

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Řízení PC pomocí GSM

Praha, 2009

Autor: Lukáš Hanzlík

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v příloženém seznamu.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č.121/2000 Sb. , o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 22.1.2009



podpis

Poděkování

Děkuji především vedoucímu bakalářské práce Ing. Janu Havlíkovi Ph.D. za jeho pomoc a trpělivé vedení během tvorby této práce.

Dále děkuji všem blízkým, kteří mě po celou dobu studia na FEL ČVUT podporovali.

Abstrakt

Tato práce se zabývá návrhem a realizací zařízení pro ovládání PC. Cílem této práce je navrhnout a realizovat zařízení, které bude schopno zapnout, vypnout a resetovat PC pomocí GSM. Komunikaci v síti GSM bude zprostředkovávat mobilní telefon připojený k zařízení. Řízení resetovacího zařízení bude obstarávat jednočipový mikroprocesor.

Abstract

This work concerns the design and realization of PC control devices. The aim of this work is the design and implementation of a device, which will be able to turn on, off and reset the PC using GSM. Communication in the GSM network will be facilitated by a mobile phone connected to the device. The device will be using a single-chip microprocessor.

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická

Katedra řídicí techniky

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student: **Lukáš Hanzlík**

Studijní program: Elektrotechnika a informatika (bakalářský), strukturovaný
Obor: Kybernetika a měření

Název tématu: **Ovládání PC pomocí GSM**

Pokyny pro vypracování:

1. Seznamte se s problematikou ovládání na dálku pomocí GSM.
2. Navrhněte zařízení umožňující zapnutí / vypnutí a reset počítače pomocí GSM.
3. Realizujte navržené zařízení.

Seznam odborné literatury:

Dodá vedoucí práce

Vedoucí: Ing. Jan Havlík

Platnost zadání: do konce zimního semestru 2008/2009



prof. Ing. Michael Šebek, DrSc.
vedoucí katedry



n.z. M. Duvalom
doc. Ing. Boris Šimák, CSc.
děkan

V Praze dne 25. 2. 2008

Obsah

Seznam obrázků	9
Seznam tabulek	10
1 Úvod	1
2 Popis	2
3 GSM resetátory na trhu	3
3.1 PG-03 RESETATOR	3
3.2 PG-03 PROFI RESETATOR	4
3.3 PG-Mini	4
4 Komunikace	5
4.1 Komunikace s mobilním telefonem	5
4.2 Komunikace - jednočipový mikropočítač a PC	6
5 Mobilní telefon	9
5.1 Výběr vhodného mobilního telefonu	9
5.2 Mobilní telefon Siemens M35	10
6 AT příkazy	11
6.1 Syntaxe AT příkazů	11
6.2 Použité AT příkazy	12
7 SMS zprávy	13
7.1 Práce s SMS	13
7.2 PDU rámec	16
7.2.1 Dekódování SMS zprávy	18

8	Jednočipový mikroprocesor	19
8.1	Volba jednočipového procesoru	19
8.2	AT89LP2052	20
9	Hardware	21
9.1	Napájení	21
9.2	Spínací část	22
9.3	Zapojení mikropočítače	23
10	Program	25
10.1	Popis firmwaru	27
10.1.1	Nastavení rychlosti jednotky UART	27
10.1.2	Vyslání příkazu ATE	27
10.1.3	Kontrola komunikace s mobilním telefonem	28
10.1.4	Předzpracování nepřečtených SMS	28
10.1.5	Porovnávání textů s příchozí SMS	29
10.1.6	Vymazání SMS	29
11	Závěr	30
	Literatura	30
A	Citace	I
A.1	Podrobnější popis	II
A.2	Význam jednotlivých pinů	V
A.3	Základní odlišnosti oproti standardu 8051	VII

Seznam obrázků

4.1	Úprava napěťových úrovní č.1	5
4.2	Úprava napěťových úrovní č.2	6
4.3	Přímé propojení	6
4.4	Popis pinů pouzdra	7
4.5	Vnitřní zapojení	8
4.6	Jedno z možných zapojení převodníku MAX232	8
7.1	PDU rámeček - PCZAP	17
7.2	PDU rámeček - PCVYP	17
7.3	PDU rámeček - PCRST	18
9.1	Zapojení stabilizátoru - převzato od výrobce	22
9.2	Zapojení spínacích obvodů	23
9.3	Zapojení mikropočítače	24
10.1	Vývojový diagram programu	26
A.1	Popis pinů pouzdra mikropočítače AT89LP2052	III
A.2	Zapojení krystalového oscilátoru	V
A.3	Zapojení vnějšího zdroje hodin	V

Seznam tabulek

7.1	Příklad použití příkazu AT+CMGL	14
7.2	PDU rámeček	16
10.1	Použité SMS v PDU formátu	29
A.1	Alternativní význam vývodů portu P1	VI
A.2	Alternativní význam vývodů portu P3	VII

Kapitola 1

Úvod

Už se Vám někdy stalo, že Vám „zamrznu“ počítač? Mně už nespočetněkrát. Pokud sedíte přímo u počítače a nastane tento případ, není problém stisknout tlačítko „RESET“ a počítač se znovu nashartuje. Problém nastává v případě, když se jedná například o serverový počítač, který se nachází několik kilometrů od Vás a Vy nemáte možnost tlačítko „RESET“ stisknout. V dnešní době, kdy má u sebe snad každý člověk mobilní telefon (často i několik), je vhodné mobilní telefon k tomuto účelu využít. Navržené zařízení se připojí paralelně k tlačítku „RESET“ a k tlačítku „POWER“ na počítači. Součástí zařízení je mobilní telefon s libovolnou SIM kartou. Po odeslání SMS ve správném tvaru se počítač vypne, zapne nebo restartuje.

Kapitola 2

Popis

Navržené zařízení bude schopno restartovat, vypnout a zapnout počítač, který má napájecí zdroj typu ATX. Zařízení se bude skládat ze dvou částí. První částí je mobilní telefon, který bude využíván jako GSM modul. Druhá část je řídicí jednotka, která bude zpracovávat informace z mobilního telefonu a následně podle typu informace bude schopna vypnout/zapnout a restartovat počítač. Řídicí jednotka spolu s mobilním telefonem bude napájena z ATX zdroje počítače. Výhodou tohoto řešení je, že není nutné z počítače vytahovat žádné vodiče a zabírat další zásuvku, kterých bývá velmi často nedostatek. Instalace celého zařízení bude spočívat v zapojení redukce mezi napájecím konektorem základní desky a konektorem z ATX zdroje. Z této redukce bude vyvedeno potřebných 5 V pro napájení mobilního telefonu i řídicí jednotky. Vyvedených 5 V funguje jako standby režim pro základní desku počítače. I když bude počítač vypnutý, zařízení bude stále napájeno. Dalším krokem instalace bude paralelní připojení řídicí jednotky k tlačítkům „POWER“ a „RESET“.

Celé zařízení se bude ovládat odesláním SMS zpráv na mobilní telefon připojený k řídicí jednotce. Zasláním SMS ve tvaru „PCRST“ zařízení restartuje počítač. Zasláním SMS ve tvaru „PCZAP“ zařízení, pokud už není počítač zapnutý, zapne počítač. Zasláním SMS ve tvaru „PCVYP“ zařízení, pokud už není počítač vypnutý, vypne počítač.

Kapitola 3

GSM resetátory na trhu

Drtivá většina uživatelů využívá síť GSM k přenosu řeči, SMS nebo dat. Dále nemalou a stále se rozrůstající skupinou uživatelů je skupina využívající síť GSM k zabezpečení objektů. Zařízení sloužící k ochraně objektů jsou dvojího typu. Prvním typem jsou zařízení, která mají modul GSM nahrazen mobilním telefonem. Ve většině případů jsou to mobilní telefony Siemens a Ericsson, protože už jejich starší a tudíž levnější typy, mají dobře zvládnutou komunikaci pomocí AT příkazů. Je to vlastně jen zařízení vyhodnocující vstupní signály a dávající příkazy mobilnímu telefonu. Např. pošli SMS, zavolej atd. Druhou skupinou jsou již alarmy komplexnější. GSM modul mají integrovaný a neoddělitelný, jako u první skupiny alarmů. Tyto alarmy jsou složitější, mají více funkcí, a proto jsou také dražší. Zařízení, která jsou primárně určena k restartování (sepnutí/rozepnutí), mnoho na trhu není, ale přesto jsou zde některá uvedena.

Výrobky firmy Pest. <http://firma.pest.cz/elektronika/pages/gsm/>

3.1 PG-03 RESETATOR

Tento resetátor je schopen zapínat a vypínat až 2 spotřebiče pouhým „prozvoněním“ mobilního telefonu. Sepnutí a vypnutí je možné díky dvěma výkonovým relé. Obě relé lze ovládat jednotlivě. Pro ovládání jednoho se využívá dlouhého „prozvánění“, pro ovládání druhého se využívá krátkého „prozvánění“. Ovládání resetátoru je možné provádět maximálně z deseti telefonních čísel, která jsou uložena v telefonním seznamu na pozicích 1 – 10. Resetátor obsahuje také jeden vstup. V případě, že se tento vstup připojí a následně odpojí od GND, resetátor pošle SMS, která je uložena v mobilním telefonu. Hlavní výhodou tohoto resetátoru je, že při nečekaném vypnutí mobilního telefonu umí telefon opět zapnout. Pokud je v mobilním telefonu SIM karta s kreditovým tarifem a není z této karty delší dobu skutečně žádný zpoplatněný hovor, operátor může kredit a následně

i SIM kartu zrušit. Z tohoto důvodu resetátor uskutečňuje zpoplatněný hovor na číslo, které je uloženo v telefonním seznamu na dvanácté pozici. Další funkcí je možnost kontroly stavu baterie. Pokud je baterie nabitá pouze z 80 procent, resetátor je schopen, díky integrované nabíječce, baterii opět dobít.

3.2 PG-03 PROFI RESETATOR

Tento resetátor je nástupcem resetátoru PG-03. PG-03 PROFI obsahuje navíc jeden vstup a jeden výstup. Výstup je možné ovládat odesláním SMS ve tvaru „RST“ z libovolného telefonního čísla. Druhý vstup, který je zde navíc, aktivuje odeslání SMS. Pokud se tento vstup spojí s GND, odešle se SMS, která je na třetí pozici v mobilním telefonu. Pokud se vstup odpojí od GND, dojde k odeslání SMS, která je na druhé pozici.

3.3 PG-Mini

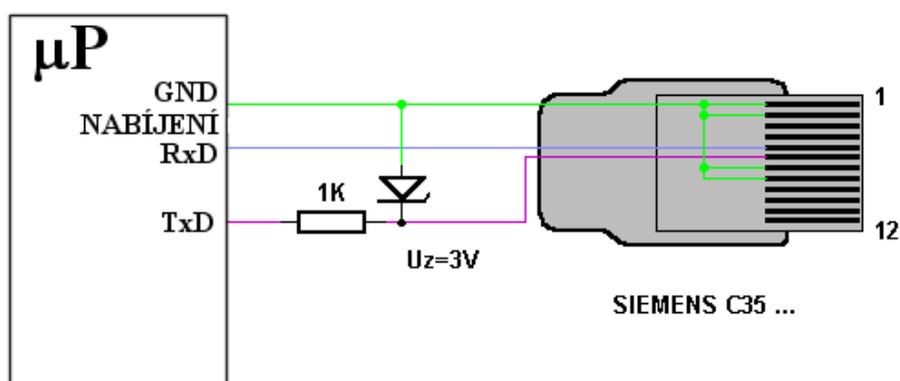
PG-Mini obsahuje pouze jeden vstup a jeden výstup. Výstup tvoří relé, které se ovládá prozvoněním. Tento výstup je možné ovládat pouze z čísel, která jsou na pozicích 7 – 9 v telefonním seznamu. Vstup je tvořen optočlenem. Po jeho aktivaci se provede volání na čísla uložena na pozicích 1 – 3 v telefonním seznamu. Po několika vteřinách se provede vytočení čísla na následující pozici. Je-li povolena funkce odposlechu prostoru a přijmeme-li volaný hovor, PG-Mini hovor neukončí a čeká, až ukončí hovor volaný. Po tuto dobu je možné poslouchat, co se v okolí PG-Mini děje.

Kapitola 4

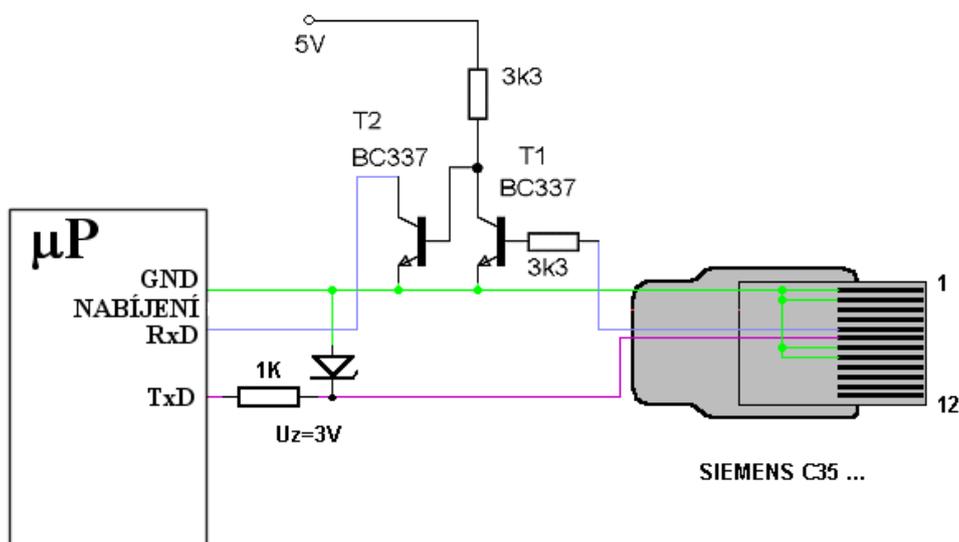
Komunikace

4.1 Komunikace s mobilním telefonem

Mobilní telefon většinou komunikuje s okolím díky modemu, který je v telefonu obsažen. Některé telefony modem nemají a je nutné ho vytvořit softwarově. Do telefonu (modemu) jsou posílány tzv. AT příkazy. Tyto příkazy jsou znaky z ASCII tabulky. Znaky se dostávají do telefonu po lince TxD a odpověď je odesílána po lince RxD. Pro prvotní kroky v této práci byl postaven propojovací kabel s převodníkem. Tento kabel propojoval PC s mobilním telefonem. Jako komunikační software na PC byl použit program „Terminál“ a později „Term90“. Možné je použít i „Hyperterminál“ pro Windows, nebo „MiniCOM“ pro Linux. Ve všech zmíněných programech lze nastavit rychlost komunikace, paritu, atd. Převodník mezi PC a telefonem převádí úroveň RS232 na TTL. Pro spojení mezi tímto převodníkem (úroveň TTL) a telefonem (3 voltová logika) nebo pro spojení mikro počítače s telefonem je třeba upravit napěťovou úroveň.

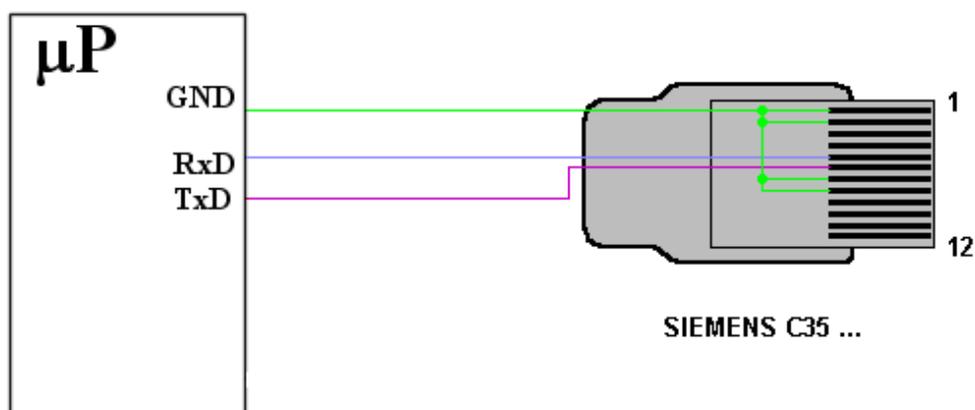


Obrázek 4.1: Úprava napěťových úrovní č.1



Obrázek 4.2: Úprava napěťových úrovní č.2

Třetí možností jak propojit mikro počítač s mobilním telefonem, aby napěťové úrovně byly kompatibilní, je napájet mikro počítač 3 V. Poté není třeba dělat korekci napěťových úrovní a propojení se může provést přímo bez přidání součástek.



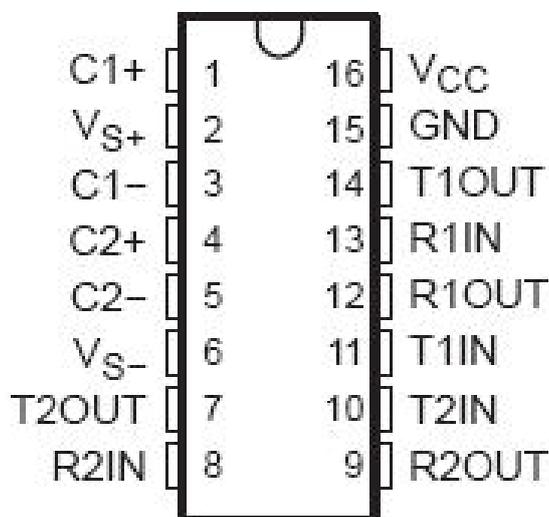
Obrázek 4.3: Přímé propojení

4.2 Komunikace - jednočipový mikro počítač a PC

Pro komunikaci jednočipového počítače s PC je zapotřebí také převodník pro převod RS232 na TTL, ale už není nutné upravovat napěťovou úroveň, jako při komunikaci

s mobilním telefonem. Jako převodník se velmi často používá obvod MAX 232 od firmy Maxim. Obsahuje dvě dvojice oddělovačů konvertujících napěťové úrovně. Napětí pro RS232 se získává pomocí nábojové pumpy a výstupní napětí proto značně závisí na kvalitě použitých kondenzátorů, která u elektrolytických kondenzátorů časem značně klesá. Výhodou je, že ho lze napájet přes oddělovací diody přímo ze sériového portu počítače, a tak není nutné použít jiný zdroj napětí.

**MAX232 . . . D, DW, N, OR NS PACKAGE
MAX232I . . . D, DW, OR N PACKAGE
(TOP VIEW)**



Obrázek 4.4: Popis pinů pouzdra

Obvod zvládá operace minimálně o rychlosti 120 kbitů/s, vstupní úrovně na vstupech RS232 mohou dosahovat úrovní až ± 30 V a odebíraný proud je asi 8 mA. Obvody neslouží jako prosté budiče, ale jsou to inventory. Viz obr. 4.5. Maxim vyrábí i verze s minimální externí kapacitou – (MAX 232A – 0,1 uF) nebo verze pracující v rozsahu 7,5 – 13 V (určeno pro bateriové aplikace) – MAX 201 a MAX 231. Specialitou firmy Maxim jsou obvody MAX 203 a MAX 233, které dokáží pracovat úplně bez potřeby vnějších kondenzátorů.

Pozn.: Při použití redukce USB-RS232 toto zapojení nefunguje a je nutné použít externí napájení.

Kapitola 5

Mobilní telefon

5.1 Výběr vhodného mobilního telefonu

Výběr mobilního telefonu se řídil následujícími požadavky. Telefon měl mít dobře přístupný systémový konektor, aby se nemuselo zasahovat žádným způsobem do útrob telefonu. Je nutné, aby měl implementován hardwarový modem. Kdyby hardwarový modem neměl, musel by se vytvořit softwarový. Dále musí být schopen komunikovat přes AT příkazy. Dalším nutným požadavkem je, aby telefon podporoval funkci zapnutí telefonu přes systémový konektor. Tato funkce je důležitá, protože telefon nebude napájen z baterie, ale přímo z počítačového zdroje. Při výpadku proudu by nebylo možné telefon opět automaticky zapnout. Toto řešení je zvoleno kvůli tomu, že trvalé nabíjení snižuje životnost baterie a je nutná její častá výměna.

Zvolen byl mobilní telefon značky Siemens. Tyto telefony mají dobře přístupný systémový konektor. Pomocí tohoto konektoru lze například přehrát firmware telefonu. Tyto telefony jsou dnes velmi dobře „zmapovány“, jsou hojně využívány i v zabezpečovacích systémech, a proto není velký problém získat o těchto telefonech veškeré informace, včetně zapojení konektoru. Siemens má dobře vyřešenou komunikaci pomocí AT příkazů. Pomocí AT příkazů je možné ovládat prakticky všechny funkce, které telefon nabízí (od získání času telefonu až po zaslání SMS). Rozsáhlý seznam AT příkazů je volně dostupný na internetu.

Funkci - zapnutí telefonu přes systémový konektor - má podle dostupných informací pouze Siemens C35i a Siemens M35. Byl zvolen Siemens M35 z důvodu dostupnosti. Tyto telefony mají ještě další výhody. Jak C35i tak M35 jsou relativně staré typy, které byly hojně používány, proto jsou k dostání v mnoha prodejnách s použitými telefony za přiměřenou cenu. Levnější jsou i datové kabely k těmto telefonům, respektive konektory, než tomu je u jiných značek.

5.2 Mobilní telefon Siemens M35

Základní informace o telefonu jsou převzaté z

<http://siemens.katalogmobilu.cz/mobilni-telefon/siemens-m35i/>

Název modelu: Siemens M35i

Sítě: GSM Dual Band

Operační systém: ne

Velikost: 118 x 47 x 22 mm (130 g)

Baterie: Ni-MH Max. v pohotovosti: 180 h

Max. doba hovoru: 300 min

Funkce adresáře: lze SIM a vnitřní najednou, skupiny volajících

Možnosti vyzvánění: vyzváněcí profily, odlišení volajících zvoněním, přiřazení obrázku k volajícímu (či skupině)

Druhy vyzvánění: monofonní, vibrace

Funkce PDA: kalendář, upomínky, kalkulačka, minutka, stopky, konvertor

Budík: ano

Datové funkce: SIM Toolkit, HW modem, wap

Multimédia: obrázky na displej

Další informace: Siemens M35i - lehký, duální telefon (GSM 900/1800MHz) střední třídy s grafickým displejem, podporuje technologii SIM Toolkit, GSM Banking a WAP i datové a faxové služby. Tento přístroj je vhodný pro sportovní aktivity. Telefon je dodáván v jednom barevném provedení (šedá). Podporuje řadu funkcí: hodiny, datum, budík, kalkulačka a vibrační vyzvánění, profily, hry. Telefon rovněž umožňuje zasílání obrázků v SMS. Rychlost, se kterou modem komunikuje s okolím, je 19200 baudů/s.

Kapitola 6

AT příkazy

Je to seznam příkazů, které začínají znaky **AT** - attention (jsou to znaky na pozici 69 a 84 v ASCII tabulce). Jsou to příkazy k ovládní modemu. Je možné s nimi nastavit rychlost komunikace s modemem, způsob komunikace s modemem, atd. Vzhledem k tomu, že téměř v každém mobilním telefonu je modem zabudován, je možné přes něj díky AT příkazům telefon snadno ovládat. Seznam AT příkazů není standardizován, takže každý výrobce (typ výrobku) může mít seznam AT příkazů jiný.

6.1 Syntaxe AT příkazů

Syntaxe AT příkazů je velmi pěkně popsána na stránkách: .

[http : //www.dhservis.cz/dalsi/at_prikazy.htm](http://www.dhservis.cz/dalsi/at_prikazy.htm).

Test AT příkazu, zda telefon příkazu rozumí je: *AT+<příkaz>=? <CR>*

Načtení nastavených hodnot z telefonu: *AT+<příkaz>? <CR>*

Zápis dat nebo hodnot do telefonu: *AT+<příkaz>=<parametr> <CR>*

Zkratka **AT** je začátek příkazu, doplníme podle požadovaného povelu, = se zadává pouze v případě, požaduje-li to příkaz pro nastavení nebo zápis dat a **<CR>** je potvrzení příkazu klávesou ENTER. Při komunikaci z procesoru se potvrzení **<CR>** nahradí znakem **ODh**. Nejjednodušším AT příkazem je samotná dvojice znaků **AT** (AT příkaz se ukončuje Enterem), odpovědí telefonu na správně zadaný a provedený AT příkaz je **OK**. Špatně zadané příkazy jsou ignorovány, pokud jsou v příkazu zadány jen nesprávné parametry, telefon odpoví **ERROR**. Pokud mobilní telefon takto komunikuje, je vše v pořádku a můžeme pokračovat v dalším zkoumání.

Povel do telefonu:

```
AT<CR>
```

```
41 54 0D ;hexa
```

Odpověď od telefonu:

```
<CR><LF> OK <CR><LF>
```

```
0D 0A 4F 4B 0D 0A ;hexa
```

6.2 Použité AT příkazy

V této práci je použito pouze tří AT příkazů. Na začátku programu je využit příkaz ATE, tento příkaz slouží k vypnutí tzv. echa. Když má mobilní telefon echo zapnuté, znamená to, že všechny znaky poslané do mobilu se nám vrátí. Mít zapnuté echo je dobré například při propojení telefonu s počítačem, na kterém je spuštěn nějaký terminál. Při psaní na terminálu se nám znaky poslané klávesnicí do mobilu vrací zpět a vypisují se nám v okně terminálu. Vidíme, co jsme vlastně poslali a zda-li jsme neudělali například nějaký překlep. Zapnuté echo lze využít ke kontrole, zda nedochází k nějakému rušení v komunikaci mezi mobilním telefonem a počítačem (nebo čímkoliv jiným). Při vyslání znaku z počítače se počká, jestli telefon vyšle znak zpět. Porovná se vyslaný a přijatý znak a pokud nejsou stejné, je někde v komunikaci chyba. Příkazem ATE je zároveň kontrola, zda je mobil připojen, respektive zda mobil správně komunikuje. Po odeslání tohoto příkazu se kontroluje zda přišla odpověď „OK“. Pokud tato odpověď nepříjde, zařízení se pokusí zapnout mobilní telefon a pošle příkaz ATE znovu.

Další příkaz, který je použit, je příkaz AT+CMGL=0. Po odeslání tohoto příkazu telefon odpoví buď OK, pokud v telefonu není žádná přijatá nepřečtená SMS, nebo pošle od všech přijatých nepřečtených SMS text, číslo odesílatele, kdy byla poslána, délku telefonního čísla v hexa, délku SMS, atd.

Třetí (poslední) příkaz, který je použit je příkaz AT+CMGD=1. Tento příkaz slouží ke smazání SMS zpráv. Parametr 1 udává pozici SMS, která má být smazána.

Kapitola 7

SMS zprávy

SMS zprávy jsou vlastně krátké textové zprávy. SMS je zkratkou anglických slov Short Message Service. V dnešní době, kdy jsou mobilní telefony digitální, tak prakticky všechny poskytují tuto službu. Délka SMS zpráv je pouze 160 znaků. Pokud z nějakého důvodu je poslána zpráva delší než 160 znaků a kratší než 320 znaků, je SMS rozdělena na 2 zprávy. Pokud má SMS délku do 480 znaků, je SMS rozdělena do 3 zpráv, atd. SMS zprávy využívají jako znakovou sadu ASCII tabulku. Problém nastává, když je ve zprávě například znak s háčkem nebo čárkou, to se pak používá 16-bitové kódování UCS-2, proto se do jedné SMS zprávy vejde pouze 70 znaků.

7.1 Práce s SMS

Starší mobilní telefony nemají přidělenou paměť pro SMS zprávy. Zprávy byly ukládány pouze do paměti na SIM kartě. Pravděpodobně proto byla paměť na kartě SIM zvolena jako defaultní. Starší SIM karty mají paměť pouze pro 10 SMS zpráv, novější už mají možnost uložit SMS o něco víc. Novější mobilní telefony mají mnohonásobně větší paměť, a tak se SMS ukládají do mobilního telefonu.

Všechny SMS, které přišly na telefon nebo byly vytvořeny, jsou opatřeny číselným indexem. Index začíná číslem 1. Každá nová SMS je indexována nejnižším možným (neobsazeným) indexem. To znamená, že pokud budou obsazené indexy 1 a 3 a přijde nebo se vytvoří nová SMS zpráva, dostane přidělen index 2. Takováto „díra“ mezi indexy může vzniknout vymazáním, nebo přesunutím nějaké uložené SMS zprávy.

Vymazání SMS se provádí pomocí příkazu „AT+CMGD=“ + parametr. Jako parametr se udává index SMS, která má být smazána.

Příkazem (AT+CMGL=4) se nám vypíše všechny SMS, které jsou uloženy a je jedno, zda jsou ve složce doručené, rozepsané nebo k odeslání. Pokud po potvrzení tohoto příkazu

nám telefon odpoví OK, znamená to, že v telefonu není uložena žádná SMS. Pokud v telefonu jsou nějaké SMS uloženy, telefon nám odpoví +CMGL, číselný index SMS, číslo 0 až 3 podle toho o jakou SMS se jedná (přijatá nepřečtená, přijatá přečtená, uložená neodeslaná, uložená odeslaná). Předposlední údaj, který nám telefon poskytne, je délka PDU zprávy. A nakonec po odeslání znaků <CR><LF> se posílá samotný PDU rámeček zprávy. PDU rámeček zprávy je vlastně řetězec dvojic hexa znaků. V těchto znacích jsou ukryty parametry SMS zprávy včetně samotného textu. Po odeslání toho všeho nastává odeslání další SMS ve stejné formě jako předchozí SMS (pokud nějaká další SMS existuje). Na konci výpisu SMS zpráv je telefonem posláno OK.

Popis a použití tohoto příkazu znázorňuje také následující tabulka:

Tabulka 7.1: Příklad použití příkazu AT+CMGL

AT příkaz	Popis	Příklad příkazu do MT	Příklad odpovědi z MT	Poznámka
AT+CMGL	Vypíše SMS zprávy.	AT+CMGL=0 < CR >	+CMGL:1,0,,26 079124602009999 0040C9124606021 436500002050020 243610808576D0C 37BB6963 OK	Číslo v příkazu udává typ čtených zpráv: Pro SIEMENS: 0 - přijaté, nečtené zprávy (default) 1 - přijaté, přečtené zprávy 2 - uložené, neodeslané zprávy 3 - uložené, odeslané zprávy 4 - všechny zprávy

Příklad výpisu komunikace:

```
AT+CMGL=4
<CR><LF>
+CMGL:10,0,,24
<CR><LF>
0791246030500200240C912460503555330
0008040016102008005D2E2B44805
<CR><LF>
+CMGL:11,0,,24
<CR><LF>
0791246030500200240C912460503555330
0008040016142508005D0A1360805
```

<CR><LF>

OK

<CR><LF>

Tento konkrétní příklad nám ukazuje, jak může vypadat komunikace s telefonem, když požádáme telefon o výpis všech SMS. Po odeslání a potvrzení žádosti nám přijde hlavička ve tvaru `+CMGL:`, poté nám telefon říká, že SMS zpráva s číselným indexem 10 je ještě nepřečtená (to nám říká 0) a je dlouhá 24 bytů. Následuje `<CR><LF>` (konec řádku a ENTER) a pak celý PDU formát. Konkrétně v tomto PDU formátu je ukryt text `RESET`. První SMS má index číslo 10 pravděpodobně proto, že v telefonu bylo před touto SMS uloženo dalších 9 SMS, které byly následně vymazány. Následuje další zpráva, která má tentokrát index číslo 11, také nebyla doposud přečtená, také je dlouhá 24 bytů. Kromě indexu má i jiný PDU formát, protože neobsahuje text `RESET`, ale text `PCZAP`.

Kdybychom poslali příkaz `AT+CMGL=4` znovu, telefon nám pošle také 2 SMS s tím rozdílem, že zprávy tentokrát nebudou nepřečtené (0), ale přečtené (1). Je to z toho důvodu, že už jsme jednou zažádali o text SMS a proto telefon předpokládá, že jsme si již SMS přečetli.

Pokud chceme přečíst jednu konkrétní SMS a známe její číselný index, je možné použít příkaz `AT+CMGR=` + číselný index SMS, kterou chceme zobrazit.

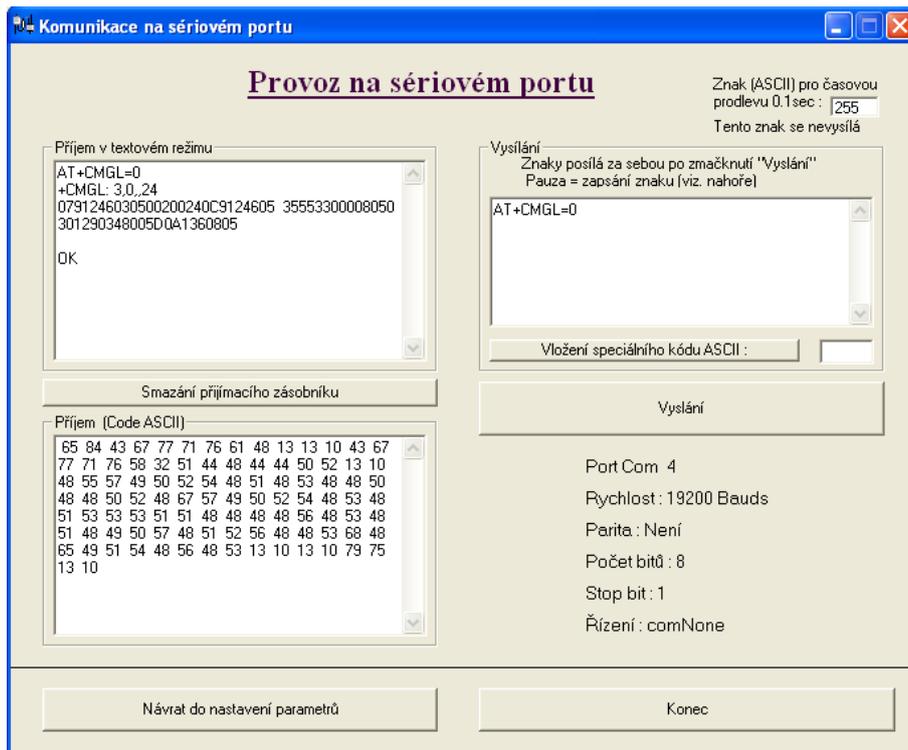
7.2 PDU rámeček

SMS zprávy jsou v mobilním telefonu uloženy zkomprimované. Jsou zkomprimované v tzv. PDU formátu (Protocol Description Unit)

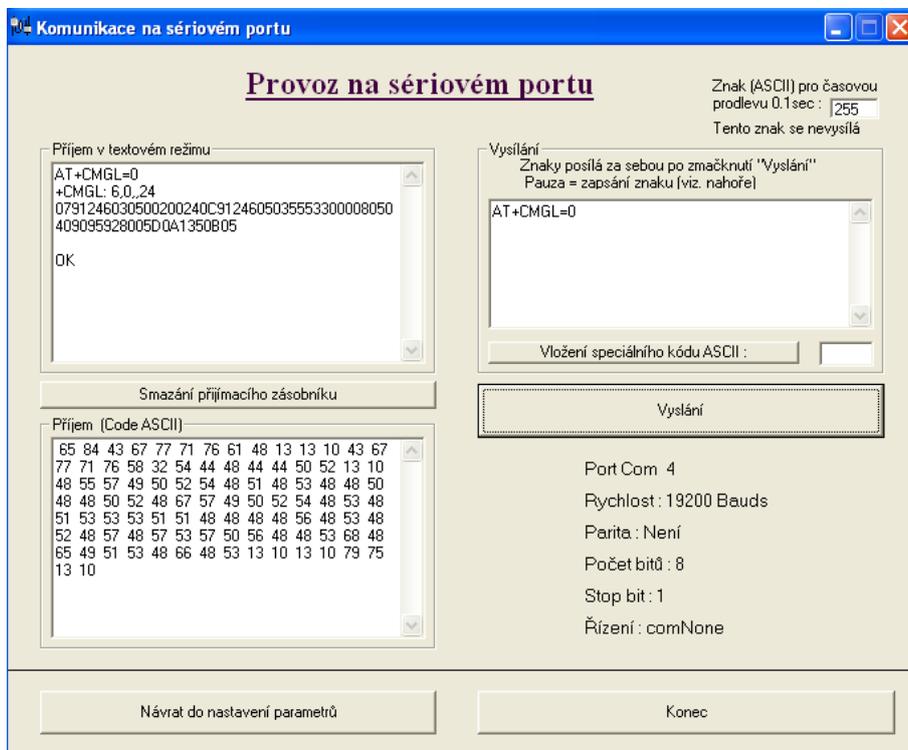
Tabulka 7.2: PDU rámeček

07	Udává počet oktetů SMSC informace.
91	Určuje typ adresy. 91 = číslo v mezinárodním tvaru.
24 60 30 50 02 00	Číslo servisního centra 420 603 052 000
24	První oktet rámečku - typ PDU
0C	Délka čísla odesílatele (0C hex = 12 dec = 12 číslic)
91	Typ čísla odesílatele (neznámé, ISDN, Data, ...)
24 60 50 35 55 33	Číslo odesílatele (420 605 535 533)
00	PID - identifikace protokolu
00	DCS - struktura kódování dat
80 50 40 90 75 31 80	Datum doručení = rok-měsíc-den-hodina-minuta- sekunda-časová zóna (04.05.08 09:57:31 GMT+2,00)
05	Počet znaků ve zprávě (délka textu HEXa) 07 hex = 5 dec = 5 znaků NE oktetů!
D0 A1 74 4A 05	Zbývající část je již vlastní zpráva.

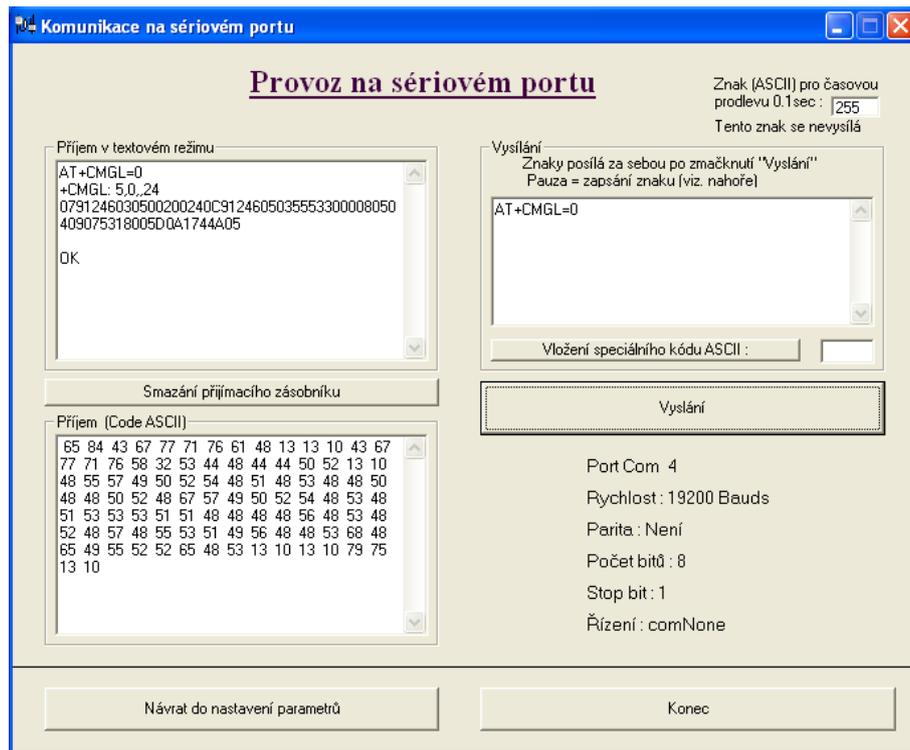
Předchozí tabulka byla vytvořena díky programu SERIAL a díky informacím z internetových stránek www.dhservis.cz Viz. obr. 7.1, obr. 7.2 a obr. 7.3



Obrázek 7.1: PDU rámeček - PCZAP



Obrázek 7.2: PDU rámeček - PCVYP



Obrázek 7.3: PDU rámeček - PCRST

7.2.1 Dekódování SMS zprávy

Zde je uveden postup dekodování zprávy z PDU formátu: D0 A1 74 4A 05 hex = text PCRST

- Dekódování SMS zprávy se provádí tak, že se hexa znaky rozepíše binárně. To znamená $D = 1101$ a $0 = 0000$, to dohromady dává jeden byte = 11010000. Odtrhne se nejvyšší bit (jedničku) a nahradí se nulou, dostane se 01010000. Dekadicky to je 80 a 80. znak v ASCII tabulce je znak P, takže první písmeno v SMS zprávě je P.
- Obdobně se postupuje u dalších znaků.

Kapitola 8

Jednočipový mikroprocesor

8.1 Volba jednočipového procesoru

Volby jednočipového procesoru se řídily následujícími požadavky:

- přítomnost rozšířené jednotky UART (aby nebyla nutnost vytvářet programový UART)
- možnost nastavení jednotky UART na rychlost 19200 baudů/s (touto rychlostí komunikuje zvolený mobilní telefon)
- schopnost procesoru pracovat s napájecím napětím 3 V (mobilní telefon pracuje s 3 V logikou a tak je žádoucí, aby napěťové úrovně byly kompatibilní)
- přítomnost dostatečného množství vstupních a výstupních portů
- dostatečná velikost Flash paměti

Tyto vlastnosti má většina jednočipových mikroprocesorů. Výběr se řídil hlavně tím, se kterým mikropočítačem bylo v minulosti pracováno a k jakému programátoru je přístup. Byl zvolen jednočipový procesor AT89LP2052 od firmy Atmel, který všechny výše uvedené požadavky splňuje. Má v sobě jednotku UART. Napájecí napětí může být v rozmezí 2,4 V až 5,5 V. Má 15 vstupně/výstupních pinů, které jsou pro tuto aplikaci dostačující a disponuje flash pamětí o velikosti 2 kB, která je pro tento účel také dostatečná. Programátor

pro AT89LP2052 byl postaven v rámci předmětu Konstrukce elektrických obvodů.

8.2 AT89LP2052

Informace o AT89LP2052 jsou uvedeny v příloze A

Kapitola 9

Hardware

9.1 Napájení

Napájecí napětí 5 V se odebírá z ATX zdroje počítače. Jedná se o tzv. 5 V SB (StandBy) napětí. Toto napětí napájí základní desku vždy, i když není počítač zapnutý (samozřejmě musí být zapojen v el. síti). Proud, který je schopen tento pětivoltový zdroj dát, musí být dostatečně velký, aby dokázal napájet nejen relé, LED diody a mikropočítač, ale i mobilní telefon. Podle informací z

ftp : //download.intel.com/design/motherbd/atx_201.pdf

je schopen ATX zdroj verze 2.01 dodat 750 mA. A podle dokumentů

http : //www.formfactors.org/developer%5Cspecs%5Catx2_1.pdf

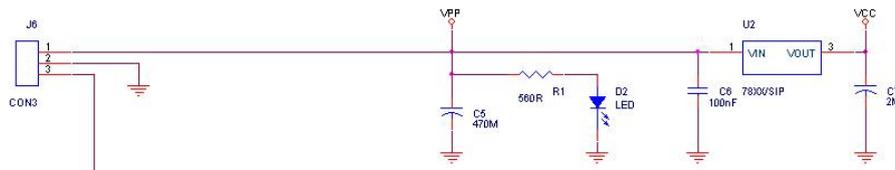
a

http : //www.formfactors.org/developer%5Cspecs%5Catx2_2.pdf

je ATX zdroj verze 2.1 a 2.2 dodat až 2 A.

Tyto zdroje jsou pro napájení dostačující.

5 V SB napětí se dá použít na spínání relé a napájení mobilního telefonu, ale ne na napájení mikropočítače. I když je napájecí napětí mikropočítače od 2,4 V až 5,5 V, tak je ho potřeba napájet 3 V, z důvodu napěťové kompatibility při sériové komunikaci mezi mobilním telefonem a mikropočítačem. Z tohoto důvodu bylo nutné použít stabilizátor na 3 V. Pro atmel AT89LP2052 stačí řádově pár desítek mA, proto byl vybrán stabilizátor LE30ABZ, který stabilizuje na 3 V. Maximální odebíraný proud může být 0,15 A.



Obrázek 9.1: Zapojení stabilizátoru - převzato od výrobce

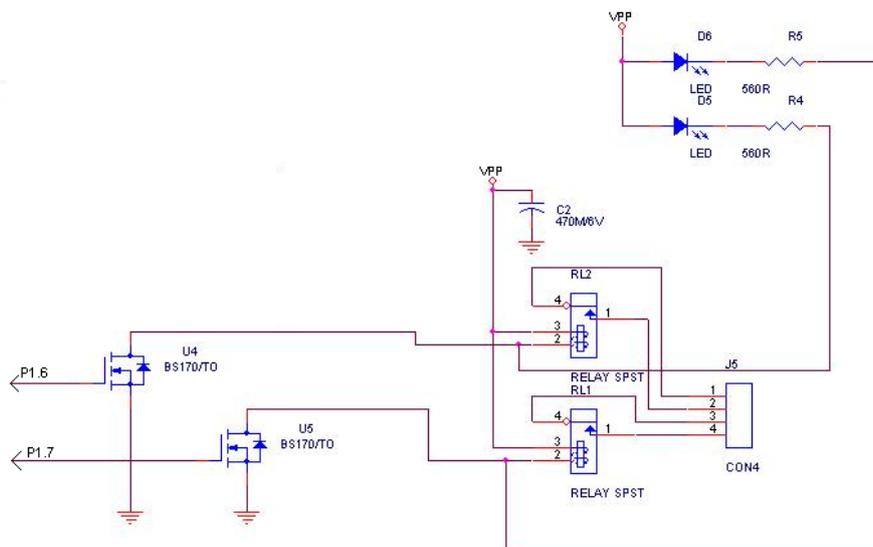
V této části obvodu se nachází, kromě stabilizátoru, také kontrolní LED dioda, která indikuje přítomnost napájecího napětí. Pak je zde kondenzátor 470 mikroF/25 V (C5), který má za úkol pokrývat proudové špičky, které může zařízení tvořit.

9.2 Spínací část

Požadavky na relé, která jsou paralelně k tlačítkům RESET a POWER, jsou minimální. Relé nemusí mít přepínací kontakt, ale stačí pouze spínací. Z důvodu dostupnosti bylo zvoleno relé SIL05-1A72-71L. Toto relé se spíná 5 V a odebírá proud do 10 mA.

Aby mikropočítač nespínal přímo relé, byl použit spínací MOSFET. Jedná se o polem řízený tranzistor, takže mikroprocesor je zatěžován jen minimálně. Je možné použít prakticky jakýkoliv MOSFET. Byl vybrán MOSFET BS170, který dokáže spínat až 60 V a 0,5 A. Takže výše popsané relé bez problému sepne. Navíc obsahuje ochranou diodu, která ho chrání před zničením. V blízkosti relé se nachází kondenzátor 470 mikroF/25 V (C2), který pokrývá případné proudové špičky.

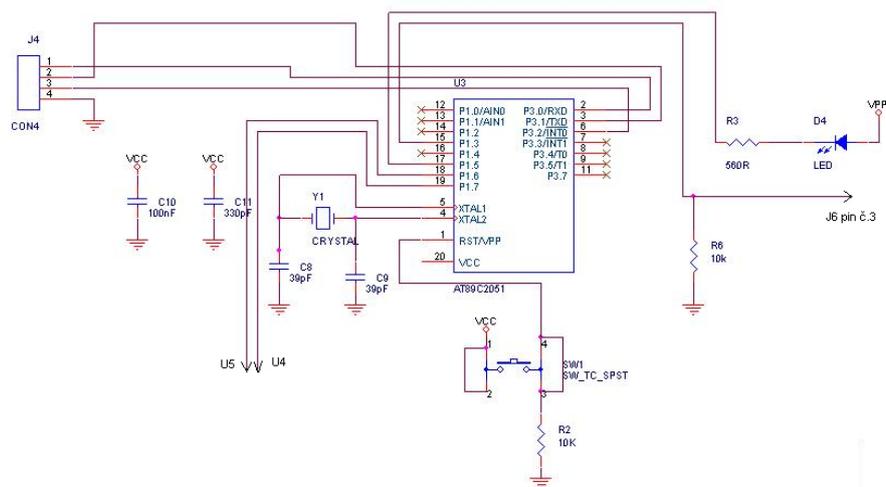
Ke každému relé je paralelně připojena LED dioda, která indikuje sepnuté relé.



Obrázek 9.2: Zapojení spínacích obvodů

9.3 Zapojení mikropočítače

Je použit krystal 16 MHz a je zapojen podle doporučeného zapojení od výrobce (viz obr. A.2). Díky třívoltovému napájení není nutné použít převodník a je možné propojit mobilní telefon přímo s mikropočítačem obr. 4.3. Vstup RST je aktivní v log 1, proto je trvale připojen přes rezistor 10 kOhm (R2) na zem. Aktivace RST se provádí stisknutím tlačítka SW1, který přivede na RST log 1. Na pin P1.5 je připojena LED dioda. Rozsvícení této diody se provádí uvedením pinu P1.5 do log 0. Pin P1.3 je trvale připojen přes rezistor 10 kOhm (R6) na zem. Pokud se počítač zapne, je na tento pin přivedeno napětí 3,3 V a tím se zjišťuje, zda je počítač zapnutý. Pin P3.2 je připojen přímo ke konektoru mobilního telefonu. Pokud tento pin uvedeme do stavu log 1, mobilní telefon se zapne. Jako poslední věci ve schématu jsou dva blokovací kondenzátory 100 nF (C10) a 330 pF (C11), které eliminují rušení.



Obrázek 9.3: Zapojení mikropočítače

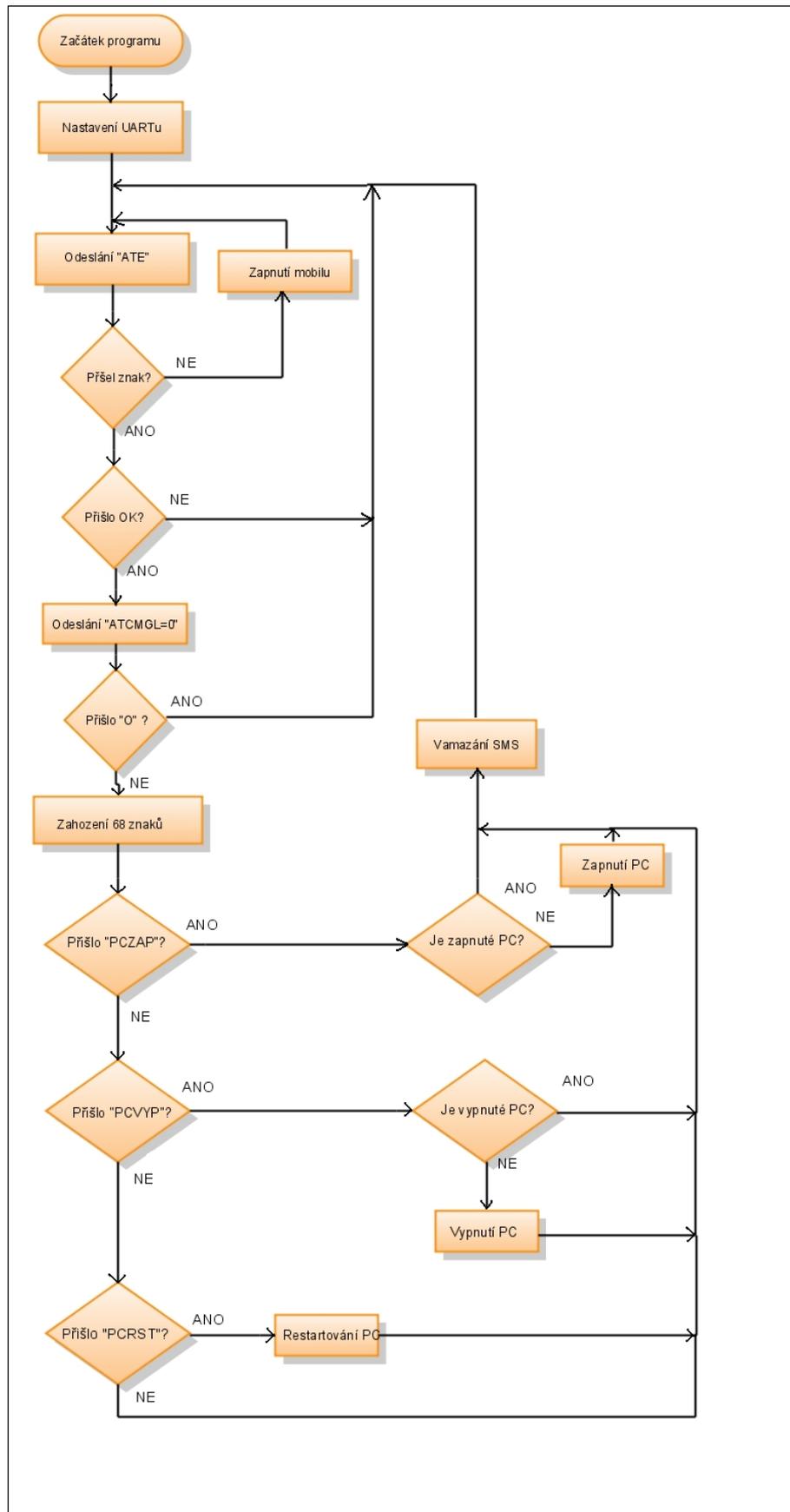
Kapitola 10

Program

Firmware pro AT89LP2052 byl psán ve vývojovém prostředí Keil uVision3. Tento program obsahuje kompletní vývojové prostředí pro vývoj firmwaru, jak v jazyce C, tak v Asembleru. Součástí programu je editor zdrojového kódu s barevnou syntaxí, prostředí pro překlad zdrojového kódu s hlášením chyb a simulátor nebo debugger. Simulátor je softwarový a podporuje simulaci daného typu procesoru. Keil Vision3 umí napsaný program velmi dobře odsimulovat, je možné sledovat logické stavy na jednotlivých portech i na jednotce UART. Program je možné jak zastavit, tak odkrokovat. V neposlední řadě umí jako výstup vytvořit soubor s programem v HEX formátu.

Jako programovací jazyk byl zvolen jazyk assembler.

K naprogramování AT89LP2052 byl použit COMPL2052KIT - varianta pro sériový port. Tento kit byl vytvořen v rámci předmětu Konstrukce a realizace elektronických obvodů. Schéma bylo převzato z knihy „Práce s mikrokontrolery atmel AT89LP2052“ od vydavatelství BEN. Tištěný spoj byl navrhnout a vytvořen v rámci předmětu.



Obrázek 10.1: Vývojový diagram programu

10.1 Popis firmwaru

Firmware je rozdělen do několika částí.

10.1.1 Nastavení rychlosti jednotky UART

V první části firmwaru probíhá nastavení sériového rozhraní. Nejdříve se nastaví registr TMOD. Registr TMOD umožňuje volit režim obou čítačů/časovačů. Není bitově adresovatelný. Nejdříve se nastaví čítač/časovač 1 do režimu 8bitový čítač s funkcí reload.

Dál se nastavuje registr TH1, který určuje přenosovou rychlost. Hodnota TH1 se spočítá pomocí vzorce:

$$TH1 = 256 - \frac{2^{SMOD} * F_{OSC}}{Baudrate - 384} \quad (10.1)$$

Mobilní telefon komunikuje rychlostí 19200 baudů. F_{osc} je 16 MHz, SMOD je nastaven na log 1. Po dosazení do vzorce se dostane:

$$TH1 = 256 - \frac{2^1 * 16000000}{19200 * 384} = 230 \quad (10.2)$$

Nastavením TR1 na log 1 je spuštěn časovač.

Následuje nastavení režimu sériového portu pomocí registru SCON. Zde je použit režim 1. Tento režim využívá sériový kanál pro 8bitový asynchronní přenos dat. Bity se vysílají na TxD (P3.1) a přijímají na RxD (P3.0). Přenos začíná start-bitem (log. 0), následuje 8 datových bitů (v pořadí od nejméně významného k nejvíce významnému) a poslední je stop-bit (log. 1).

Dalším krokem je nastavení režimů vstupních/výstupních portů. Kromě P1.3 je celý port P1 nastaven jako výstupní. Port P1.3 je nastaven jako vstup. Kromě P3.2 je celý port P3 nastaven do kvazi-obousměrného režimu, který je funkčně podobný standardní 8051. P3.2 je nastaven jako výstup.

Posledním krokem této části je přiřazení jmen k jednotlivým používaným vývodům, aby byl zdrojový kód přehlednější.

10.1.2 Vyslání příkazu ATE

Další část začíná návěstím `start`. Nuluje se port 1, nuluje se bit RI v registru SCON. Do DPTR se uloží počátek řetězce, který má být odeslán po sériové lince, v tomto případě to je řetězec `ATE,13,0`. Čísla 0,13 jsou pozice znaků v ASCII tabulce. Pomocí instrukce `call` se volá funkce `sendrss`. Tato funkce má za úkol odesílat řetězec, který má počátek tam, kam ukazuje DPTR. Odesílá ho, dokud nenarazí na prázdný znak.

10.1.3 Kontrola komunikace s mobilním telefonem

V této části je funkce `testOK`. Úkolem této funkce je zjistit, zda telefon po odeslání příkazu `ATE` odpoví. Pokud odpoví, zjišťuje se, zda je tato odpověď `13, 10, 0, K, 13, 10`. Nejdříve se do registrů `R5 – R7` uloží hodnoty, které reprezentují dobu, po kterou se bude testovat, zda přišel po sériové lince nějaký znak. Volá se funkce `testzmk`, která testuje po dobu určenou registry `R5 – R7`, zda nějaký znak přišel. Pokud znak přišel, nastaví se bit pojmenovaný `znakbit` na hodnotu 0. Pokud znak nepřišel, zůstává `znakbit` na hodnotě 1. Nastává návrat z funkce `testzmk` a zjišťuje se, jestli je `znakbit` 0 nebo 1.

Pokud je `znakbit` 1, pravděpodobně to znamená, že telefon není zapnutý. Proto se vyšle na výstup `zapni` krátký impuls, který znamená zapnutí telefonu.

Pokud je `znakbit` 0, znamená to, že znak přišel a tento znak se testuje, zda odpovídá znaku 13 z ASCII tabulky. Pokud se znak neshoduje, provede se skok na začátek. Pokud se znak shoduje, firmware stejným způsobem testuje, zda přišly znaky `10, 0, K, 13, 10`. Rozdíl je jen v tom, že pokud žádný znak ve stanovenou dobu nepřijde, skáče se na začátek firmwaru (ne na funkci, která zapíná telefon), protože telefon už jedním znakem odpověděl. A tím se předpokládá, že je telefon zapnutý.

10.1.4 Předzpracování nepřečtených SMS

Tato část firmwaru má za úkol zjistit, zda přišla SMS. Pokud ano, upravit ji tak, aby mohly být porovnány texty SMS zpráv.

Odesílá se příkaz `AT+CMGL=0`, který žádá telefon o zaslání textu nepřečtené SMS. Pokud žádná nepřečtená SMS není, telefon odpoví `13, 10, 0, K, 10, 13`. Po odeslání příkazu `AT+CMGL=0` se do registru `R1` ukládá hodnota 2 a volá se funkce `cut`. Tato funkce zjišťuje stejným algoritmem jako `testzmk`, jestli znak přišel. Podle toho, jaká hodnota je uložena v registru `R1`, tolik znaků zahodí. Pokud by z nějakého důvodu žádný znak nepřišel, skáče se na začátek. Po zahození dvou znaků se předpokládá, že přijde buď `+CMGL...text zprávy` nebo přijde `OK` v případě, že žádná nepřečtená zpráva není. Takže v tomto případě stačí, když se testuje třetí znak. Pokud je třetí znak 0, firmware zase jede od začátku. Pokud třetí znak není 0, telefon pošle SMS. Než však telefon pošle samotný text, pošle ještě dalších 68 znaků, ve kterých je například telefonní číslo odesílatele, datum a čas odeslání, typ čísla odesílatele, atd. Proto se těchto 68 znaků také zahodí.

10.1.5 Porovnávání textů s příchozí SMS

V předposlední části se firmwaru stará o porovnávání samotných textů v SMS. Byly zvoleny texty: „PCZAP“ - pro zapnutí počítače, „PCVYP“ - pro vypnutí počítače, „PCRST“ - pro reset počítače. Těmto textům po převedení do PDU formátu odpovídají řetězce, které jsou v tabulce: tab. 10.1

Tabulka 10.1: Použité SMS v PDU formátu

PCZAP	05D0A1	3	6	0	8	0	5	13	10	13	10	O	K	13	10
PCVYP	(stejný)	3	5	0	B	0	5	13	10	13	10	O	K	13	10
PCRST	(stejný)	7	4	4	A	0	5	13	10	13	10	O	K	13	10

Firmware tedy znaky, které se přijmou po sériové lince, porovnává se znaky z tabulky. Nejdříve se porovnává, jestli přišly znaky 05D0A1, protože jsou pro všechny 3 SMS stejné. Poté se zjišťuje, jestli se přijal znak 3 nebo znak 7.

V případě že se přijal znak 7, zkoumá se, zda další přijaté znaky jsou 44A05, 13, 10, 13, 10, 0K, 13, 10. Po splnění všech těchto podmínek nastává resetování počítače. Skáče se na návěstí `pcrst`, kde se nastavuje pin `reset` na log. 1. Volá se funkce `pauza`. Nastává návrat z funkce a pin `reset` se nastavuje zpět na log. 0. Zjednodušeně řečeno, `pcrst` má stejnou funkci jako když u PC se stiskne a pustí tlačítko RESET.

Pokud se místo znaku 7 přijal znak 3, firmware kontroluje, zda další přijatý znak je 6 (odpovídá PCZAP) nebo znak 5 (odpovídá PCVYP). Jestli to je znak 6 a další přijaté znaky jsou 0805, 13, 10, 13, 10, 0K, 13, 10, skáče se na návěstí `pczap`. To má za úkol stejným způsobem jako `pcrst` stisknout a pustit tlačítko POWER na PC.

Jestli přišel znak 5 a další znaky byly 0B05, 13, 10, 13, 10, 0K, 13, 10, skáče se na návěstí `pcvyp`. To má za úkol stejným způsobem jako `pczap` stisknout a pustit tlačítko POWER na PC. Rozdíl mezi `pczap` a `pcvyp` je, že `pcvyp` „drží“ tlačítko POWER déle stisklé.

Může se stát, že se nějaký znak v určité době nepřijme nebo přijde jiná kombinace znaků než je zde popsána. Znamená to, že přišla SMS s jiným textem než je „PCZAP“, „PCVYP“ nebo „PCRST“. Tato SMS se maže a firmware jede od začátku.

10.1.6 Vymazání SMS

Poslední část je označená návěstím `de1sms`. Tato část má za úkol jedinou věc a tou je poslat do telefonu příkaz `AT+CMGD=1`. Tento příkaz vymaže SMS, která má index 1.

Kapitola 11

Závěr

Zkonstruované zařízení splňuje požadavky, které byly uvedeny v zadání bakalářské práce. To znamená, že umí vypnout, zapnout a restartovat počítač pomocí GSM.

Možné problémy mohou vzniknout, pokud bude zařízení instalováno do počítače, který má zdroj s nedotatečným výkonem. Zdroj by se mohl zahřívat a tím by mohlo dojít k jeho zničení.

Další problém může vzniknout, pokud po sobě ve velmi krátké době přijdou 2 a více SMS. Dojde k tomu, že všechny SMS budou ignorovány a označeny jako přečtené. Následně bude smazána pouze první SMS a zbylé SMS zůstanou uloženy v paměti. Pokud by se toto stalo několikrát po sobě, dojde k zaplnění a zařízení přestane fungovat, dokud se SMS z mobilního telefonu nevymažou ručně. Tato varianta je sice velmi nepravděpodobná, ale za jistých okolností k ní může dojít.

Literatura

- [1] *Resetátory od firmy Pest.*
<http://firma.pest.cz/elektronika/pages/gsm/>.
- [2] *Popis AT příkazů.*
<http://www.dhservis.cz>.
- [3] *Článek o převodníku MAX 232.* AUTOR: JIŘÍ CHYTL, VYDÁNO DNE 25. 01. 2007
<http://elektronika.ezin.cz/view.php?cisloclanku=2007010003>.
- [4] *Informace o mobilním telefonu Siemens M35.*
<http://siemens.katalogmobilu.cz/mobilni-telefon/siemens-m35i/>.
- [5] *Popis SMS.*
<http://www.smsned.net/co-je-to-sms>.
- [6] *Nástroj pro tvorbu vývojových diagramů.*
<http://www.gliffy.com/>.
- [7] *Vývojové prostředí Keil uVision.*
<http://keil.com/>.
- [8] *Informace o zdroji ATX v2.01.*
<ftp://download.intel.com/>.
- [9] *Informace o zdroji ATX v2.1 a v2.2.*
<http://www.formfactors.org/>.
- [10] VOBECKÝ, J. a ZÁHLAVA, V. *Elektronika - součástky a obvody, principy a příklady.* Třetí rozšířené vydání Grada Publishing, Praha 2005.
- [11] ZÁHLAVA, V. *OrCAD 10.* Grada Publishing, Praha 2004
- [12] ZÁHLAVA, V. *Návrh a konstrukce desek plošných spojů.* ČVUT, Praha 2005

- [13] MATOUŠEK, D. *Práce s mikrokontroléry ATMEL AT89LP2052, AT89LP4052*. Ben - technická literatura, Praha 2006

Příloha A

Citace

Citace z knihy¹³: Práce s mikrokontroléry ATMEL AT89LP2052, AT89LP4052

Mikrokontroler AT89LP2052 je kompatibilní s mikroprocesorem 8051, mezi základní vlastnosti patří:

- výpočetní výkon až 20MIPS při hodinovém kmitočtu 20MHz napájecím napětí 2,7V a teplotě okolí 85°C
- načítání jednoho bajtu instrukce z paměti programu na jeden hodinový cyklus
- 2 KB (u AT89LP2052) nebo 4 KB (u AT89LP4052) programové paměti Flash (10 000 cyklů přeprogramování)
 - seriové rozhraní pro download programu
 - 32bajtový rychlý stránkový programovací režim
 - 32bajtová uživatelská signatura
- napájecí napětí v rozsahu 2,4 až 5,5 V
- plně statický design, pracovní kmitočet 0 až 20 Mhz
- dvouúrovňový zámek chránící obsah programované Flash proti neoprávněnému kopírování
- 256 B datové paměti (SRAM)
- hardwarová násobička
- 15 programovatelných vstupně/výstupních linek, které lze konfigurovat do čtyř režimů (kvaziobousměrný – kompatibilní s 8051, vstupní, výstup typu push-pull, výstup s otevřeným kolektorem)

- rozšířená jednotka UART (automatické rozpoznávání adresy, detekce chyby rámce)
- rozšířená jednotka rámce SPI s dvojitě buferovaným vysíláním/příjem
- programovatelný hlídač běhu programu (WDT) s programovým nulováním
- čtyřúrovňová priorita přerušení
- analogový komparátor s konfigurovatelným přerušením a odstraněním poryvu
- dva 16ti bitové rozšířené čítače/časovače kombinované s 8mi bitovou jednotkou PWM
- detektor podpětí a výpadku napájení
- vnitřní obvod power-on reset
- nízkoodběrové režimy Idle a Power-down
- možnost zotavení z režimu Power-down přes přerušení

A.1 Podrobnější popis

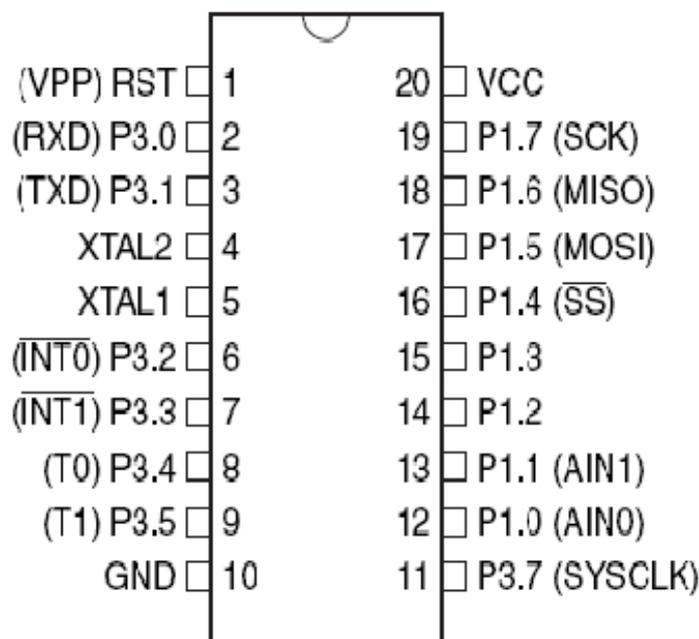
Mikrokontrolér AT89LP2052/4052 je nízkopříkonový vysoce výkonný 8bitový mikrokontrolér vyrobený CMOS technologií, který disponuje 2/4 KB v systému programovatelné Flash paměti. Je kompatibilní s průmyslovým standardem instrukční sady mikroprocesorů 8051. Mikrokontrolér AT89LP2052/4052 je vybudován na základě rozšířeného procesorového jádra, které na jeden hodinový cyklus načítá jeden bajt instrukce.

Jestliže v klasické architektuře typu 8051 zabere výběr jednoho bajtu instrukce z programové paměti 6 hodinových cyklů (takže provedení instrukce pak trvá 12, 24 nebo 48 cyklů hodin), u mikrokontroléru AT89LP2052/4052 je instrukce prováděna 1 až 4 hodinové cykly. To dává 6 až 12 násobné navýšení výpočetního výkonu proti standardu 8051.

Navíc 17 procent instrukcí vyžaduje pro své provedení pouze tolik hodinových cyklů, kolik zabere bajtů v programové paměti. Většina zbývajících instrukcí pak na své vykonání vyžaduje pouze jeden přídatný hodinový cyklus.

Rozšířené procesorové jádro s výpočetním výkonem 20 MIPS má však oproti standardu 8051 s maximálním výpočetním výkonem 4 MIPS stejnou spotřebu. Nebo opačně: stejného výpočetního výkonu jako u standardu 8051 lze s novým jádrem dosáhnout při podstatně nižším taktovacím kmitočtu, tedy při nižší spotřebě (spotřeba se totiž s taktovacím kmitočtem zvyšuje téměř kvadraticky).

V mikrokontroléru AT89LP2052/4052 jsou k dispozici dva čítače/časovače s rozšířenými režimy. V režimu 0 je každý konfigurován jako 9 až 16bitový čítač/časovač. V režimu 1 je k dispozici 16bitový čítač/časovač s autoreloadem. Navíc lze oba čítače/časovače konfigurovat jako 8bitové PWM jednotky s 8bitovou předděličkou.



Obrázek A.1: Popis pinů pouzdra mikropočítače AT89LP2052

Systémový takt

Hodinový kmitočet procesorového jádra je roven kmitočtu vývodu XTAL1, nedochází k žádnému dělení taktu.

Vykonávání instrukcí s jednocyklovým výběrem

Mikrokontrolér načítá v každém taktu hodin jeden bajt instrukce (výběr instrukčního bajtu je tedy 6x rychlejší než u standardu 8051).

Řízení přerušování

Řadič přerušování testuje příznaky přerušování v rámci posledního hodinového cyklu prováděné instrukce. V případě, že přerušování nastalo na konci instrukce, je příznak přerušování zapamatován a předán do další instrukce.

Čítače/časovače

Čítače/časovače se inkrementují rychlostí odpovídající hodinovému kmitočtu procesorového jádra (ne 1/12 pracovního kmitočtu, jak tomu je u standardu 8051).

Sériový port (UART)

Přenosová rychlost UART v režimu 0 je 1/2 pracovního kmitočtu (a ne 1/12 pracovního kmitočtu, jak je tomu u standardu 8051). Poznamenejme také, že pokud je jako generátor přenosové rychlosti používán čítač/časovač 1 (v režimech 1 nebo 3), čítá se opět hodinový kmitočet jádra. To tedy znamená, že u mikrokontroleru AT89LP2052/4052 musí být při stejném kmitočtu krystalu nastavena 12x delší perioda, aby se dosáhlo stejné přenosové rychlosti. Tato skutečnost dovoluje jemnější nastavení přenosové rychlosti.

WDT

Jednotka dohlížející na správný běh programu (WDT) pracuje u mikrokontroleru AT89LP2052/4052 přímo s kmitočtem procesorového jádra.

Vstupně/výstupní porty

Vstupně/výstupní porty u mikrokontroleru AT89LP2052/4052 mohou být konfigurovány do čtyř režimů. Po připojení napájení nebo po resetu se všechny vstupně/výstupní vývody uvedou do třístavového režimu (vstup). U standardu 8051 jsou po připojení napájení nebo po resetu všechny vstupně/výstupní vývody slabě taženy k log. 1. Pokud chceme, aby se vstupně/výstupní vývody takto chovaly i u mikrokontroleru AT89LP2052, musí být přepnuty do kvaziobousměrného režimu (což provedeme vynulováním registrů P1M0 a P3M0).

Systémové hodiny

Systémové hodiny jsou generovány přímo a to ze dvou zdrojů. Prvním zdrojem je krystalový oscilátor zabudovaný na čipu (ovšem musíme také připojit vnější krystal) a druhým je vnější zdroj hodin. Nedochozí k žádnému dělení hodin, systémové hodiny odpovídají přímo kmitočtu hodinového zdroje.

Krystalový oscilátor

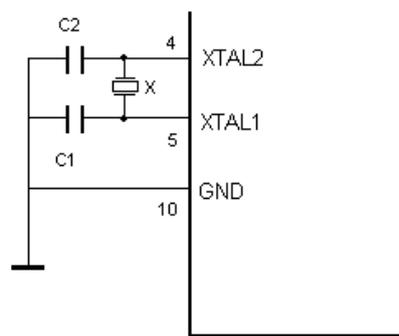
Krystalový oscilátor vybereme, pokud není propojka Oscillator Bypass naprogramována. Mezi vývody XTAL1 a XTAL2 je třeba připojit krystal nebo rezonátor. XTAL2 nelze použít zdroj synchronizace pro další obvody! Viz obr. obr. A.2 .

Vnější zdroj hodin

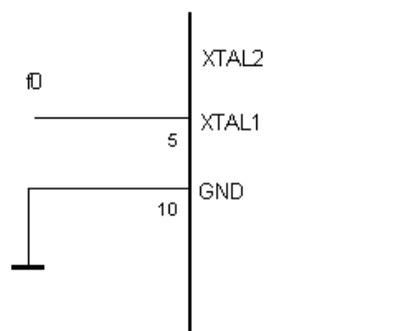
Vnější zdroj hodin vybereme naprogramováním propojky Oscillator Bypass, to způsobí vypnutí zesilovače oscilátoru. XTAL1 pak připojíme přímo na hodinový zdroj a XTAL2 se nechá nezapojen. Viz obr. obr. A.3.

Výstup systémových hodin

Je-li propojka System Clock Out povolena, na vývodu P3.7 (SYSCLK) bude výstup systémových hodin (bez žádného dělení). Vývod musí být konfigurován do režimu push-pull. Po resetu je tento výstup vždy v log. 1.



Obrázek A.2: Zapojení krystalového oscilátoru



Obrázek A.3: Zapojení vnějšího zdroje hodin

Reset

Vývod RST je vzorkován každý hodinový cyklus a pro resetování mikrokontroléru postačí, pokud setrvá v log. 1 pouze po dobu dvou hodinových taktů (tedy ne 24 taktů jako u standardu 8051).

A.2 Význam jednotlivých pinů

Ucc a **GND** slouží pro připojení napájecího napětí (v rozsahu 2,4 až 5,5 V).

XTAL1 je vstupem do invertujícího zesilovače pro zabudovaný oscilátor. Na tento vývod lze také připojit vnější hodinový signál.

XTAL2 je výstupem z invertujícího zesilovače v zabudovaném generátoru. Jako zdroj hodinového kmitočtu pro mikrokontrolér lze použít krystal doplněný kondenzátory (viz obr. A.2). Také je možno připojit vnější zdroj kmitočtu na vývod XTAL1 (XTAL2 se

v tomto případě nezapojuje), viz obr. A.3

RST (UPP) je nulovací vstup. Přivedeme-li na tento vstup log. 1 alespoň po dobu dvou hodinových cyklů, vyvoláme reset mikrokontroléru. Výsledkem pak bude nastavení některých registrů na výchozí hodnoty a rozběh programu od adresy 000h (na této adrese tedy musí být umístěna smysluplná instrukce). Přejde-li RST do log. 0, rozběhne se program od adresy 0. Tento vývod se také používá pro přivedení programovacího napětí (12 V) při paralelním programování. Velmi důležitý je také pro programování pomocí ISP.

Port 1 (P1.0 až P1.7) obsahuje 8 vstupně/výstupních linek. Port P1 je rovněž používán při programování paměti Flash. Alternativní význam vývodů je uveden formou tab. A.1

Tabulka A.1: Alternativní význam vývodů portu P1

Vývod	Druhá funkce
P1.0	AIN0 (neinvertující vstup analogového komparátoru)
P1.1	AIN1 (invertující vstup analogového komparátoru)
P1.2	<i>Bez alternativní funkce</i>
P1.3	<i>Bez alternativní funkce</i>
P1.4	\overline{SS} (signal slave select SPI jednotky)
P1.5	MOSI (signal Master-OUT/Slave-In SPI jednotky)
P1.6	MISO (signal Master-In/Slave-Out SPI jednotky)
P1.7	SCK (hodinový signál SPI jednotky)

Port 3 (P3.0 až P3.5 a P3.7) obsahuje 7 vstupně/výstupních linek. Linka P3.6 není dostupná z vnějšku a je připojena na výstup analogového komparátoru. Alternativní význam vývodů je uveden formou tab. A.2.

Tabulka A.2: Alternativní význam vývodů portu P3

Vývod	Druhá funkce
P3.0	RxD (seriový vstup jednotky UART)
P3.1	TxD (seriový výstup jednotky UART)
P3.2	(vstup vnějšího přerušení číslo 0)
P3.3	(vstup vnějšího přerušení číslo 1)
P3.4	T0 (vnější vstup čítače/časovače číslo 0) vstup PWM jednotky 0
P3.5	T1 (vnější vstup čítače/časovače číslo 1) vstup PWM jednotky 1
P3.6	Dostupný pouze vnitřně
P3.7	SYSCCLK (výstup systemových hodin, pouze pokud je naprogramována spojka systém Clock Fuse)

A.3 Základní odlišnosti oproti standardu 8051

AT89LP2052/4052 je částí rodiny součástek s rozšířenými schopnostmi a plnou binární kompatibilitou vůči instrukční sadě MCS-51. Dále je mnoho SFR adres, přiřazení bitů a alternativních vývodů identické s existujícími 8051 ATMEL součástkami. Odlišnosti jsou uvedeny dále.

Rozšířené jádro

AT89LP2052 používá rozšířené 8051 procesorové jádro pracující 6 až 12x rychleji než standardní 8051. To zvyšuje výkon hned ze dvou důvodů. Jednak procesor vybírá každý hodinový cyklus jeden instrukční bajt z paměti programu. Za druhé používá procesor jednoduchý dvoufázový pipelining pro načítání a vykonávání dvou instrukcí současně. Tento jednoduchý způsob poskytuje výpočetní výkon 1 MIPS na 1 MHz.

Instrukční sada mikrokontroléru řady 8051 obsahuje instrukce v proměnlivé délce 1 až 3 bajty. Takže v systému, kde platí: „co hodinový cyklus - to instrukční bajt“, trvá vykonání instrukce minimálně tolik bajtů, kolik zabírá instrukce v programové paměti.

Některé instrukce (skoky a volání podprogramu) však vyžadují jeden přídatný hodinový takt pro vypočítání cílové adresy. A také některé komplexnější instrukce žádají více hodinových cyklů.

Omezení funkce instrukcí

AT89LP2052/4052 je ekonomický a cenově efektivní člen rozrůstající se rodiny mikrokontrolérů ATMEL. Obsahuje 2/4 KB programovatelné paměti Flash. Je plně kompatibilní s architekturou 8051 a je také programovatelný použitím 8051 instrukcí. Nicméně

existují určitá malá omezení s ohledem na použití instrukčního souboru.

Všechny instrukce skoků jsou omezeny tak, že cílová adresa musí padnout do fyzického paměťového prostoru mikrokontroléru. Tedy do 2 KB u AT89LP2052 a 4 KB u AT89LP4052. Například instrukce 7E0H je pro mikrokontrolér AT89LP2052 použitelná, ale ljmp 900H už ne!

Instrukce skoků/volání podprogramů

lcall, ljmp, acall, ajmp, sjmp, jmp @a+dptr musí mířit na adresu 000H až 7FFH u AT89LP2052 a 000H až FFFH u AT89LP4052. Vystoupení z fyzického prostoru může způsobit nedefinované chování programu.

Pro instrukce cjne, djnz, jb, jc, jnc, jbc, jz a jnz platí stejná pravidla.

Pro aplikace vyžadující přerušení platí, že adresy obslužných rutin jsou stejné, jako u standardu 8051.

MOVX instrukce

Tento mikrokontrolér nepodporuje vnější datovou paměť. Takže instrukce movx by neměla být vložena do programu.

Nejsou k dispozici porty PO a P2

Na rozdíl od procesoru 8051 nejsou k dispozici porty PO a P2, ale pouze P1 a P3. To zcela znemožňuje vytvoření vnějšího paměťového prostoru (jak pro data, tak i pro program). Důsledkem této skutečnosti je, že nelze používat instrukci movx (nahrání bajtu z vnější datové paměti).