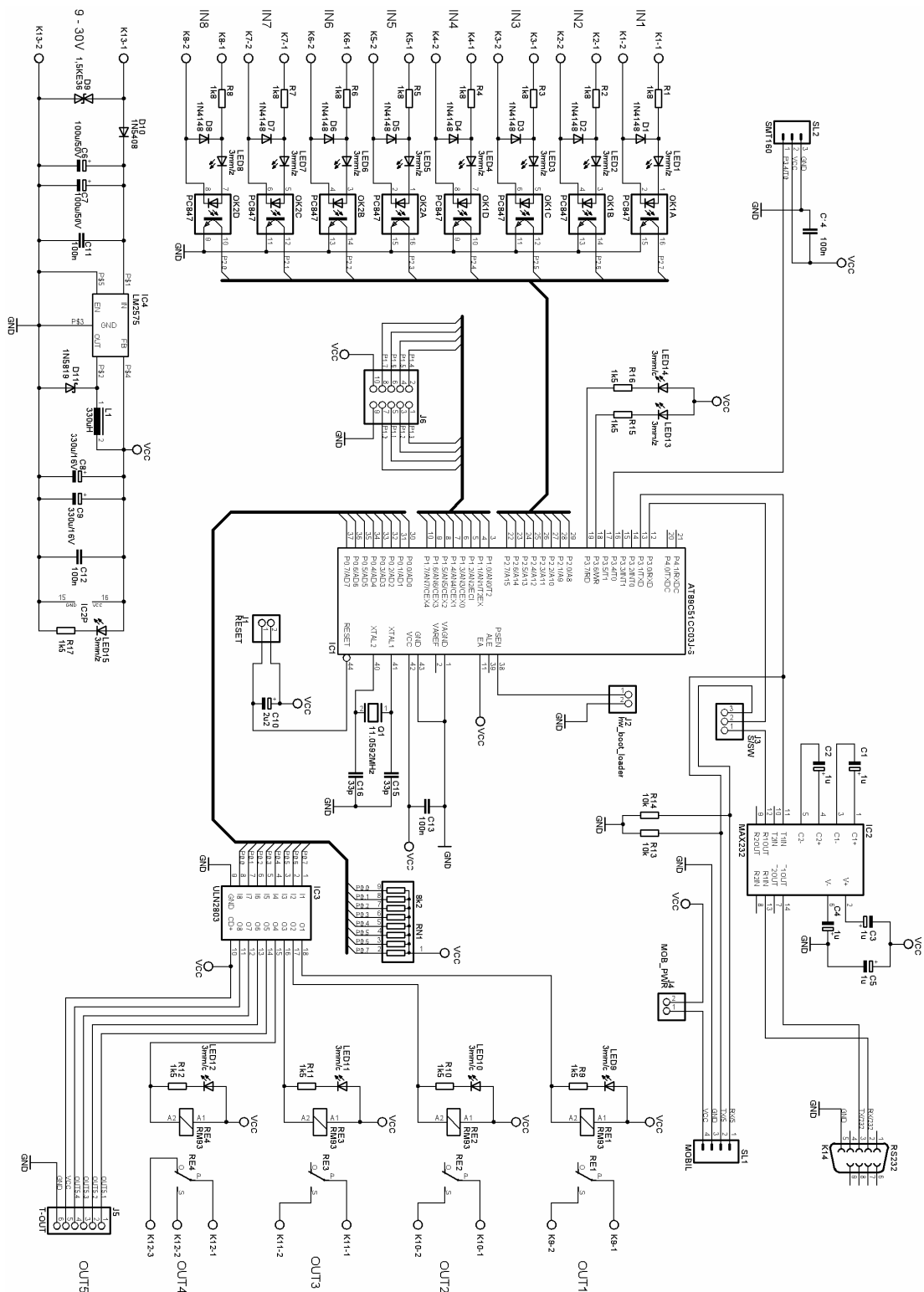
- elektronická verze bakalářské práce
- schéma zapojení a obrazec plošného spoje SMS I/O karty v programu Eagle 4.11
- schéma zapojení a obrazec plošného spoje rozšiřující karty výstupů v programu Eagle 4.11
- schémata zapojení a obrazce plošného spoje ve formátu BMP
- instalace konfiguračního software GSM Config v0.2
- zdrojové kódy programu GSM Config v0.2 v C++ Builder 6.0
- zdrojové kódy řídicího software pro SMS I/O karty (C Keil V2.40a)
- instalační program FLIP 2.4.2 od firmy ATMEL (www.atmel.com)
- program PDUspy (1.0.0.483) od Norberta Hüttische (<http://www.nobbi.com>)
- program pro ovládání T10s a jiné telefony (Siemens) verze 1.1 od Pavla Šimčíka (<http://www.sweb.cz/pajkadrak>)

9. LITERATURA

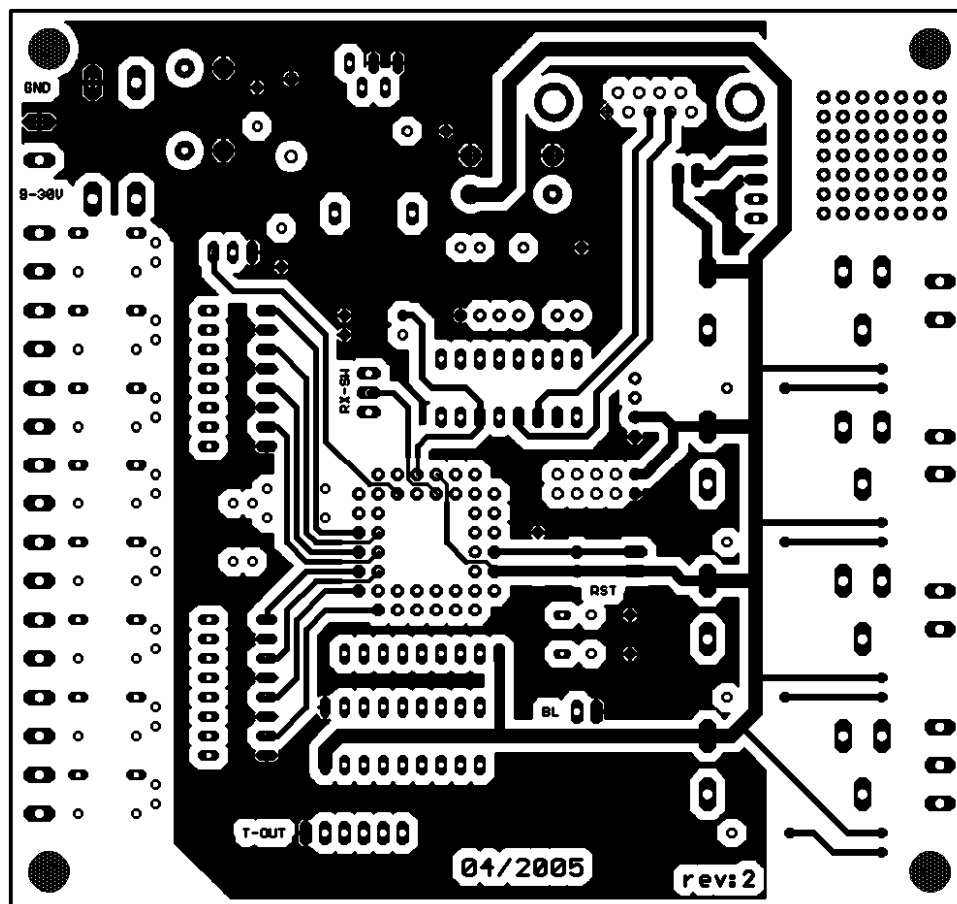
- [1] ATMEL. *AT89C51CC03 Datasheet* [online]. c2004, 08/2004 [cit. 2004-12-10].
Dostupný z WWW: <http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc4182.pdf>.
- [2] ATMEL. *AT89C51CC01 Datasheet* [online]. c2005, 06/2004 [cit. 2005-03-08].
Dostupný z WWW: <http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc4129.pdf>.
- [3] ATMEL. *Hardware Connections for C51 Microcontrollers* [online]. c2004, 05/2004
[cit. 2004-12-10]. Dostupný z WWW:
<http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/C51_Hardware_Connections.pdf>
- [4] AMNEZ. *BraMo - GSM brány a pagery* [online]. 2.3.2001, 30.03.2005 [cit. 2005-05-11].
Dostupný z WWW: <<http://bramo.pcsvet.net/>>.
- [5] EUROTTEL. *Přehled tarifů* [online]. c2005 [cit. 2005-05-13]. Dostupný z WWW:
<<http://www.eurotel.cz>>
- [6] HANKOVEC DAVID. *Alarm s přenosem poplachu po síti GSM* [online]. c2002-2004,
27.11.2004 [cit. 2004-12-10]. Dostupný z WWW:
<http://www.dhservis.cz/dalsi_1/dalsi_alarmy.htm>.
- [7] HANKOVEC DAVID. *Alarm s přenosem poplachu po síti GSM – II. generace* [online].
c2002-2004, 17.8.2004 [cit. 2004-12-10]. Dostupný z WWW:
<http://www.dhservis.cz/dalsi_1/alarm_2_generation.htm>.
- [8] HW SERVER. *HW server představuje - RS-232* [online]. c2003 [cit. 2004-12-10].
Dostupný z WWW: <<http://www.hw.cz/projects/rs232/index.html>>
- [9] KABEŠ KAREL, VACULÍKOVÁ EVA. *Bezdrátový přenos dat v současné automatizační praxi* [online]. c2004 [cit. 2005-05-12] Dostupný z WWW:
<<http://www.automatizace.cz/article.php?a=209>>
- [10] KINGBRIGHT, *Datasheet KB817 Series* [online]. c2002, 19.4.2002 [cit. 2004-12-10].
Dostupný z WWW: <<http://www.ges.cz/sheet/k/kb8k7.pdf>>
- [11] OSKAR MOBIL. *Přehled tarifů a služeb* [online]. c2005 [cit. 2005-05-13].
Dostupný z WWW: <<http://www.oskar.cz>>
- [12] NATIONAL SEMICONDUCTOR, *Datasheet LM2575* [online]. c2004 [cit. 2004-12-10].
Dostupný z WWW: <<http://cache.national.com/ds/LM/LM1575.pdf>>
- [13] HÜTTISCH NORBERT, *Nobbis GSM-Seiten* [online]. c2005, 27.2.2005
[cit. 2005-5-11]. Dostupný z WWW: <<http://www.nobbi.com>>
- [14] PETTERSSON LARS, *SMS and the PDU format* [online]. c2004 [cit. 2004-12-10].
Dostupný z WWW: <<http://www.dreamfabric.com/sms/>>
- [15] RADEK TARABA, *Aplikování sběrnice CAN* [online]. c1997-2002 [cit. 2004-12-10].
Dostupný z WWW: <http://www.hw.cz/rozhrani/can/aplikace_can.html>

- [16] SIEMENS, *Manual Reference AT Command for the SIEMENS Mobile Phones* [online]. c2000, 15.03.2000 [cit. 2004-12-10]. Dostupný z WWW: <<http://bramo.pcsvet.net/soubory/atc35.zip>>
- [17] SMARTEC, *Temperature sensor SMT160-30* [online]. c2003, 24.11.2003 [cit. 2004-12-10]. Dostupný z WWW: <<http://www.smartec.nl/pdf/DSSMT16030.PDF>>
- [18] STROBACH KAREL, *Implementace SMS protokolu do mikrořadiče x52* [online]. c2003 [cit. 2004-12-10]. Dostupný z WWW: <<http://kaes.webpark.cz/SMS/index.html>>
- [19] T-MOBILE CZ. *GPRS tarify* [online]. c2005 [cit. 2005-05-13]. Dostupný z WWW: <<http://www.t-mobile.cz>>
- [20] TORRADO LUIS, *Avisador de alarma por mensaje corto* [online]. c2004, 30.6.2004 [cit. 2004-12-10]. Dostupný z WWW: <<http://avisadorgsm.iespana.es/avisadorgsm/>>
- [21] TOSHIBA, *Datasheet ULN2803- 8ch Darlington sink array* [online]. c1998, 6.10.1999 [cit. 2004-12-10]. Dostupný z WWW: <<http://www.ges.cz/sheet/u/uln2803.pdf>>

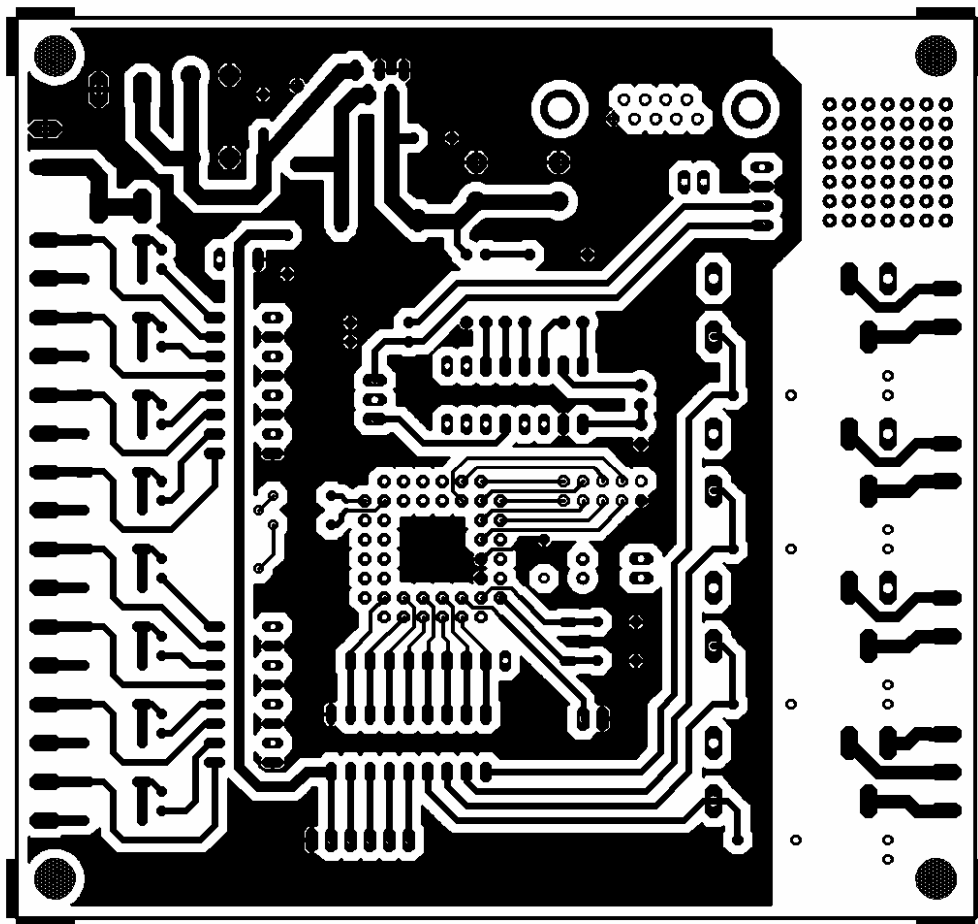
10. PŘÍLOHY



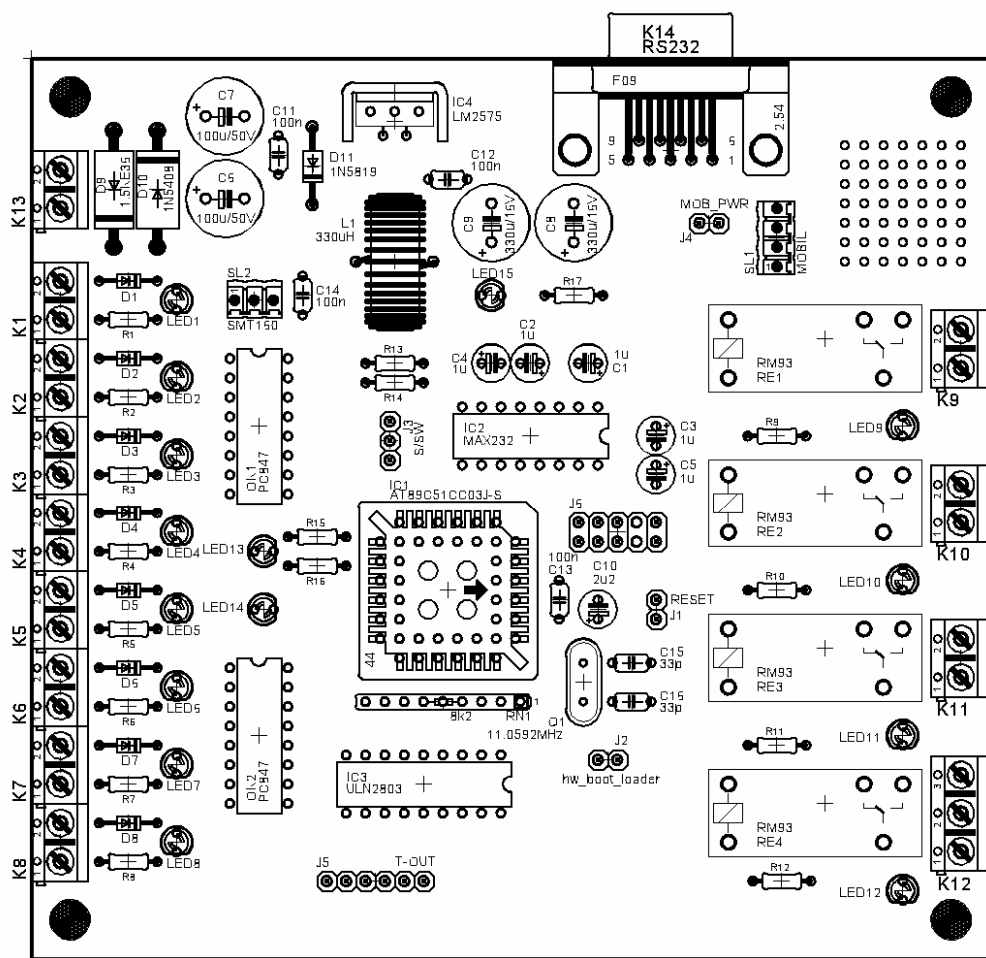
Obr. 13: Schéma zapojení SMS I/O karty



Obr. 14: Obrazec plošného spoje z horní strany



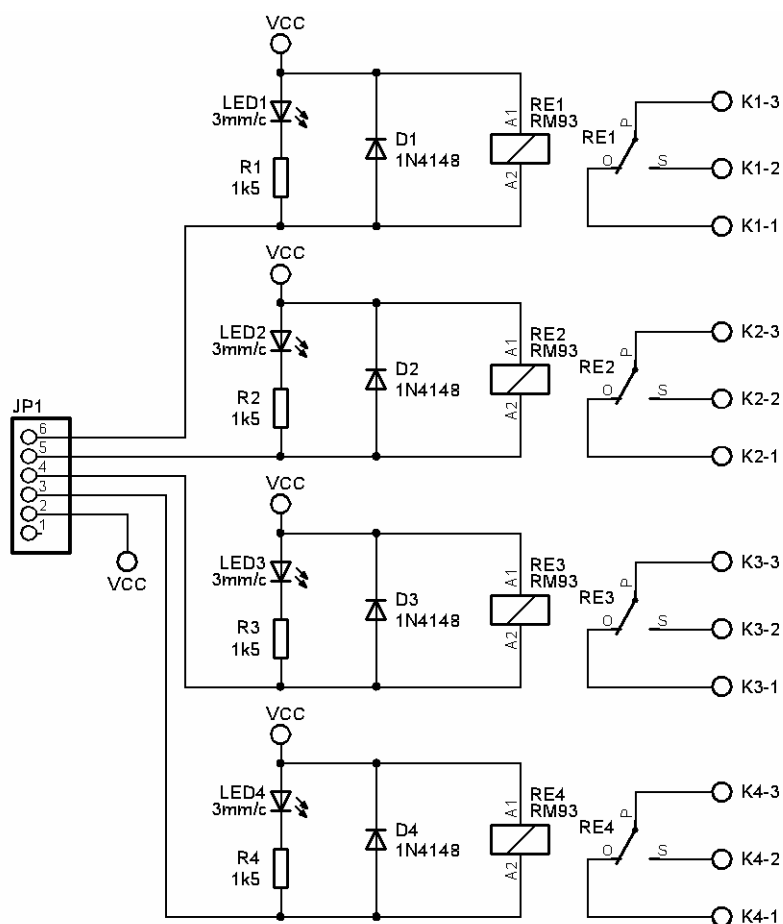
Obr. 15: Obrazec plošného spoje z dolní strany



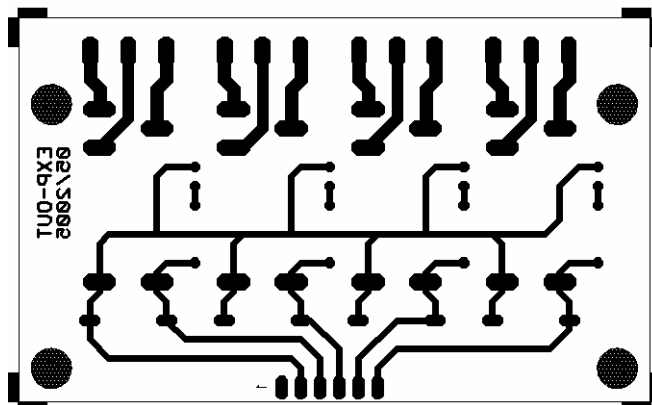
Obr. 16: Osazovací obrazec DPS

	Název	Hodnota	Poznámka
Rezistory	R1-R8	1k8	subminiaturní provedení 204 (0,25W)
	R9-12, R14-R17	1k5	subminiaturní provedení 204 (0,25W)
	R13, R14	10k	subminiaturní provedení 204 (0,25W)
	RN1	8x8k2	odporová síť v pouzdře SIL9
Kondenzátory	C1-C5	1u/50V	min. 10V
	C6, C7	100u/50V	low ESR (s malým sériovým odporem)
	C8, C9	330u/16V	low ESR (s malým sériovým odporem)
	C10	2u2/50V	min. 10V
	C11-C14	100n	
	C15, C16	33p	
Cívka	L1	330uH/1A	toroidní provedení
Diody	D1-D8	1N4148	
	D9	1,5KE36	bipolární transil 36V/600W
	D10	1N5408	
	D11	1N5819	
	LED1-LED8	3mm/zelená	standardní (20mA)
	LED9-12, LED14	3mm/červená	nízkopříkonová (2mA)
	LED13, LED15	3mm/zelená	nízkopříkonová (2mA)
IO	IC1	AT89C51CC03	nebo jiný z řady CCx (např. 89C51CC01)
		1x patice PLC44	pro klasickou montáž
	IC2	MAX232	
		1x patice DIL16	
	IC3	ULN2803	
		1x patice DIL18	
	IC4	LM2575	
	OK1, OK2	PC847	
Ostatní		2x patice DIL16	
	Q1	11,0592MHz	standardní přesný krystal v kov. pouzdře
	RE1-RE4	RM93/6V	přepínací relé 250V/8A
	SL1	print 4pin	pinový konektor se zámkem 4piny
	SL2	print 3pin	pinový konektor se zámkem 3piny
	K1-K11, K13	ARK500/2	2x svorkovnice 250V/8A, 10mm
	K12	ARK500/3	3x svorkovnice 250V/8A, 10mm
	K14	CANON/9	samec
	J1-J7	PINHD	lámací jumperová lišta 30 pinů

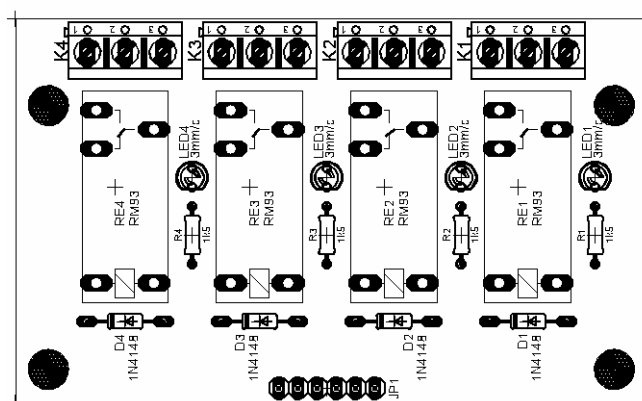
Tab. 12: Seznam součástek



Obr. 17: Schéma zapojení rozšiřující karty výstupů



Obr. 18: Obrázec plošného spoje rozšiřující karty výstupů



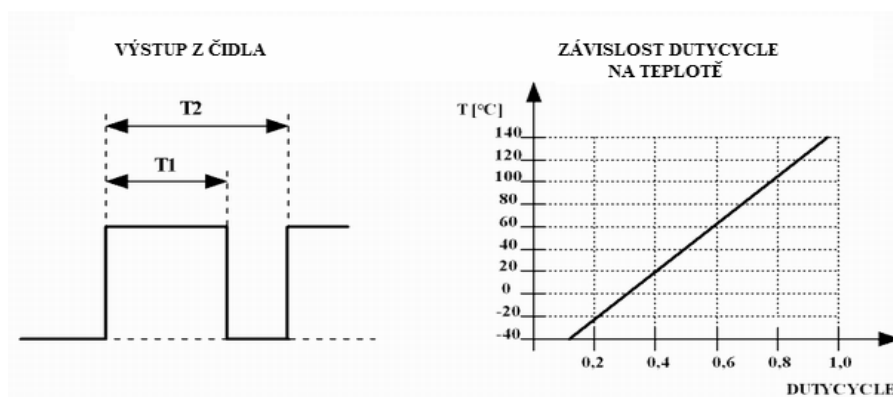
Obr. 19: Osazovací obrazec rozšiřující karty výstupů

Název	Hodnota	Poznámka
R1-R4	1k5	subminiaturní provedení 204 (0,25W)
D1-D4	1N4148	
LED1-LED4	3mm/červená	nízkopříkonová (2mA)
K1-K4	ARK500/3	3x svorkovnice 250V/8A, 10mm
RE1-RE4	RM93/6V	přepínací relé 250V/8A
J1	PINHD	6 kontaktů z lámací jumperové lišty

Tab. 13: Seznam součástek rozšiřující karty výstupů

Stručný popis použití čidla SMT160-30:

SMT160-30 firmy Smartec je teplotní čidlo s rozsahem -45°C až 130°C . Přesnost tohoto čidla v pouzdře TO92 je $0,7^{\circ}\text{C}$. Čidlo může být napájeno $4,75\text{--}7\text{V}$ a jeho spotřeba je menší než 1mW . Výstupem čidla je digitální signál. Jeho střída odpovídá aktuální teplotě podle vzorce $T1/T2 = 0.32 + 0.0047 \cdot t$.



Obr. 20: Čidlo SMT160-30

Princip měření teploty s čidlem SMT160-30:

K zjištění teploty musíme určit střidu signálu a přepočítat ji na teplotu. Nejjednodušší metodou, jak určit střidu je několikrát otestovat logickou úroveň signálu a ze zjištěných údajů určit teplotu podle vzorce:

$$\text{Teplota } [^{\circ}\text{C}] = \left(\frac{t2}{t1 + t2} \right) - 0,32 \bigg/ 0,0047$$

kde:

t1 je počet měření, kdy byla na portu zjištěna logická 0

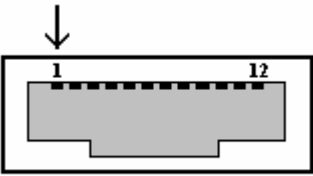
t2 je počet měření, kdy byla na portu zjištěna logická 1



Zapojení vyvodu:
1 - výstup
2 - +U_{cc}
3 - GND

TO-92

Obr. 21: Pouzdro čidla SMT160-30

Nákres konektoru	pin	Funkce pinu
	1	GND
	2	Vstup pro nastavení nabíjecího režimu
	3	Vstup pro nabíjení baterie
	4	Výstup baterie
	5	Výstup DATA (TX)
	6	Vstup DATA (RX)
	7	Detekce / nastavení příslušenství (CLK)
	8	Detekce / nastavení příslušenství(DATA)
	9	GND pro externí mikrofon
	10	Vstup pro externí mikrofon
	11	Výstup externího reproduktoru
	12	GND pro externí reproduktor

Tab. 14: Systémový konektor MT řady x35

Výrobce	Typ MT	Parametry komunikace ¹⁾	AT	AT pro SMS ²⁾
SIEMENS	C10	19200/8/N/1	X	X
	C35 (M,S,ME)	19200/8/N/1	X	X
	C45	19200/8/N/1	X	X
	A50	19200/8/N/1	X	-
	M50	19200/8/N/1	X	X
	C55	19200/8/N/1	X	X
ERICSSON	GA628	9600/8/N/1	X	-
	GF788	9600/8/N/1	X	-
	GF768	9600/8/N/1	X	X
	SH888	9600/8/N/1	X	X
	T10s	9600/8/N/1	X	X
	A1018s	9600/8/N/1	X	-
	T28s	9600/8/N/1	X	X
	R310s	9600/8/N/1	X	X
	R310s	9600/8/N/1	X	X
	T65	9600/8/N/1	X	X
ALCATEL	501	19200/8/N/1	X	X
Poznámka: V tabulce jsou uvedeny MT podporující AT příkazy verze GSM 07.05, GSM 07.07. Tabulka obsahuje pouze starší typy MT, jež jsou díky příznivé pořizovací ceně vhodné k použití v realizované aplikaci. Tabulka byla částečně převzata ze stránek: http://bramo.pcsvet.net/ 1) Parametry komunikace: přenosová rychlost(Bd)/počet bitů/parita (N=žádná)/počet stop bitů 2) Podpora telefonu pro AT příkazy sloužící pro práci s SMS (odesílání, přijímání)				

Tab. 15: Seznam telefonů podporujících AT příkazy

AT příkaz	Popis	Příklad povelu	Příklad odpovědi z MT	Poznámka
AT ¹⁾	Umožňuje otestovat komunikaci s MT	AT <CR>	OK	
ATA	Vyzvednutí příchozího hovoru	ATA <CR>	OK	Pokud na MT žádný hovor nepřichází tak MT odešle ERROR. Příchozí hovor MT oznamuje znaky RING.
ATH ¹⁾	Zrušení probíhajícího hovoru	ATH <CR>	OK	
ATD	Vytočení telefonního čísla	ATD605123456; <CR>	OK	MT vytočí tel. č. 605123456. Pokud nemá MT signál, tak odpoví NO CARRIER.
AT +CPBR	Vyčte z MT seznam telefonních čísel	AT+CPBR=1,2 <CR>	+CPBR: 1, "123",129,"OLDA" +CPBR: 2, "456",129,"PEPIK" OK	Vyčte z MT tel. čísla od místa 1 do místa 2. Před tímto příkazem je třeba definovat paměť z které chceme číst viz. AT+CPBS.
AT +CPBS	Definuje pozici telefonního seznamu	AT+CPBS="SM" <CR>	OK	"SM" = výběr tel. seznamu na SIM kartě "ME" = výběr tel. seznamu v MT Default = "SM"
AT +CMGL	Vypíše požadované SMS zprávy	AT+CMGL=0 <CR>	+CMGL:1,0,,26 079124602009999 0040C9124606021 436500002050020 243610808576D0C 37BB6963 OK	Číslo v příkazu udává typ čtených zpráv: 0 - přijaté, nečtené zprávy (default) 1 - přijaté, přečtené zprávy 2 - uložené, neodeslané 3 - uložené, odeslané 4 - všechny zprávy
AT +CMGD ¹⁾	Smazání příslušné SMS zprávy	AT+CMGD=1 <CR>	OK	Číslo v příkazu udává pozici zprávy, která má být smazaná
AT +CMSS	Odešle SMS zprávu uloženou v paměti MT	AT+CMSS=1 <CR>	+CMSS:12 OK	Číslo v příkazu udává pozici zprávy v seznamu.

Poznámka:

Znak <CR> = ENTER (0x0DH). Použité AT příkazy verze: GSM 07.05, GSM 07.07. Odpovědi z telefonu S35i. 1) Příkazy použité v ovládacím SW karty.
Standardní odpovědi MT: OK – příkaz proveden bez chyb, RING – detekováno volání, NO CARRIER – MT nemá signál nebo odpojen od sítě, ERROR – špatný příkaz nebo příliš dlouhý příkaz, NO DIAL TONE – telefon nedetekoval vyzváněcí tón, BUSY – telefon je zaneprázdněn, CMTI – oznámení příchozí SMS (nutno zapnout službu pomocí AT+CNMI)

Tab. 16: Základní AT příkazy

AT příkaz	Popis	Příklad příkazu	Příklad odpovědi z MT	Poznámka
AT+CMGR ¹⁾	Přečte SMS z definované pozice v paměti	AT+CMGR=1<CR>	+CMGR: 1,,23 0791246020099990 040C91246060214 3650000205002024 3610808576D0C37 BB6963 OK	SMS je v PDU formátu.
AT+CMGS ¹⁾	Odeslání SMS zprávy v PDU formátu	AT+CMGS=23 0791246020099990 040C91246060214 3650000205002024 3610808576D0C37 BB6963 <Ctrl-Z/ESC>	+CMGS:23 OK nebo +CMGS:23 ERROR	Příkaz vrací OK pokud se povedlo odeslat SMS zprávu. ERROR – nepovedlo se odeslat SMS, špatný tvar PDU, špatné číslo SMSC
AT+CNMI ¹⁾	Nastavení notifikace při příchodu SMS	AT+CNMI=1,1,0,2<CR>	OK	Příchozí SMS pak MT oznamuje: +CMTI: "SM",1 (číslo udává pozici v paměti MT)
AT+CLIP ¹⁾	Zapnutí identifikace při vyzvánění	AT+CLIP=1<CR>	OK	Telefon zobrazuje při příchozím hovoru i telefonní číslo. Např.: RING+CLIP: +420605123456,145
AT^SMSO	Vypnutí MT	AT^SMSO<CR>	^SMSO: MS OFF OK	
AT+CBC ¹⁾	Zjištění nabití baterie	AT+CBC<CR>	+CBC: 0,60 OK	První číslo: 0 – MT napájen z baterie Druhé číslo: % - nabití baterie
AT+CSQ ¹⁾	Zjištění kvality signálu	AT+CSQ<CR>	+CSQ: 15,99 OK	První číslo – kvalita signálu (15 = -83dBm)
ATE ¹⁾	Zapíná a vypíná echo	Vypnutí echa: ATE0<CR> Zapnutí echa: ATE1<CR>	OK	Zapnuté echo znamená že při zadání příkazu do MT se vám před potvrzením vrátí i zadáný příkaz. Standardně je echo zapnuté.

Poznámka:

Znak <CR> = ENTER (0x0DH). Použité AT příkazy verze: GSM 07.05, GSM 07.07. Odpovědi z telefonu S35i. 1) Příkazy použité v ovládacím SW karty.

Standardní odpovědi MT: OK – příkaz proveden bez chyb, RING – detekováno volání, NO CARRIER – MT nemá signál nebo odpojen od sítě, ERROR – špatný příkaz nebo příliš dlouhý příkaz, NO DIAL TONE – telefon nedetekoval vyzváněcí tón, BUSY – telefon je zaneprázdněn, CMTI – oznámení příchozí SMS (nutno zapnout službu pomocí AT+CNMI)

Tab. 17: Základní AT příkazy (pokračování)