

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta elektrotechnická

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2006

Ladislav Vávra

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická



Bakalářská práce

GSM alarm pro zemědělský objekt

Ladislav Vávra

Vedoucí práce: Ing. Pavel Kubalík

Studijní program: Elektrotechnika a informatika, strukturovaný, bakalářský

Obor: Výpočetní technika

červen 2006

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

.....
podpis

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Pavlovi Kubalíkovi za jeho pomoc a trpělivé vedení během tvorby této práce.

Dále bych rád poděkoval všem blízkým, kteří mě po celou dobu studia na FEL ČVUT podporovali.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem a realizací zabezpečovacího zařízení, které pro přenos informace používá GSM technologii. Cílem této práce je vytvořit GSM alarm, který bude schopen hlídat rozsáhlý objekt. Komunikaci v síti GSM bude zprostředkovávat mobilní telefon připojený k zařízení. Řízení alarmu bude obstarávat mikrořadič.

Abstract

This bachelor's thesis deals with design and implementation of the safety equipment which for transmission information using GSM technology. The main target of this thesis is create GSM alarm, which will able to watch large area. Communication through GSM network will by mediating mobile phone connected to equipment. Control equipment will supply micro-controller.

OBSAH

1. Úvod	1
2. Analýza	2
2.1. GSM Alarmy na trhu.....	2
2.2. Obvody v návrhu.....	4
2.3. Mikrořadič.....	4
2.4. Obecné parametry mikrořadičů AVR.....	5
2.5. Multiplexor.....	7
2.6. Operační zesilovač.....	8
2.7. Převodník logických úrovní pro rozhraní RS232.....	9
2.8. Zdroj napětí alarmu.....	10
2.9. DC/DC měnič napětí.....	11
2.10. Tranzistorové pole.....	12
2.11. Sériová paměť.....	12
2.12. Optočlen.....	13
2.13. Popis rozhraní I ² C pro AVR.....	13
2.14. PDU formát.....	14
2.14.1. Popis přenosu krátkých textových zpráv.....	15
2.14.2. Příjem zprávy SMS.....	16
2.14.3. Odeslání zprávy SMS.....	20
3. Návrh řešení	22
3.1. Blokové schéma.....	22
3.2. Analogová část.....	22
3.3. Digitální část.....	23
3.4. Návrh plošného spoje.....	23
4. Řešení	24
4.1. Analogová část.....	24
4.2. Detekce otevření dveří.....	25
4.3. Úprava napětí z čidel pohybu a jejich multiplexování.....	25
4.4. Programovací konektor.....	26
4.5. Komunikace s mobilním telefonem.....	28
4.6. USART.....	28
4.7. AT příkazy.....	30
4.8. Zdroj napětí.....	31
4.9. Mikrořadič.....	33
4.10. Spínání 0 – 250V.....	33
4.11. Dobíjení mobilního telefonu.....	34
5. Vývoj software	35
5.1. Úvod.....	35
5.2. WinAVR.....	36
5.3. Firmware.....	37
5.4. Obsluha přerušení.....	39
5.5. Odeslání SMS.....	41
5.6. Volání uživatelům.....	43
5.7. Zabezpečovací systém.....	44
6. Testování alarmu	45
6.1. Požadavky.....	45
6.2. Výsledky testování.....	46
6.3. Chyby ve schématu a v plošném spoji.....	46
7. Závěr	47
8. Použitá literatura a zdroje	48

1. Úvod

Cílem mé bakalářské práce je navrhnout, zhotovit a naprogramovat GSM alarm pro rozsáhlejší objekt, jako je například zemědělský areál. Jak název napovídá, GSM alarm přenáší informaci o poplachu pomocí sítě GSM. Tato práce vznikla v rámci týmového projektu, jehož úkolem bylo vytvořit multifunkční zabezpečovací systém. Součástí tohoto systému je další GSM alarm, tentokrát pro zabezpečení bytu nebo rodinného domu. Další součástí systému je webová aplikace. Přes webovou aplikaci je možné zabezpečovací zařízení pohodlně obsluhovat a nastavovat. Generuje příkazy pro zabezpečovací zařízení a předává je dalšímu modulu, kterým je server pro příjem a odesílání požadavků. Server je jakýmsi prostředníkem mezi webovou aplikací a zabezpečovacím zařízením. Přebírá požadavky od webové aplikace, generuje z nich příkazy, které posílá přes mobilní telefon zabezpečovacímu zařízení. Zabezpečovací zařízení zase odesílá zprávy o nastalé akci serveru, který ji uloží do databáze a tím tuto informaci zpřístupní webové aplikaci, která jí dále zpracuje.

V současné době se stále více rozmáhají GSM alarmy a proto jsem se rozhodl pro tuto bakalářskou práci. Výhody GSM alarmů jsou zřejmé. V dnešní době má mobilní telefon u sebe snad každý člověk, a proto informace o poplachu v hlídaném areálu je doručena v podstatě přímo do vlastních rukou. Tyto alarmy se mohou chovat jako tzv. tiché alarmy. To znamená, že nemusí nutně spustit nějakou akci, která by případného zloděje nebo narušitele prostoru vyhnala, ale mohou jen tiše, pomocí sms, informovat pověřenou osobu. Člověk, který obdrží tuto informaci o poplachu se může posléze rozhodnout, co udělat. Jestli zloděje chytit, zavolat policii nebo spustit akci, která teprve teď zloděje vyžene. GSM alarmy se dají i pohodlně nastavovat zprávou sms v příslušném tvaru, což je další výhodou těchto typů alarmů.

Tato práce je rozdělena do kapitol. První kapitola je Úvod. Druhá kapitola nazvaná Analýza, objasňuje situaci na trhu GSM alarmů a porovnává některá dostupná zařízení. Dále se zabývá analýzou obvodů potřebných pro vytvoření zařízení a popisem použitých komunikačních rozhraní a protokolů. V třetí kapitole je popsán návrh řešení. Ve čtvrté kapitole je popsáno samotné řešení. Popisem firmwaru mikrořadiče se zabývá kapitola pátá. Šestá kapitola obsahuje popis testování alarmu, a celou práci ukončuje kapitola sedmá tj. závěr.

2. Analýza

2.1. GSM Alarmy na trhu

Většina uživatelů používá síť GSM pro přenos hovorů, zpráv sms nebo přenos dat pomocí GPRS, HSCSD a UMTS. V poslední době se síť GSM stále více používá i pro přenos informace v zabezpečovací technice. Tedy například informace o nepovolaném vniknutí do nějakého objektu, manipulace s nějakým chráněným předmětem nebo i informace o poloze auta. Výsledkem toho jsou GSM alarmy.

GSM alarmy se obecně skládají ze dvou bloků. Prvním je blok, který vyhodnocuje vstupní data např. signál od čidla pohybu, signál od čidla teploty, hluku, kouře atd. Druhým blokem je samotný GSM modul, pro přenos informace.

Na trhu se objevují dva typy těchto zařízení. Prvním typem jsou zařízení, která mají modul GSM nahrazen mobilním telefonem. V drtivé 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 není oddělitelný, jako u první skupiny alarmů. Tyto alarmy jsou složitější, mají více funkcí, a proto jsou také dražší.

Jedno z těchto zařízení nabízí i operátor Eurotel, jedná se o zařízení Patriot. Základní údaje o tomto zařízení jsou uvedeny v tabulce 1.

Základní údaje o zařízení Patriot
okamžité předání informace o narušení vozidla či objektu
odposlech interiéru ve vozidle či objektu
kontrola stavu vozidla a alarmu
dálkové ovládání ochranných prvků i dalších zařízení
dálkové ovládání přes SMS
Bluetooth
rozměry 120 x 54 x 10 mm
hmotnost 55 g
prodejní cena 11 195 Kč

Tab. 1 Základní údaje o zařízení patriot, více[4]

Dalším takovým zařízením z druhé skupiny, tedy těch dražších a funkčně rozsáhlejších je zařízení JA-60GSM. Základní parametry o tomto zařízení, jsou shrnuty v tabulce 2.

Základní údaje o zařízení JA-60GSM
umožňuje přenos dat GPRS nebo pomocí SMS
komunikátor umožňuje komunikovat s pultem centrální ochrany, který využívá jak pevnou telefonní linku tak spojení přes GSM síť
může posílat SMS zprávy až na 8 mobilních telefonů
na každé číslo je možné nastavit vlastní profil událostí, které se mají přenášet
system nabízí až 200 různých typů SMS zpráv pro přesný popis události
komunikátor může zavolat až na 8 pevných telefonních číslech a přehrát varovný zvukový signál
dálkové ovládání a programování zabezpečovacího systému je možné pomocí telefonní klávesnice (z pevné linky i mobilního telefonu)
dálkové ovládání a programování je možné také pomocí SMS zpráv
kontrola přítomnosti GSM signálu
měření síly signálu GSM
Cena JA-60GSM + ústředna JA-60 (zařízení potřebuje k provozu ústřednu JA-60) 7 723 + 11 623Kč (bez DPH)

Tab. 2 Základní údaje o zařízení JA-60GSM, více [3]

Ještě uvedu GSM alarm z první skupiny alarmů. Je jím GSM-PAGER P10. K tomuto zařízení musí být připojen mobilní telefon. Základní údaje jsou shrnuty v tabulce 3.

Základní údaje o zařízení GSM-PAGER P10
možnost přenosu na mobilní telefon i pevnou linku
možnost přenosu SMS zpráv
dálkové ovládání a programování pomocí SMS zpráv
dálkové ovládání a programování pomocí tónové volby DTMF
tři telefonní čísla pro poplachová volání
tři telefonní čísla pro poplachové SMS zprávy
možnost dálkové kontroly alarmu
neomezený odposlech přes vestavěný nebo externí mikrofon
možnost programování přes internet
možnost automatické prodloužení platnosti kreditu (udržovací volání)
čtyři poplachové univerzální vstupy
dva externí analogové vstupy
čtyři dálkově ovládané výstupy
možnost dálkově zapínat nebo vypínat libovolné zařízení
cena (bez mobilního telefonu) 6 465Kč (včetně DPH)

Tab. 3 Základní údaje o zařízení GSM-PAGER P10, více [5]

2.2. Obvody v návrhu

V tabulce 4 je uveden seznam obvodů použitých v zařízení. Je tam uvedena i činnost, kterou v zařízení zastávají. Obvody jsem zvolil na základě jejich parametrů tak, aby splňovali všechny vlastnosti a požadavky alarmu.

Činnost	Obvod
Řízení funkcí alarmu	Mikrořadič
Multiplexování vstupů	Multiplexor
Úprava analogového signálu	Operační zesilovač
Komunikace s mobilním telefonem	Převodník RS232
Napájení	Stabilizátor
Převod napětí	DC/DC měnič
Spínání 0-30V	Tranzistorové pole
Uložení konfigurace	Sériová paměť
Detekce sepnutí	Optočlen

Tab. 4 Obvody v návrhu

2.3. Mikrořadič

Mikrořadič je hlavním řídicím prvkem alarmu. Mikrořadič má v alarmu mnoho funkcí. Jeho hlavní funkce jsou vyhodnocování vstupů a následné aktivování výstupů, komunikace s mobilním telefonem prostřednictvím AT příkazů, komunikace se sériovou pamětí a komunikace s počítačem.

Hlavní kritéria pro výběr mikrořadiče jsou dostatek I/O vývodů, dostatečná frekvence, odpovídající velikost paměti pro program.

Vytížení vývodů	Počet vývodů
Spínání	7
Komunikace přes RS232	4
Komunikace se sériovou pamětí	2
Komunikace s ladícím přípravkem	4
Obsluha čidel pohybu	11
Analogové vstupy	4
Celkem	32

Tab. 5 Použití vývodů mikrořadiče

V tabulce 6 jsem uvedl parametry tří mikrořadičů, mezi kterými jsem se rozhodoval. Počet vývodů stejně tak i frekvence mikrořadiče je u všech třech přibližně stejná a tyto parametry jsou dostačující. Moje rozhodnutí o výběru tedy záleželo na velikosti paměti pro program. Vzhledem k tomu, že firmware pro toto zařízení je rozsáhlý a alarm musí splňovat mnoho požadavků, zvolil jsem mikrořadič s největší pamětí pro program z těchto tří uvedených. Pro zařízení jsem vybral mikrořadič ATMEGA32.

Výrobce	Atmel	Atmel	Microchip
Typ	ATMEGA16	ATMEGA32	PIC16F877A
Frekvence	16MHz	16MHz	20MHz
Paměť programu	16kB flash	32kB flash	14.3kB
Paměť SRAM	1024B	2048B	368B
Napájení	5V	5V	5V
Přerušení	vnější i vnitřní	vnější i vnitřní	Vnější i vnitřní
Počet I/O vývodů	32 (4x8)	32 (4x8)	33

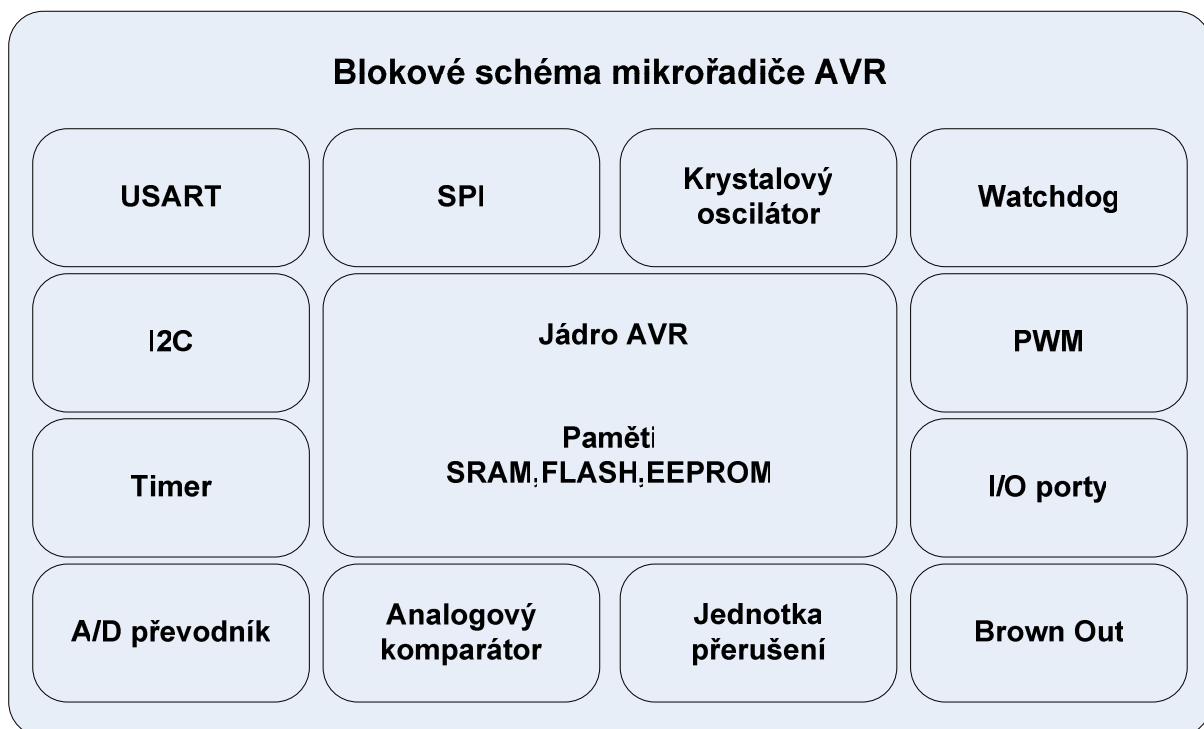
Tab. 6 Základní parametry mikrořadičů

2.4. *Obecné parametry mikrořadičů AVR*

- 32 identických 8-bitových registrů pro všeobecné použití, které jsou všechny použitelné jako akumulátor.
- Ukazatel na zásobník (stack pointer) a tři adresní ukazatele X, Y, Z, které jsou vytvářeny z registrů R26/27=X, R28/29=Y, R30/31=Z R26/27=X, R28/29=Y, R30/31=Z
- Pro registry ukazatelů Y a Z je možná indexace polí pomocí 6-ti bitové relativní adresy (displacement)
- Všechny registry jsou adresovatelné prostřednictvím standardních paměťových přístupů
- Bitové adresování pro všechny registry
- S výjimkou čtyř 32bitových instrukcí mají všechny délku 16 bitů
- Lineární adresní prostor pro datovou paměť navzdory funkčnímu rozdělení
- Interní paměť: FLASH pro program, SRAM pro registry, oblast I/O a data, EEPROM pro ukládání dat
- Externí paměť: RAM rozšířitelná v závislosti na typu MCU
- 64 paměťových míst vstupu/výstupu (prostřednictvím instrukce I/O nebo adresní přístup 0x20 až 0x5F)
- Ochrana před poklesem napájecího napětí (brown-out)

- Žádné další dělení hodinového cyklu krystalu
- K dispozici jsou jádra RTOS
- Mnoho funkčních bloků a periférií podle typu MCU

Blokové schéma mikrořadiče AVR rodiny AT mega, uvedeného na obrázku 1, dává ucelený přehled o funkčních blocích tohoto mikrořadiče.



Obr. 1 : Blokové schéma mikrořadiče AVR

Krátký popis funkčních bloků

- **USART** (Universal Asynchronous/Synchronous Receiver and Transmitter) Plně duplexní sériové rozhraní. Obsahuje detekci falešného start-bitu, detekci chybného znaku a přetečení datového registru, filtraci šumu.
- **Watchdog** (hlídací pes), je to časovač, který je spuštěn po resetu nebo později z programu a po vypršení časového limitu vyvolá automatické přerušení, pokud ho nějakým podmětem (signálem, hodnotou zapsanou do řídicího registru, speciální instrukcí) nevrátíme do počátečního stavu
- **SPI** (Serial Peripheral Interface) sériové synchronní rozhraní pro přídatná zařízení. Přes toto rozhraní se dá obvod programovat metodou ISP (In – System Programming) umožňuje programování MCU přes jednoduché sériové rozhraní

- **Brown Out** podpěťová ochrana
- **I2C** univerzální sériová sběrnice pro komunikaci jednoho obvodu master s obvody slave
- **Timer** čítač
- **Analogový komparátor** může se využít například pro méně přesný A/D převodník
- **A/D převodník** ve většině MCU 8x 10 bitový převodník s možností omezení šumu.
- **Přerušení** (Interrupts) Adresy vektorů přerušení (pomocí kterých se přerušení obsluhuje) jsou uspořádány za sebou od začátku paměťového prostoru. Jejich počet a funkce závisí na dostupných perifériích daného MCU.

2.5. Multiplexor

Tento obvod v zařízení slouží k výběru jednoho z dvanácti čidel pohybu. Z toho je zřejmé, že minimální počet vstupů musí být 12. Tyto obvody se většinou vyrábí s počtem vstupů rovných mocnině dvou. Proto jsem použil multiplexor s 16ti vstupy. Snadno dostupný a pro alarm vyhovující je obvod 74HC4067. Tento multiplexor se chová jako analogový spínač. Základní parametry tohoto obvodu jsou uvedeny v tabulce 7.

Značka	Parametr	Hodnota	Jednotka
Vcc	DC napájecí napětí	-0.5 – 11	V
Vin	Max. vstupní napětí	10	V
Iin	Max. vstupní proud	20	mA
Pz	Ztrátový výkon	750	mW
Ps	Ztrátový výkon při změně vstupu	100	mW
Tamb	Teplotní rozsah	-40 – 85	°C

Tab. 7 Základní parametry multiplexoru 74HC4067

Výběr adresy vstupu, který se má přepnout na výstup multiplexoru se provádí pomocí 4 pinů S0, S1, S2, S3. Multiplexor není aktivní v případě, že není aktivován pin E a ten je aktivní v log. 0. V tabulce 8 je uvedena adresace vstupů na výstup.

Vstupní piny					Vstup - Výstup
E	S3	S2	S1	S0	
L	L	L	L	L	Y0 – Z
L	L	L	L	H	Y1 – Z
L	L	L	H	L	Y2 – Z
L	L	L	H	H	Y3 – Z
L	L	H	L	L	Y4 – Z
L	L	H	L	H	Y5 – Z
L	L	H	H	L	Y6 – Z
L	L	H	H	H	Y7 – Z
L	H	L	L	L	Y8 – Z
L	H	L	L	H	Y9 – Z
L	H	L	H	L	Y10 – Z
L	H	L	H	H	Y11 – Z
L	H	H	L	L	Y12 – Z
L	H	H	L	H	Y13 – Z
L	H	H	H	L	Y14 – Z
L	H	H	H	H	Y15 – Z
H	X	X	X	X	neaktivní

Tab. 8 Adresace vstupů

2.6. Operační zesilovač

Pro úpravu analogového signálu jsou v zařízení zapotřebí čtyři operační zesilovače. Pro každý vstup jeden. Vzhledem k tomu, že operační zesilovač je zapojen jako součtový, přičítá ke vstupu napětí 5V, není na něj kladen žádný zvláštní parametr, jako např. šířka pásma, rychlost přeběhu atd. Jediný parametr, podle kterého jsem vybíral je možnost napájení nesouměrným napětím. Operační zesilovač je totiž v obvodu napájen nesouměrným napětím 12V. V tabulce 9 jsou uvedeny základní parametry vybraných operačních zesilovačů mezi kterými jsem se rozhodoval.

Typ	LM358	LT062
Napájecí napětí	32 nebo $\pm 16V$	$\pm 18V$
Ztrátový výkon	500mW	550mW
Vstupní napětí	- 0,3 – 32V	$\pm 15V$
Teplotní rozsah (pracovní)	0 – 70°C	- 30 – 85°C

Tab. 9 Základní parametry vybraných operačních zesilovačů

2.7. Převodník logických úrovní pro rozhraní RS232

RS232 je sériové rozhraní pro komunikaci dvou zařízení až do vzdálenosti 20m. Informace je po vodičích přenášena pomocí vyššího napětí než je klasických 5V. Je to kvůli vlivům rušení a dosáhnutí větší komunikační vzdálenosti mezi zařízeními. USART mikrořadiče používá při komunikaci standardních 5V, proto je třeba při komunikaci s počítačem nebo v mém případě při komunikaci s mobilním telefonem použít převodník těchto logických úrovní. Použil jsem integrovaný obvod MAX232, který je snadno dostupný a má řadu výhod. Jeho největší výhodou je, že tento integrovaný obvod potřebuje ke své činnosti napájecí napětí pouze 5V. Obsahuje dva páry převodníků logických úrovní.

Logická úroveň	vysílač	přijímač
L	5 – 15V	3 – 25V
H	-5 – -15V	-3 – -25V
X (zakázaná)	-5 – 5V	-3 – 3V

Tab. 10 Napěťové úrovně rozhraní RS232

Aby obvod dosáhl potřebných hodnot kladného a záporného napětí, které jsou uvedeny v tabulce 10, obsahuje speciální zapojení zdvojovačů a invertorů zapojených na principu nábojové pumpy. Parametry obvodu jsou uvedeny v tabulce 11.

Značka	Parametr	Hodnota	Jednotka
V _{cc}	DC napájecí napětí	4.5 – 5.5	V
V _{in}	Max. vstupní napětí	±30	V
I _{in}	Max. vstupní proud	10	mA
T _{plh}	Doba zpoždění Low – High	500	ns
T _{phl}	Doba zpoždění High – Low	500	ns
T _{opr}	Teplotní rozsah (pracovní)	0 – 70	°C

Tab. 11 Parametry obvodu MAX232

Doba zpoždění pro přijímač i vysílač je stejná a to 500ns. Dobou zpoždění se myslí čas od přijmutí logické úrovně na vstupu do vyslání vyšší logické úrovně na výstup.

2.8. Zdroj napětí alarmu

Pro návrh zdroje napětí je nezbytné, znát napájecí napětí všech obvodů, které budou použity v zařízení. Je potřeba také znát přibližnou spotřebu obvodů v zařízení. Odhad spotřeby použitých obvodů je uveden v tabulce 12.

Obvod	Napájení	Max. spotřeba
ATMega32	5V	100mA
4067	5V	150mA
LM358	12V	15mA
CDDSW1-0512S	5V	120mA
24LC256	5V	3mA
ULN2003A	5V	20mA

Tab. 12 Odhad spotřeby použitých obvodů

Všechny obvody jsem se snažil volit tak, aby jejich napájecí napětí bylo stejné, jako napájecí napětí mikrořadiče tj. 5V. Všechny obvody, mimo operačního zesilovače, tuto vlastnost splňují.

Operační zesilovač je napájen nesouměrným napětím 12V. Pro jednoduchost napájecího zdroje jsem pro jeho napájení použil DC/DC měnič, který mění napětí 5V na 12V. Pro napájení alarmu je tedy potřeba jen 5-ti voltového zdroje napětí.

Použil jsem klasické zapojení 5-ti voltového stabilizátoru 7805, jehož schéma je více popsáno v kapitole 4. Parametry stabilizátoru jsou uvedeny v tabulce 13.

Značka	Parametr	Hodnota
U _{out}	Výstupní napětí	5V
I _{out}	Max. výstupní proud	1,5A
U _{in}	Max. vstupní napětí	35V
Tol	Tolerance hodnot	±4%
Top	Operační teplota	0 – 150°C
	Pouzdro	TO220
	Cena	8Kč

Tab. 13 Parametry stabilizátoru 7805

2.9. DC/DC měnič napětí

Je použit pro napájení operačního zesilovače. Vybral jsem obvod CDDSW1 – 0512S pro jeho nízkou cenu, proti ostatním DC/DC měničům, a kvůli jeho dostupnosti. Tento obvod jsem vybral tak, aby vyhovoval požadavkům operačního zesilovače. Výhodou DC/DC měniče je, že napětí jsou galvanicky oddělena. Nevýhodou však je, jejich vysoká cena. Podrobnější parametry jsou uvedeny v tabulce 14.

Značka	Parametr	Hodnota
U _{in}	Vstupní napětí	5V
U _{out}	Výstupní napětí	12V
I _{out}	Max. výstupní proud	83mA
P	Výkon	1W
N	Účinnost	70%
Top	Operační teplota	-20 – 71°C
	Pouzdro	SIL4
	Cena	310Kč

Tab. 14 Parametry obvodu CDDSW1 – 0512S

2.10. Tranzistorové pole

Všechny typy tranzistorových polí rodiny ULN, jako jsou: ULN2001A, ULN2002A, ULN2003A a ULN2004A jsou tvořeny tranzistory v zapojení Darlington. Může spínat elektrický proud 500mA a odolávat špičkovému proudu 600mA. Čtyři verze tranzistorových polí s uvedenou architekturou jsou v tabulce 15.

Typ	Architektura
ULN2001A	DTL, TTL, PMOS, CMOS
ULN2002A	14 – 25V PMOS
ULN2003A	5V TTL, CMOS
ULN2004A	6 – 15V CMOS, PMOS

Tab. 15 Typy tranzistorových polí ULN

Tranzistorové pole bude v alarmu použito pro spínání zařízení v rozsahu napětí 0-30V. Přesné parametry obvodů ULN jsou uvedeny v tabulce 16.

Značka	Parametr	Hodnota
Vout	Maximální výstupní napětí	50V
Vin	Maximální vstupní napětí	30V
Ic	Stálý elektrický proud kolektoru	500mA
Ib	Stálý elektrický proud bází	25mA
Tamb	Teplotní rozsah	-20 až 50°C
Tmax	Maximální teplotní rozsah	-55 až 150°C

Tab. 16 Obecné parametry tranzistorových polí ULN

2.11. Sériová paměť

Sériová paměť bude v zařízení použita pro ukládání nastavení, jednotlivých stavů alarmu, telefonních čísel atd. Vybral jsem sériovou paměť 24LC256, protože těmto požadavkům plně vyhovuje a je snadno dostupná. Bude připojena k mikrořadiči pomocí sériové sběrnice I2C, která je popsána v kapitole 2.13.

2.12. Optočlen

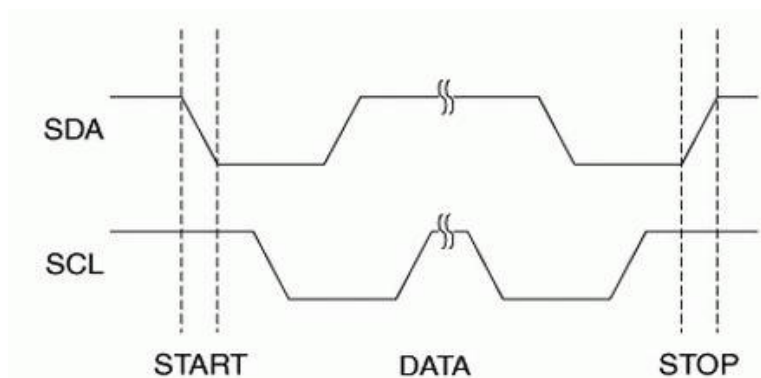
Je to spínací prvek, spínající na základě nějakého vnitřního optického signálu. Na základě požadavků a funkci v alarmu jsem vybral obvod PC827. Jsou to v podstatě dva integrované fototranzistory, reagující na optický signál, který je emitován ze dvou integrovaných diod (pro každý fototranzistor jedna dioda). Obvod tedy obsahuje dva spínací prvky. Parametry obvodu jsou uvedeny v tabulce 17.

Značka	Parametr	Hodnota
If	Spínací proud	5mA
Uce	Max. spínané napětí	35V
Ice	Max. spínaný proud	50mA
Uiso	Izolační napětí	5kV
	Cena	13Kč

Tab. 17 Parametry optočlenu PC827

2.13. Popis rozhraní I²C pro AVR

Toto rozhraní je vhodné pro mikroprocesorové aplikace, které návrhářům umožňuje propojit až 127 různých zařízení pomocí dvou společných sběrnicevých linek – jeden vodič pro data – SDA (Serial **D**Ata) a jeden vodič pro hodinové pulsy – SCL (Serial **C**Lock). Pro každou linku je třeba ještě připojit tzv. pull-up rezistory připojené na Vcc, které v případě nečinnosti na sběrnici “zvedají” napětí na obou linkách na hodnotu Vcc. Každý vyslaný bit na sběrnici (SDA) musí být synchronizovaný s hodinovým pulsem (SCL). Jedinou výjimku tvoří START a STOP bit. Po vyslání START bitu následuje množství datových bytů a celá komunikace je zakončena tzv. STOP bitem, což je stav, kdy je SCL ve stavu log. 1 a SDA přejde z log. 0 do log. 1. Start a stop bit vysvětluje obrázek 2.



Obr. 2 : Start a stop bit

Každé zařízení má svou vnitřní datovou adresu (neměla by se měnit, u zařízení jako jsou sériové paměti apod. je pevná, avšak AVR může fungovat v režimu Slave a tam je adresa plně programovatelná i za běhu programu), kterou se zařízení na sběrnici rozlišují. Na sběrnici sice může být více zařízení se stejnou adresou, ale pak není možné komunikovat jenom s jedním z nich. Je to právě vnitřní adresa, kterou se zařízení od sebe rozlišují. Slave zařízení nikdy nemůže inicializovat START bit, a tím začít komunikaci po sběrnici. Po vyslání START bitu na sběrnici začne Master vysílat jako první adresový paket. Ten se používá k tomu, aby zařízení, které je voláno, vlastně vědělo, že je to právě ono, kdo je žádán o komunikaci. Všechny adresové pakety jsou 9 bitů dlouhé, přičemž se skládají z:

- **7 bitů** pro určení adresy zařízení
- **1 bitu** určující, zda chceme z cílového zařízení číst nebo do něj zapisovat (0 pro zápis, 1 pro čtení)
- **1 potvrzovací bitu**, který vyše cílové (volané) zařízení v případě, že jeho vnitřní adresa se shoduje s adresou vyslanou na sběrnici. To je také pro Master kontrola, že zařízení je fyzicky na sběrnici a že je připraveno přijímat data

Jako první se při vysílání adresového paketu vysílá nejvyšší bit (MSB) adresy, postupně až do nejnižšího (LSB). Poté 1 bit určující, zda budeme z cílového zařízení číst, či do něj zapisovat a s dalším hodinovým pulsem se čeká na potvrzovací bit od cílového zařízení. Tím je přenos adresy po sběrnici ukončen.

Hlavní vlastnosti I²C:

- Jednoduché, výkonné a flexibilní rozhraní řízené pomocí dvou vodičů (resp. tří – společná zem)
- Master i Slave mód (v AVR může být použitý současně)
- Zařízení může pracovat jako vysílač i jako přijímač
- 7-bitová adresa umožňuje připojit až 128 různých zařízení
- Možnost více Master zařízení na jedné sběrnici
- Rychlost přenosu až 400 kHz
- Plně programovatelná adresa zařízení (pro režimy Slave)
- Rozpoznání (příjem) adresy ve sleep módu v režimu Slave způsobí přechod do normálního režimu

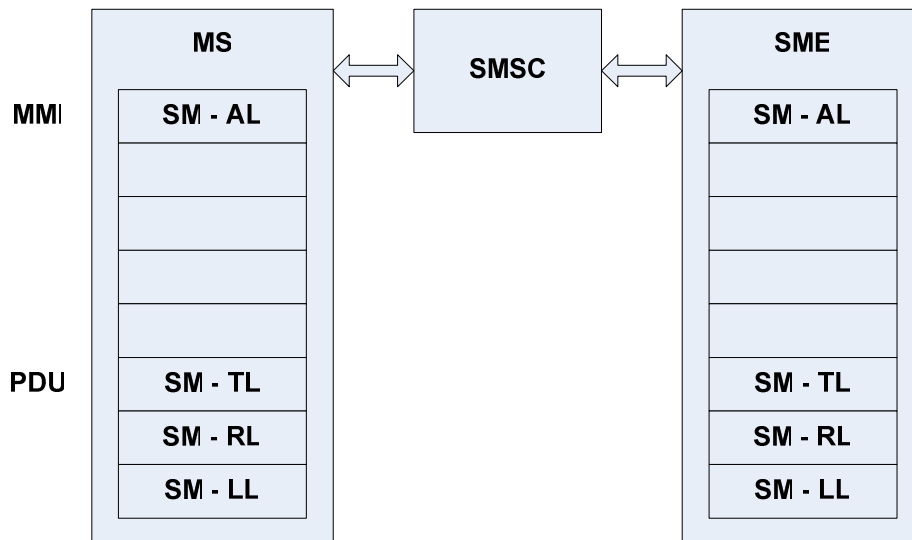
2.14. PDU formát

Tato kapitola se zabývá podrobnějším popisem formátu PDU (Protocol Description Unit), který slouží pro transport krátkých textových zpráv SMS. PDU datagram je vlastně záznam obsahující souhrn údajů potřebných pro transport krátkých textových zpráv. Kromě vlastního

textu zprávy obsahuje informace pro směrování zprávy, pro kódování, dekódování, časová data apod.

2.14.1. Popis přenosu krátkých textových zpráv

Na obrázku 3 je znázorněn vrstvý model přenosu krátkých textových zpráv, dále jen SMS.



Obr. 3 : Vrstvový model přenosu SMS

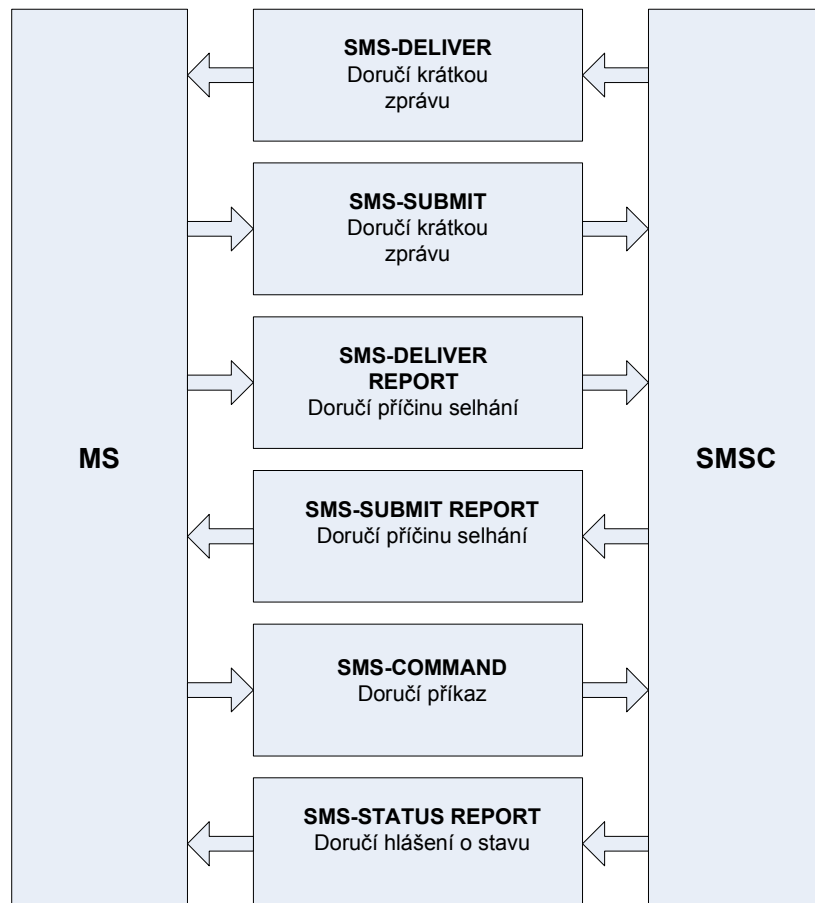
Vysvětlení zkratk pro vrstvý model přenosu SMS

- MS – mobile station
- SME – short message entity
- SMSC – short message service center
- SM-AL – short message application layer
- SM-TL – short message transport layer
- SM-RL – short message relay layer
- SM-LL – short message link layer
- MMI – man-machine interface
- PDU – protocol data units

MMI je rozhraní pro komunikaci mezi zařízením a uživatelem. Toto rozhraní je založeno na množině příkazů AT+C příkazů. Je to rozšířená množina příkazů pro celulární síť dle doporučení GSM-07.07.

Transportní vrstva SM-TL poskytuje služby aplikační vrstvě SM-AL. Tyto služby umožňují SM-AL přenášet krátké zprávy protilehlé entitě SME, přijímat zprávy od této entity a také přijímat výsledné zprávy o předchozích požadavcích na transport SMS.

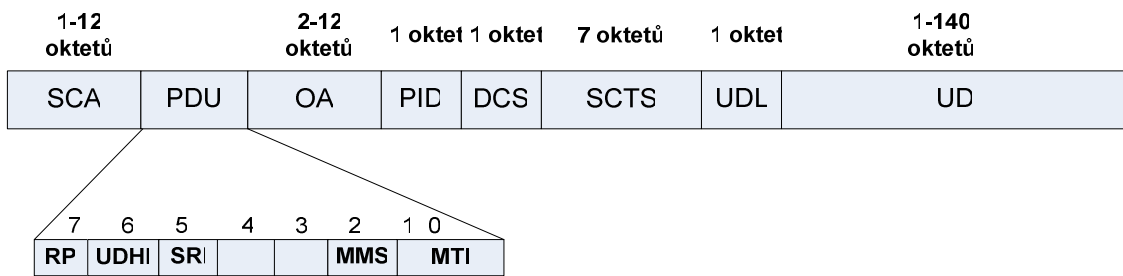
Při komunikaci se používá šest různých datagramů pomocí kterých komunikuje transportní vrstva. Jsou to: SMS-DELIVER, SMS-DELIVER REPORT, SMS-SUBMIT, SMS-SUBMIT REPORT, SMS-STATUS REPORT a SMS-COMMAND. Krátký popis jednotlivých datagramů PDU s vyznačením směrem komunikace je na obrázku 4.



Obr. 4 : Popis a směr komunikace PDU datagramů

2.14.2. Příjem zprávy SMS

PDU řetězec obsahuje nejen zprávu, ale také mnoho dalších informací o odesílateli, telefonní číslo SMS centra, časové značky atd. To je všechno ve formě hexadecimální nebo desítkové. Pro příjem zprávy slouží PDU datagram SMS-DELIVER. Tento datagram pro příjem sms teď detailněji popíši. Na obrázku 5 je struktura datagramu.



Obr. 5 : Struktura datagramu pro příjem SMS

SCA – (*Service Center Address*) první oktet udává délku telefonního čísla pro středisko zpráv, druhý oktet tvar telefonního čísla (81 – pro národní formát tel. Čísla, 91 – pro mezinárodní formát tel. čísla), následuje telefonní číslo. Telefonní číslo je v BCD kódu. Číslo je zaznamenáno ve zvláštním tvaru. Je rozděleno na dvojice číslic a ty jsou vzájemně prohozeny, takže z telefonního čísla v mezinárodním formátu 420723123456 vznikne číslo 247032214365. Když není uvedeno číslo střediska zpráv použije se číslo, které je uloženo na SIM kartě.

PDU – (*Protokol Description Unit*) 8 bitů, jejichž význam podrobně popíši

- **RP** – (*Reply-Path*) tento bit oznamuje, že odpověď na tuto zprávu je placena původcem této zprávy a její příjemce může odpovědět bezplatně. Tento parametr byl definován pro případy, kdy se vyzyvatel ptá na něco příjemce a nechce, aby měl adresát zprávy nějaké výlohy s odpovědí. V SMS může být tato volba aktivována pouze zasílatelem zprávy.
- **UDHI** (*User Data Header Indication*) informuje o přítomnosti hlavičky na začátku pole uživatelských dat (UD).
- **SRI** (*Status Report Indication*) určuje, zda bude status report zaslán zpět k původci SMS. To znamená, že v okamžiku doručení k adresátovi bude vygenerován report, který bude zaslán zpět jako potvrzení příjmu. Toto pole je nastavováno pouze v SMSC.
- **MMS** (*More Messages to Send*) tento bit určuje, zda pro daného adresáta jsou v SMSC uloženy ještě další zprávy. To může nastat například v případě, že mobilní stanice je dlouho vypnuta nebo mimo dosah signálu a v SMSC se nahromadí větší množství zpráv. Základní princip, který je schován za tímto parametrem, spočívá ve využití už jednou zbudovaného spojení na kontrolním kanále pro transport více SMS zpráv najednou. To samozřejmě snižuje obsazení kontrolního kanálu, ale i zkracuje čas potřebný pro přenos více zpráv.

- **MTI** (*Message Type Indicator*) je 2-bitová hodnota popisující druh zprávy obsažené v datagramu PDU. Možné hodnoty těchto dvou bitů jsou uvedeny v tabulce 18.

bit 1	bit 0	typ	směr
0	0	SMS-DELIVER	SMSC => MS
0	0	SMS-DELIVER REPORT	MS => SMSC
0	1	SMS-SUBMIT	MS => SMSC
0	1	SMS-SUBMIT REPORT	SMSC => MS
1	0	SMS-COMMAND	MS => SMSC
1	0	SMS-STATUS REPORT	SMSC => MS
1	1	rezervováno	

Tab. 18 Tabulka možných hodnot MTI

Jednotlivé typy se rozlišují podle dvou bitů, ale také podle směru jakým SMS putuje, jak je vidět v tabulce 18.

OA – (*Originator Address*) tato část se skládá ze tří částí podobně jako u části SCA. První oktet určuje délku telefonního čísla (např. mezinárodní formát 420723123456 má délku 12 takže oktet obsahuje 0Ch) Druhý oktet určuje právě tvar telefonního čísla (81 – pro národní formát tel. čísla, 91 – pro mezinárodní formát tel. čísla). Následuje telefonní číslo odesílatele v kódu BCD opět s přeházenými číslicemi viz.SCA.

PID (*Protokol Identifier*) oktet PID nese informaci podle které se SMSC rozhoduje, ve kterém formátu či pomocí jakého protokolu má být SMS doručena. Jsou zde dvě základní varianty. První je přenos zprávy mezi dvěma mobilními telefony v GSM síti, které nepotřebuje žádné speciální zacházení, protože používá pouze vyšší vrstvy. Druhou možností je spolupráce s telematickými službami jiných sítí a pak musí být krátká zpráva "přeložena" do jiného formátu. Uživatel mobilního telefonu může, pokud mu to jeho přístroj dovolí, nastavovat PID. Na místě je však upozornění, že ne každá síť podporuje každý typ protokolu. Jak ale plyne z následující tabulky 19, v principu nic nebrání tomu, aby byla SMS zpráva přenesena do nejrůznějších zařízení.

PID	zařízení
0	implicitní hodnota, obyčejná SMS zpráva
1	telex
2	fax Group 3
3	fax Group 4
4	normální telefon (tj. konverze do hlasu)
5	ERMES (European Radio Messaging System)
6	národní pagingový systém (dle definice v SMSC)
7	videotext
8-12	různé typy teletextu
13	Universal Computer Interface (UCI)
14-15	rezervováno
16	speciální zpracování podle nastavení SMSC
17	X.400
18-23	rezervováno
24-30	speciální zpracování podle nastavení SMSC
31	mobilní stanice GSM (z jakéhokoliv kódování do výchozí abecedy SMS)

Tab. 19 Hodnoty PID

DCS – (*Data Coding Scheme*) určuje kódovací schéma dat obsažených v poli UD a může indikovat třídu zprávy. Oktet je rozdělen na dvě části po bitech 7:4 a 3:0. Část 7:4 udává typ kódování a bite 3:0 nastavují vlastnosti kódování. Popisy jednotlivých bitů jsou v tabulce 20.

Typ kódování (7:4)	Vlastnosti kódování (3:0)
0000 (7-bitová výchozí abeceda)	0000 výchozí abeceda (7-bitový kód v User Data) 0001-1111 rezervováno
0001 – 1110	rezervováno
1111 (8-bitové kódování)	kódování dat/třídy zpráv bit 3 (rezervován, výchozí hodnota 0) bit 2 (0 výchozí abeceda (7-bitový kód v User Data) 1 8-bitová data v User Data) bit 1 bit 0 (třídy zpráv) 0 0 Class0 ihned zobrazit 0 1 Class1 uložit do ME (SIM) 1 0 Class2 specifická zpráva pro SIM 1 1 Class3 uložit do TE

Tab. 20 Nastavení DCS

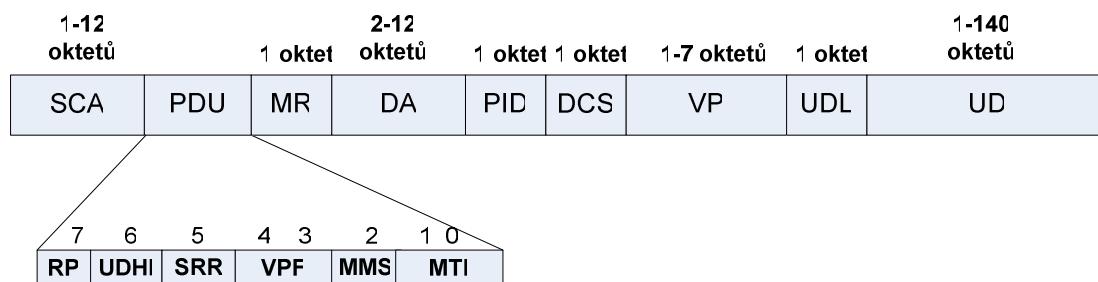
SCTS – (*Service Center Time Stamp*) Servisní centrum označí zprávu časovým razítkem, které informuje příjemce SMS o čase doručení.

UDL – (*User Data Length*) Udává délku textu v hexadecimálním tvaru.

UD – (*User Data*) Zpráva v zakódovaném tvaru.

2.14.3. Odeslání zprávy SMS

Pro příjem zprávy slouží PDU datagram SMS-SUBMIT. Tento datagram pro odesílání sms teď detailněji popíši. Na obrázku 6 je struktura datagramu.



Obr. 6 : Struktura datagramu pro odesílání SMS

Tento datagram se liší v několika místech od datagramu pro příjem SMS (SMS-DELIVER). V popisu již nebudu uvádět části, které jsou popsány výše viz. 2.14.2 Příjem zprávy sms.

PDU – (*Protokol Description Unit*)

- **SRR** – (*Status Report Request*) informuje o tom, že odesílatel SMS požaduje potvrzení o doručení. Pokud byla SMS doručena během doby platnosti, pak odesílatel zprávy dostane pozitivní odpověď spolu s časem kdy byla přijata. Jestliže zpráva nemůže být doručena i po vypršení časové platnosti je původci odesláno chybové hlášení spolu s důvodem proč zpráva nebyla doručena.
- **VPF** (*Validity Period Format*) popisuje jestli je položka **VP** (*Validity Period*) přítomna v datagramu a pokud ano, tak v jakém formátu je uložena, zda v relativním či v absolutním.

MR – (*Message Reference*) udává číslo (0..255) reprezentující referenční číslo SMS-SUBMIT datagramů v posloupnosti zpráv, jenž byly z mobilní stanice odeslány do SMSC. Toto pole je použito, když je z SMSC vysláno hlášení o stavu (STATUS REPORT) na mobilní stanici.

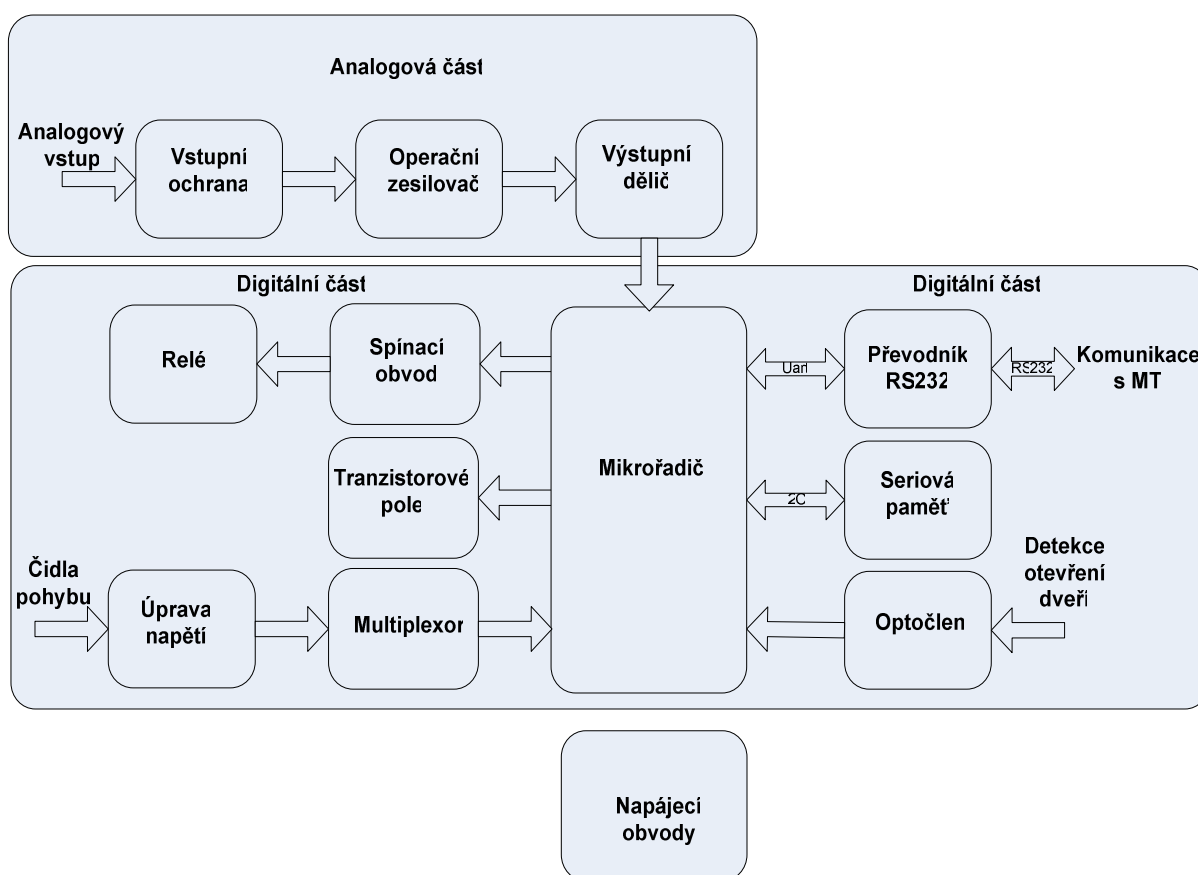
DA – (*Destination Address*) tato část se skládá ze tří částí. První oktet určuje délku telefonního čísla (např. mezinárodní formát 420723123456 má délku 12 takže oktet obsahuje 0Ch) Druhý oktet určuje právě tvar telefonního čísla (81 – pro národní formát tel. čísla, 91 – pro mezinárodní formát tel. čísla). Následuje telefonní číslo v kódu BCD s přeházenými číslicemi viz.SCA.

VP – (*Validity Period*) část VP nese informaci, která umožňuje mobilní stanici posílající SMS do SMSC určit časový úsek, po který je daná zpráva platná, tj. jak dlouho by SMSC mělo garantovat existenci zprávy ve své paměti. Často je ale tento parametr centrem krátkých zpráv ignorován a je nastavována hodnota na maximum.

3. Návrh řešení

3.1. Blokové schéma

Hardwarovou část GSM alarmu lze obecně rozdělit na dvě hlavní části. Analogovou část a digitální část. Obě části se dají ještě rozdělit na podbloky. Takto rozkreslené schéma, jako je uvedeno na obrázku 7, je snadno pochopitelné a pomůže k lepší orientaci a srozumitelnosti při dalším popisu jednotlivých bloků.



Obr. 7 : Blokové schéma GSM alarmu

3.2. Analogová část

Analogová část, jak již název napovídá, bude zpracovávat analogový signál. Jejím úkolem je přijmout vstupní napětí a upravit ho na hodnotu vhodnou pro A/D převodník mikrořadiče. Vstupní napětí se musí upravit, protože alarm bude přijímat napětí od -5V do +5V. A/D převodník mikrořadiče je schopen přijímat napětí v rozsahu 0 – 5V.

3.3. Digitální část

Digitální část se bude zabývat zpracováním digitálního signálu. Z blokového schéma je vidět, že do ní bude patřit komunikace s mobilním telefonem, sériová paměť eeprom, různé druhy spínání, vstupní obvody upravující napětí z čidel pohybu atd. Pro komunikaci s mobilním telefonem bude použito sériového rozhraní. Pro převod logických úrovní se použije převodník RS232. Sériová paměť EEPROM bude obsahovat celé nastavení pro správnou funkci alarmu. Budou v ní uložena telefonní čísla uživatelů, telefonní čísla na které se mají posílat SMS, nastavení výstupů, nastavení akcí, stav v jakém alarm zrovna pracoval, aby při případném poklesu napětí nebo resetu mikrořadiče alarm opět naběhl do stavu v jakém se nacházel atd. Pro spínání vyšších napětí bude použito relé spínané obvodem s tranzistorem. Pro spínání napětí do 30V bude použito tranzistorové pole. Úprava napětí z čidel pohybu se bude provádět pomocí stabilizátoru v klasickém zapojení a jednotlivá čidla budou multiplexována na vstup mikrořadiče pomocí multiplexoru. Pro připomenutí alarm bude mít 12 čidel pohybu a bude z nich moci přijímat napětí až 30V. Multiplexor bude použit z důvodu úspory vstupních pinů mikrořadiče. Pro detekci signálu otevření dveří z magnetického spínače, použiji optočlen.

3.4. Návrh plošného spoje

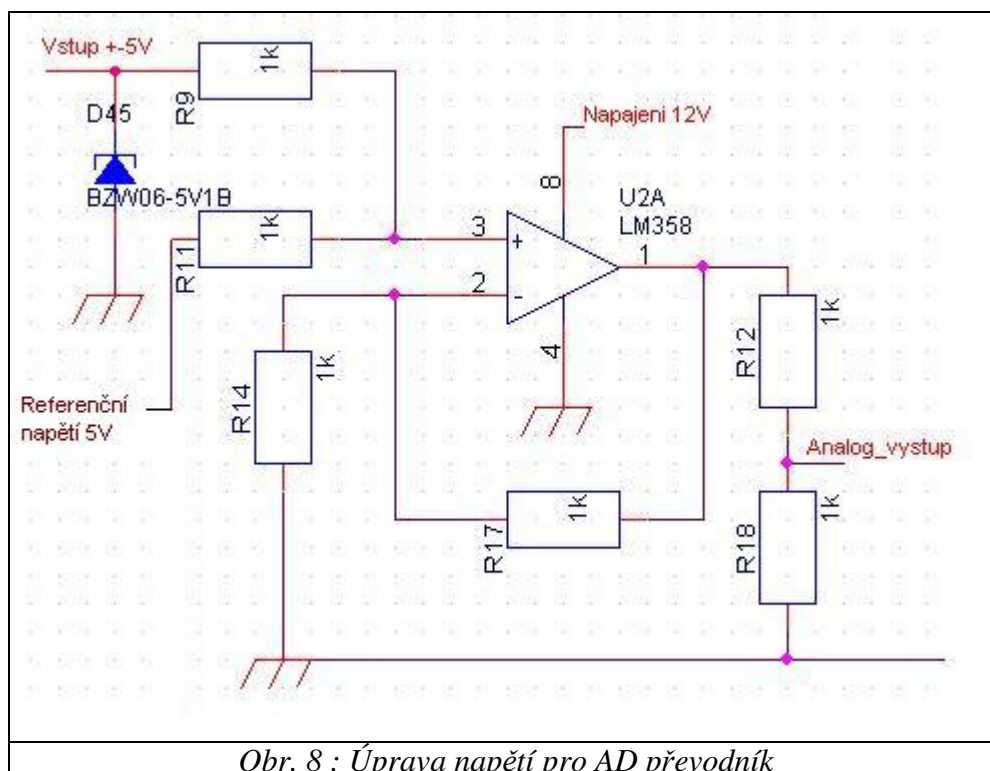
Plošný spoj bude navrhnut tak, aby součástky analogové části tvořily samostatný blok a součástky digitální části tvořily také samostatný blok. Dále bude navrhnut tak, aby deska plošného spoje byla dvouvrstvá. Jedna vrstva bude z větší části tvořit zem. Mohou v ní vést jen nezbytně nutné vodiče. Obě části, jak analogová tak digitální, budou mít vlastní zem (analogová zem, digitální zem) a budou propojeny plošným spojem pouze v jednom místě. Propojit tyto země lze i induktorem. Napájecí vodiče budou co nejkratší a budou rozděleny do napájecích větví. Např. napájení mikrořadiče bude mít vlastní napájecí větev.

4. Řešení

V této kapitole provedu rozbor řešení. Vyberu vždy nějakou část schématu a detailně ji popíšu a odůvodním.

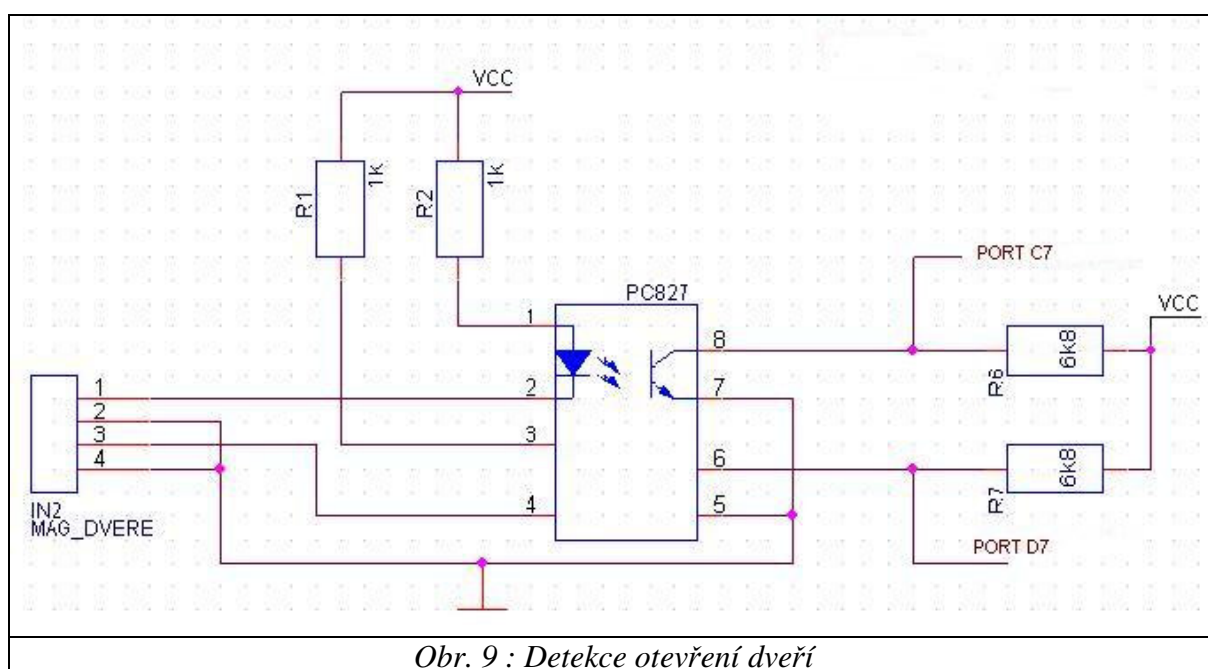
4.1. Analogová část

Tato část schématu se zabývá úpravou napětí z analogových vstupů, které alarm obsahuje čtyři. Vstup do obvodu je v rozsahu od +5V do -5V, ale vstup mikrořadiče je jen 0 – 5V. Obvod je tedy navržen tak, aby ke vstupu přičítl referenční napětí 5V. Tím tedy dostáváme rozsah napětí ze vstupu 0 – 10V. Jak již bylo řečeno mikrořadič může přijmout jen 0 – 5V, proto je na výstupu napěťový dělič, který dělí napětí na polovinu. Výstup je tedy 0 – 5V, kde -5V vstupních odpovídá 0V výstupních a +5V vstupních odpovídá +5V výstupních. Přičítání pěti voltů ke vstupu je řešeno operačním zesilovačem, který je zapojen jako součtový zesilovač. Referenční napětí udržuje stabilizátor 78L05. Na vstupu je ochrana proti vyššímu napětí než napětí vstupnímu (+5V). O ochranu se stará transil BZW06-5V1B. Ochranu výstupu tvoří sám operační zesilovač, který je napájen napětím 12V, což mu nedovoluje na výstupu dosáhnout napětí vyšší než těchto 12V. Je to ještě méně, kolem 10,5V, protože účinnost operačního zesilovače nemůže být 100%.



4.2. Detekce otevření dveří

Dva vstupy alarmu slouží pro detekci otevření dveří. Obvod na obrázku obsahuje optočlen PC827. Dojde-li k otevření dveří, obvod se uzavře a optočlenem začne protékat elektrický proud. Dojde k sepnutí tranzistoru a na vstupu mikrořadiče portu PC7 se objeví nulové napětí. Porty pro detekci dveří jsou aktivní v nule. Rezistory R1 a R2 určují protékající proud optočlenem. Při hodnotě rezistorů $1\text{k}\Omega$ a při napájecím napětí 5V je tento proud 5mA , a to je k sepnutí optočlenu dostačující.



Obr. 9 : Detekce otevření dveří

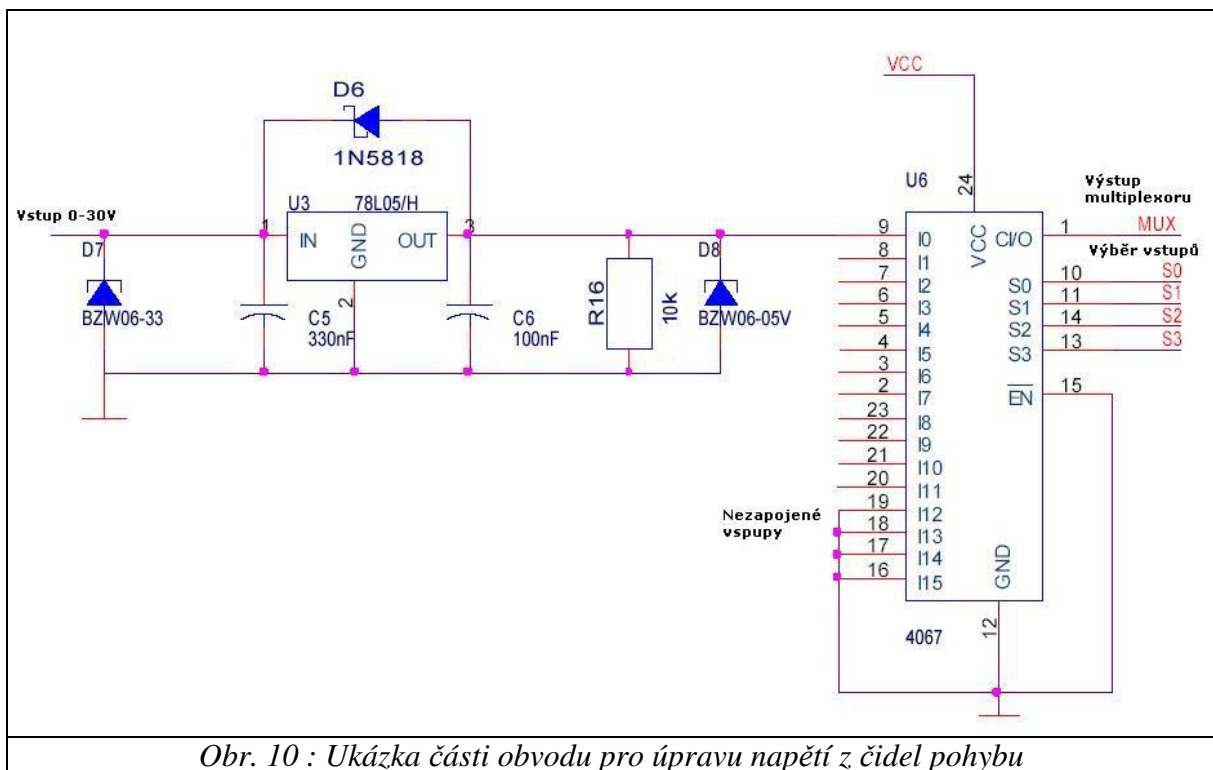
4.3. Úprava napětí z čidel pohybu a jejich multiplexování

Tato část alarmu je navržena tak, aby umožňovala připojení různých čidel pohybu. Některá čidla pohybu mají výstup 12V , jiná 9V atd. Proto je obvod navržen tak, aby mohl přijímat napětí od 0 až do 30V . Na obrázku je zobrazena část schématu s obvodem pro úpravu napětí. Celý obvod je velmi jednoduchý a skládá se ze stabilizátoru napětí v jeho pracovním zapojení, ochranných diod a vybíjecího rezistoru. Na vstupu obvodu je unipolární transil BZW06 – 33 sloužící jako ochrana, který v případě nutnosti srazí napětí vyšší než 30V . Vybíjecí rezistor R16 je připojen paralelně ke kapacitoru C6 a hodnotu $10\text{k}\Omega$ vybíjecího

rezistoru jsem zvolil tak, aby doba vybíjení kapacitoru C6 byla vyhovující. Vybíjecí doba je podle níže uvedeného vzorce 1ms.

$$\tau = R * C = 10000 * 0.0000001 = 0.001s$$

Na výstupu je opět jako ochrana transil, tentokrát však BZW06 – 05, který by případně srazil napětí vyšší než 5V. Těchto obvodů alarm obsahuje 12, pro každé čidlo jeden. Upravené napětí z těchto obvodů je přivedeno do multiplexoru. Mutiplexor je použit z důvodu uspoření I/O vývodů mikrořadiče. Bez použití multiplexoru by čidla pohybu vytižila 12 I/O vývodů, kdežto s jeho použitím je počet použitých I/O vývodů jen 5. Jeden pro výstup multiplexoru a 4 pro výběr vstupu.



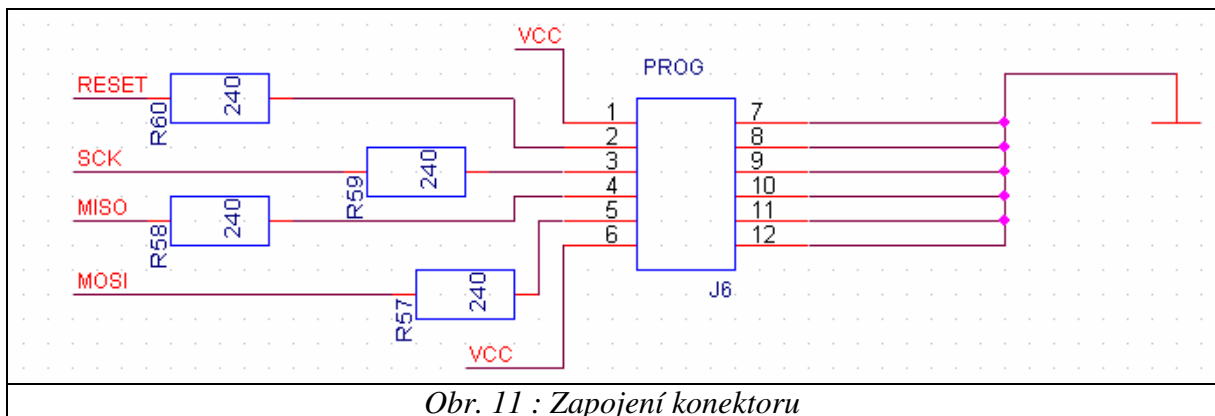
4.4. Programovací konektor

Na obrázku 11 je zapojení konektoru, který je použit pro programování alarmu resp. mikrořadiče. Pro programování jsem použil metodu ISP (In – System Programming). Tato metoda umožňuje programování mikrořadiče přímo v zařízení pomocí vyhrazených vodičů.

Metodou ISP nelze nahrávat (aktualizovat) firmware zařízení bez toho, aby nedošlo k přerušení běžícího programu tzn. programovaný obvod je nutné přepnout do režimu programování. Pro tuto metodu se běžně používají rozhraní SPI (Serial Peripheral Interface), JTAG (Joint Test Actoin Group) nebo také USART (Universal Synchronous/Asynchronous Receive and Transmitter). Já jsem použil jednoduché sériové synchronní rozhraní SPI. Používá tři vodičů a je plně duplexní.

- **MOSI** (Master Out Slave In)
- **MISO** (Master In Slave Out)
- **SCK** (Clock)

Dva vodiče jsou datové vstup/výstup a jeden vodič hodinový. Na programovací konektor jsem ještě vyvedl reset, který je pro metodu ISP potřebný. Dále je tam ještě GND a VCC, což je napájení.



Obr. 11 : Zapojení konektoru

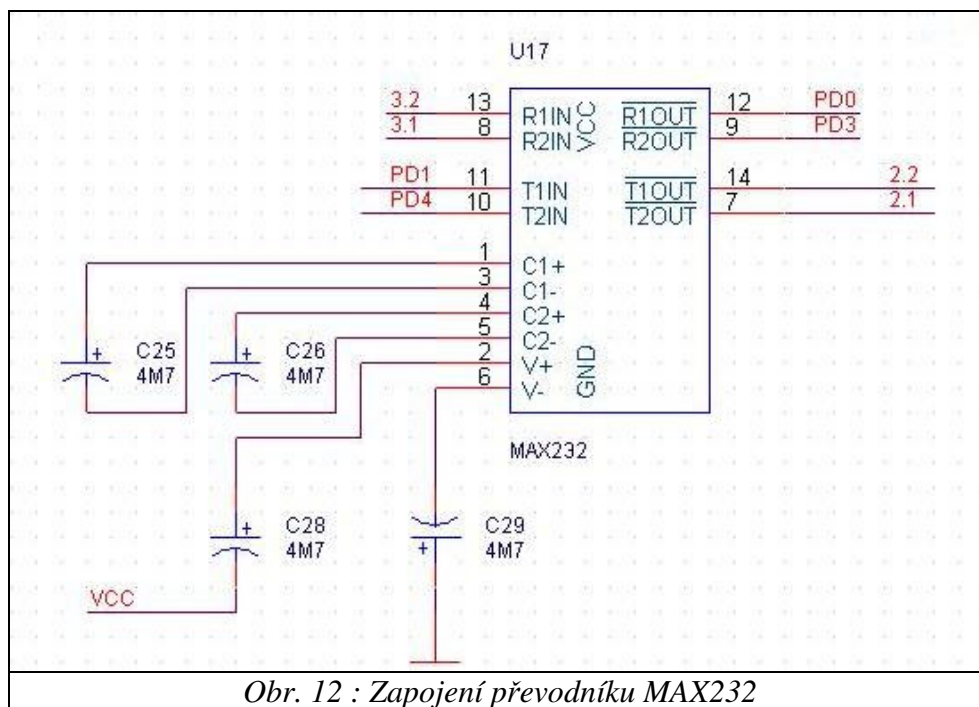
V tabulce 21 jsou uvedeny funkce a označení pinů programovatelného rozhraní ISP.

Označení	Funkce
VCC	Napájecí napětí 5V
GND	Nulový potenciál GND
SCK	Vstup hodinového signálu
MISO	Sériový datový vstup
MOSI	Sériový datový výstup
RESET	Resetovací signál

Tab.21 Označení a funkce pinů programovatelného rozhraní ISP

4.5. Komunikace s mobilním telefonem

Komunikace mikrořadiče s mobilním telefonem probíhá přes rozhraní RS232. Pro převedení logických úrovní z usartu na logické úrovně použitelné pro rozhraní RS232 jsem použil převodník MAX232. Na obrázku 12 je schéma zapojení tohoto obvodu.



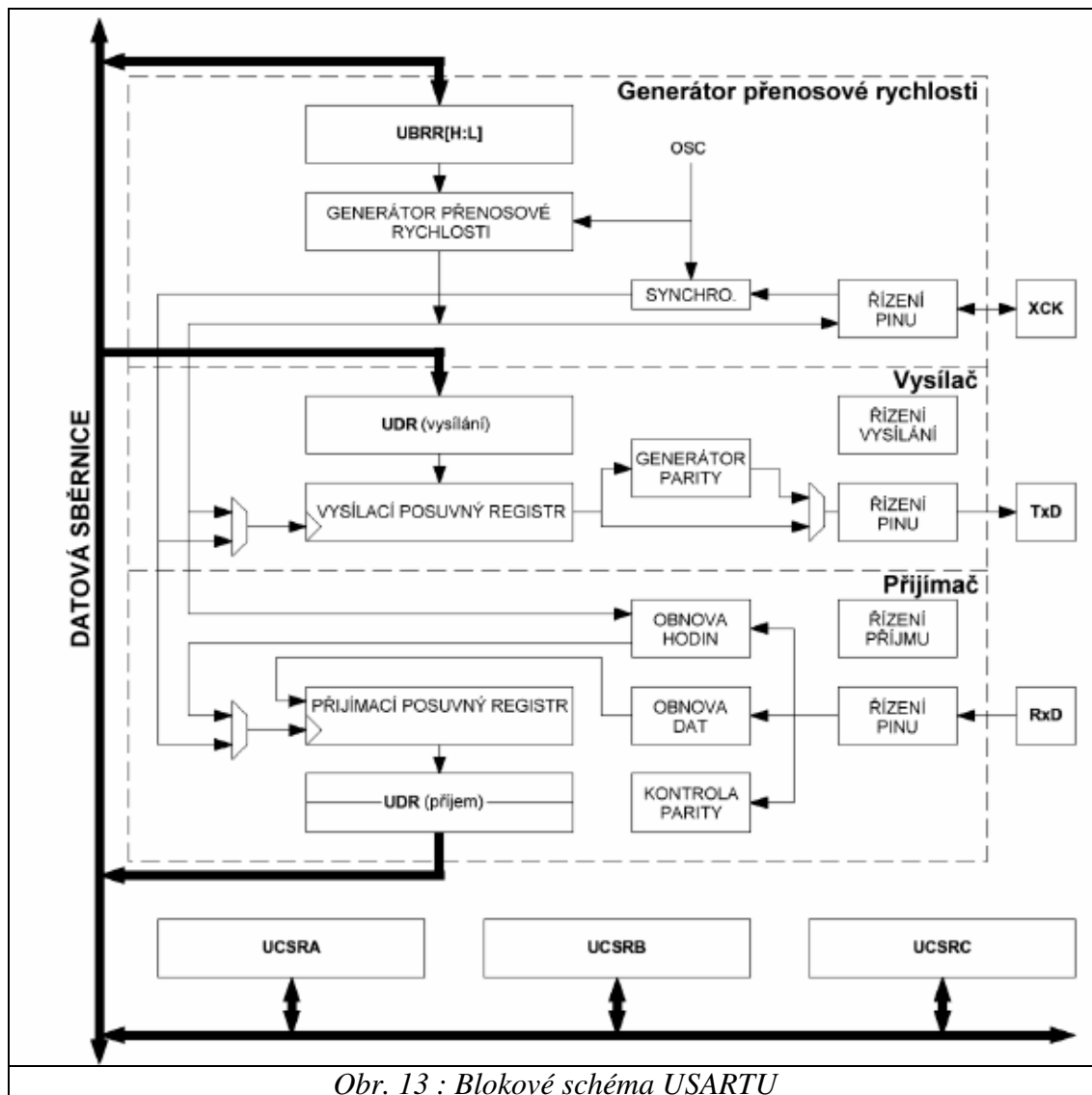
4.6. USART

Mikrořadič Atmega32, který jsem v zařízení použil obsahuje jeden programovatelný USART (Universal Synchronous/Asynchronous Receiver and Transmitter) pro sériovou komunikaci.

Vlastnosti USARTU integrovaného v mikrořadiči Atmega32:

- Generátor přenosové rychlosti s jemným dělením
- 1 start-bit, 1 nebo 2 stop-bity, velikost sériových rámců 5 až 9 datových bitů
- Plný duplex, to znamená že přijímací i vysílací strana je oddělena, samostatný registr pro přijímací stranu tak i pro stranu vysílací
- Hardwarový generátor liché i sudé parity, kontrola parity
- Přerušování generováno ukončením příjmu, ukončením vysílání a prázdným vysílacím registrem

- Šumové filtry
- Detekce falešného start-bitu



Obr. 13 : Blokové schéma USARTU

Na obrázku 13 je zobrazeno blokové schéma USARTU. Je rozděleno do tří boků: generátor přenosové rychlosti, vysílač, přijímač. Nastavení přenosové rychlosti se nastavuje pomocí 16-ti bitového registru UBRR. Hodnota, kterou je potřeba uložit do tohoto registru, pro danou datovou rychlost lze vypočítat ze vztahu:

$$UBRR = \frac{f_{osc}}{(16 * BAUD) - 1}$$

UBRR – hodnota UBRR registru pro požadovanou datovou rychlost

fosc – frekvence procesoru v Hz

BAUD – bitová rychlost v baudech

Vysílací část se obsluhuje pomocí registru UDR. Data se z tohoto registru uloží do posuvného vysílacího registru. Poté jsou data automaticky zpracovávána. Jestliže je to nastaveno vypočte se sudá, lichá nebo žádná parita. Řídící část pak ovládá vysílání znaků podle nastavení generátoru datové rychlosti. Když je registr UDR volný k další práci s ním, vygeneruje se přerušení (pokud je povoleno).

Přijímací část přijímá sériový tok bitů pinem RXD. Hned na začátku se provádí filtrace za účelem odstranění šumu, rušení a rekonstrukce tvaru signálu. Rekonstruovaným hodinovým signálem se řídí přijímací posuvný registr, do kterého se postupně ukládají datové bity. Z přijatých dat se spočítá parita a zkontroluje se z paritou přijatou. Po dokončení příjmu se vyvolá přerušení (pokud je povoleno), přijatá data se získají z registru UDR.

USART se nastavuje pomocí tří registrů UCSRA, UCSRB, UCSRC. Z těchto registrů se také čtou stavové informace potřebné k běhu programu.

4.7. AT příkazy

Komunikace mikrořadiče s mobilním telefonem je uskutečňována pomocí AT příkazů. AT příkazy, jsou příkazy obsluhující hardwarový modem telefonu. Lze jimi vzdáleně kontrolovat operace mobilního telefonu třeba přes sériové rozhraní pomocí data kabelu nebo infračerveného spojení. AT+C příkazy jsou stanoveny dle ETSI GSM 07.07 a GSM 07.05 specifikace. Podle této směrnice, musí příkazy začínat znakovým řetězcem "AT" a končit "<CR>" (0x0D), což je enter. Dokončení příkazu je potvrzeno ukázkou "OK" nebo nepotvrzeno ukázkou "ERROR". Příkaz, který se aktuálně provádí a ještě není potvrzen nebo nepotvrzen, je každým dalším příkazem přerušen. To znamená, že by neměl být vyslán další příkaz, pokud jsme neobdrželi potvrzení. V tabulce 22 uvádím několik AT příkazů pro ukázkou, celá sada AT příkazů pro mobilní telefon siemens C35 je uvedena viz. [7].

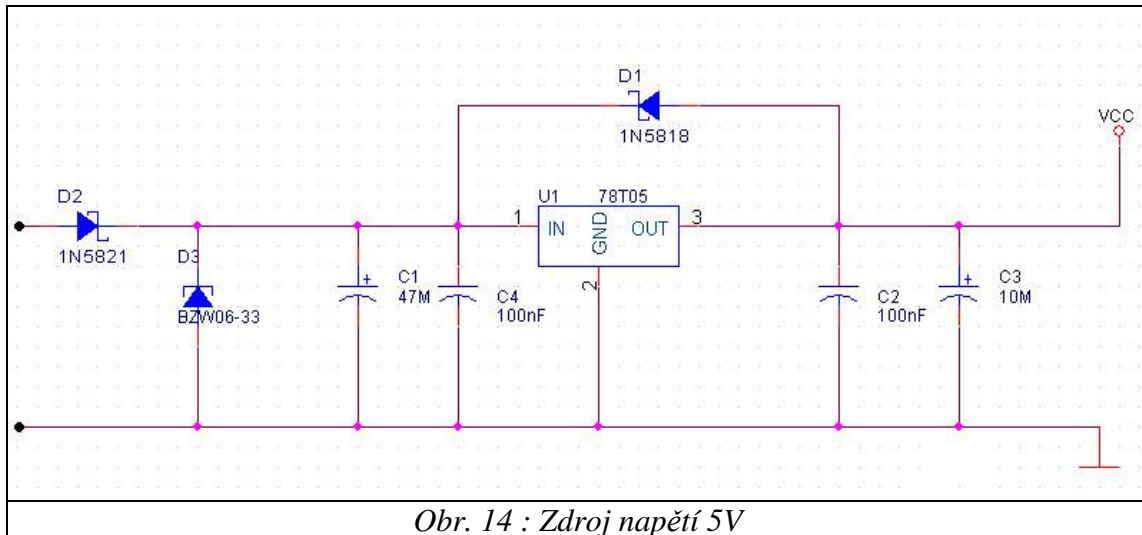
AT příkaz	Příklad	Odpověď od MT	Popis
AT	AT<CR>	OK	Umožňuje otestovat komunikaci s MT OK, v případě, že mobil komunikuje
ATD	ATD+420723123456<CR>	OK	MT vytočí tel.č. 420723123456. Pokud nemá MT signál, tak místo OK odpoví NO CARRIER
ATH	ATH<CR>	OK	Zrušení probíhajícího hovoru
ATA	ATA<CR>	OK	Vyzvednutí příchozího hovoru
AT+CMSS	AT+CMSS=3 <CR>	+CMSS:.10 OK	Odešle SMS zprávu uloženou v MT na pozici 3
AT+CMGD	AT+CMGD=3 <CR>	OK	Smaže SMS zprávu uloženou v MT na pozici 3
AT+CMGL	AT+CMGL=0 <CR>	+CMGL:1,0,,20 079124602009999 0040C9124606021 436500002050020 243610808576D0C 37AABBCED OK	Číslo v příkazu udává typ čtených zpráv: 0 - přijaté, nečtené zprávy (default) 1 - přijaté, přečtené zprávy 2 - uložené, neodeslané zprávy 3 - uložené, odeslané zprávy 4 - všechny zprávy
ATE	ATE0<CR> ATE1<CR>	OK OK	0 pro vypnutí echa 1 pro zapnutí echa

Tab. 22 Ukázka AT příkazů, více v [7]

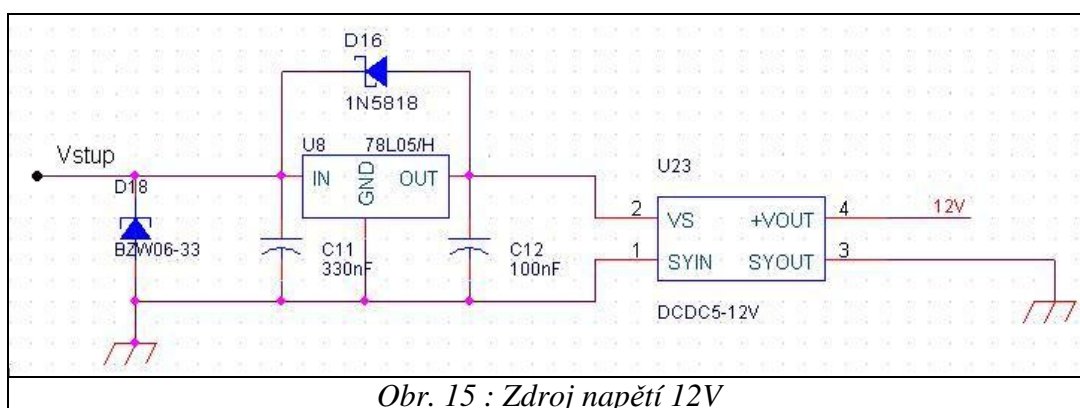
4.8. Zdroj napětí

Alarm pro svoji funkci vyžaduje dvě napětí, 5V a 12V. Nejprve popíše zdroj 5V. Schéma zapojení je na obrázku 14. Celé zapojení se obecně skládá ze dvou částí. První je stabilizátor napětí 78T05 v základním pracovním zapojení s kapacitami, a druhou částí jsou ochranné diody. Na vstupu je ochranná dioda 1N5821 pro případ otočení polarity napájení. Ještě před ní je proudová pojistka, na obrázku není zobrazena. Následuje transil BZW06-33, který má za

úkol nepropustit napětí vyšší než 33V a ochranná dioda 1N5818. Tím je vstupní část zdroje dostatečně ošetřena. Vodič pojmenovaný VCC už je výstup zdroje s napětím 5V.

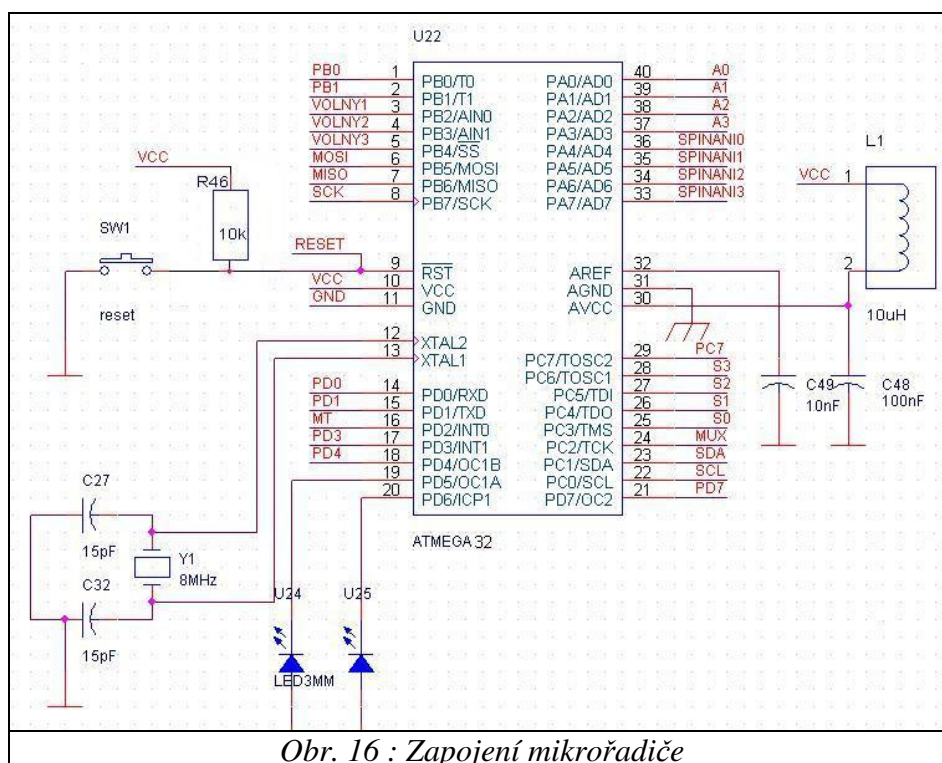


Jak jsem již řekl, zařízení ještě vyžaduje napětí 12V a to pro napájení operačního zesilovače. Toto napětí jsem vytvořil pomocí DC/DC měniče. Na obrázku 15 je opět stabilizátor napětí v pracovním zapojení a jeho výstup je připojen na měnič napětí, který vytváří z napětí 5V požadované napětí 12V. Výhoda tohoto zapojení je, že alarm může být napájen napětím nižším než 12V, což by v případě použití stabilizátoru napětí pro 12V nebylo možné.



4.9. Mikrořadič

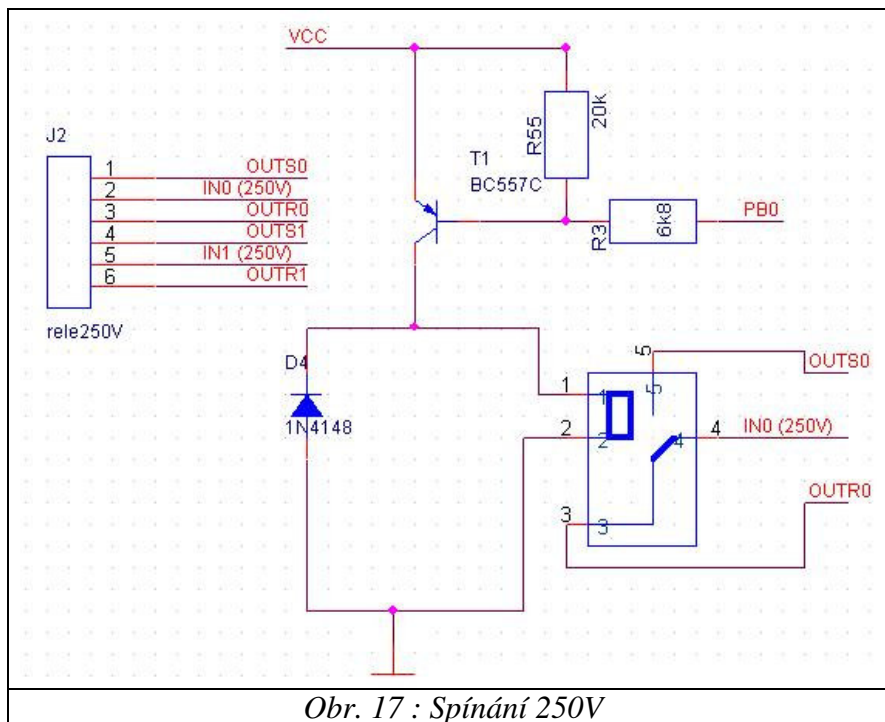
Tato část schématu znázorňuje zapojení mikrořadiče. Resetovací tlačítko je připojeno přes rezistor, který určuje proud při stisknutí tlačítka, na pin RST. Mikrořadič pracuje na frekvenci 8Mhz, proto je k němu připojen krystal s frekvencí právě 8Mhz. Mikrořadič používá A/D převodník, proto je zapojeno i analogové napájení AVCC. Zapojení s induktorem a kapacitorem je doporučené zapojení z datasheetu mikrořadiče. Pin AREF, což je vnější referenční napětí pro A/D převodník je připojen na zem, protože mikrořadič při převodu používá vnitřní referenční napětí. Dále jsou k mikrořadiči připojeny dvě LED diody indikující stav mikrořadiče.



Obr. 16 : Zapojení mikrořadiče

4.10. Spínání 0 – 250V

Spínání napětí až do výše 250V zajišťuje relé H100FDO5. Relé je spínáno tranzistorem, jehož kolektorový proud musí odpovídat proudu potřebnému k sepnutí relé. Proud potřebný pro sepnutí relé uvedený v katalogu součástek je 60mA. V mém případě jsem použil PNP tranzistor BC557C. Ke spínací cívce relé je paralelně připojena ochranná dioda 1N4148. Zařízení obsahuje dva tyto spínací obvody. Na obrázku 17 je zobrazen pouze jeden.



4.11. Dobíjení mobilního telefonu

Dobíjení mobilního telefonu zajišťuje stejný obvod, jako v podkapitole 4.10 Spínání 0 – 250V, proto již neuvádím schéma. Jediným rozdílem je, že je spínáno relé M4 – 05H. Toto relé umožňuje spínat napětí až 30V stejnosměrných a proud 2A. Tyto hodnoty jsou pro dobíjení mobilního telefonu více než dostačující. Spínání je řízené mikrořadičem. Ten na základě aktuálního stavu baterie sepne relé a zahájí tak dobíjení. Po nabití baterie telefonu relé rozezne a ukončí tak proces dobíjení.

5. Vývoj software

5.1. Úvod

V poslední době se stále více rozmáhá programování mikrořadičů v jazyce C. Je to způsobeno stále se lepšícími kompilátory vyšších programovacích jazyků a zlepšováním mikrořadičů. Programy pro mikrořadiče jsou složitější a jejich naprogramování je v jazyce C rychlejší a jednodušší.

Dříve se více programovalo v jazyce symbolických instrukcí (assembleru). Některé jeho výhody platí dodnes. Hlavní výhodou assembleru je, že programátor má absolutní kontrolu nad výsledným kódem. Programátor může velmi efektivně optimalizovat zdrojový kód na velikost nebo na rychlost. Do těch nejlevnějších mikrořadičů s malou pamětí pro program by se výsledný kód z překladačů vyšších jazyků, stejného rozsahu jako v assembleru, třeba vůbec nevešel.

Nevýhodou programování v assembleru je to, že každý mikrořadič resp. výrobce mikrořadičů má svojí instrukční sadu. Assembler klade vyšší nároky na programátora, který musí umět rozložit si daný algoritmus na elementární operace odpovídající daným instrukcím z instrukční sady. Musí si také sám spravovat paměti i registry.

Dnes již snad pro každou platformu mikrořadičů existuje překladač jazyka C. Pro AVR je jich hned několik. Mezi ty hlavní patří Code VisionAVR C Compiler, IAR's C Compiler, ICCAVR, WinAVR. Já jsem si vybral WinAVR, protože je snadno dostupný a je to volně dostupný program.

5.2. WinAVR

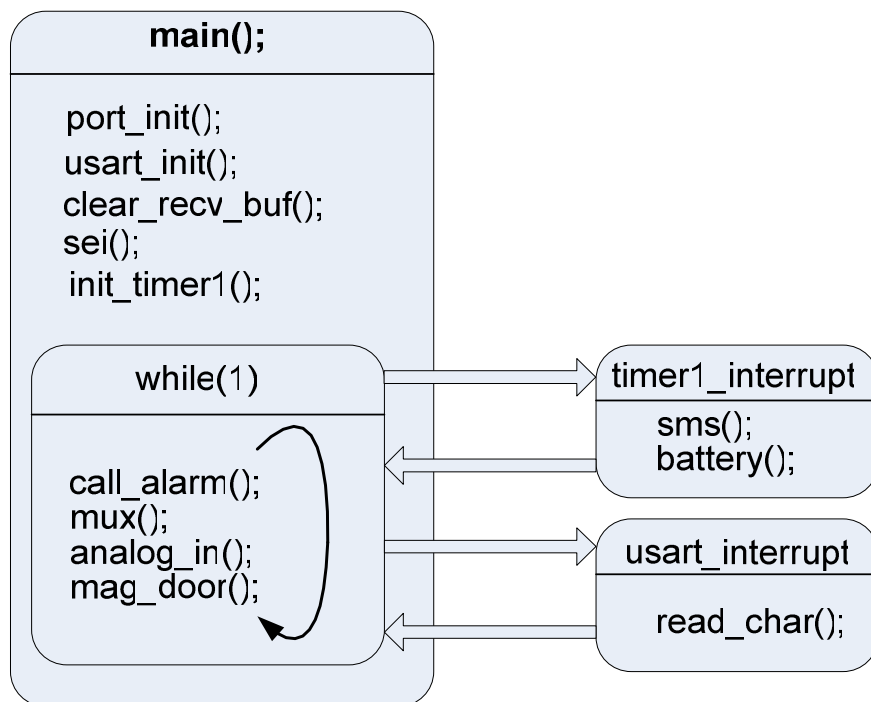
Celý programový balík WinAVR obsahuje mnoho potřebných a užitečných nástrojů, které programátorovi určitě usnadní psaní zdrojového kódu pro mikrořadiče AVR. Standardní součástí programového balíku jsou:

- GCC – překladač ANSI C
- GDB – debugger
- Simul AVR – podpora simulace pro debugger GDB
- AVR Dude – programátor mikrořadičů AVR
- Programmer's notepad – textový editor pro psaní zdrojového kódu
- AVR-libc Manual – dokumentace funkcí jazyka C pro AVR
- Dokumentace PDF i HTML

Překladač pracuje tak, že nejprve zpracuje zdrojové soubory *.c preprocesorem. Preprocesor načte hlavičkové soubory a poté expanduje všechny makra. Tento kód přeloží překladač do tzv. relativního kódu. Pod pojmem relativní kód si představíme strojový kód s relativními adresami identifikátorů. Relativní kód je poté předán linkeru (sestavovací program), který sestaví již finální zdrojový kód v *.hex nebo *.bin. Program v hexa nebo v binárním tvaru už načítáme do programátoru a programujeme jím mikrořadič. Linker vytvoří ještě další soubory. Mezi ty nejdůležitější patří *.lst, *.map, *.elf. Soubor s příponou lst je zdrojový kód prokládaný řádky kódu assembleru, tak jak jej přeložil překladač. Můžete tak vidět, jak vypadá nějaká funkce z jazyka C v assembleru. V souboru s příponou map jsou adresy identifikátorů tak, jak je přiřadil překladač. Soubor s příponou elf lze načíst do debuggeru GDB a nebo do AVR Studia.

5.3. Firmware

V této podkapitole popíši strukturu firmwaru mikrořadiče a jeho hlavní metody. Nebudu zde ale zobrazovat zdrojový kód těchto metod. Program mikrořadiče je napsán v jazyce C pro AVR. Na obrázku 18 je vyobrazen hlavní průběh programu. V metodě `main()` se provedou všechny potřebné inicializace a poté program běží v nekonečné smyčce, ve které provádí obsluhu alarmu. V programu používám dvě přerušení. Přerušení od přetečení čítače a přerušení od usartu. Postupně vysvětlím, co která metoda vyznačená na obrázku 18 provádí.



Obr. 18 : Hlavní průběh programu

První je metoda `port_init()`. Ta má za úkol inicializovat porty mikrořadiče podle potřeby alarmu. Určí jaké piny jednotlivých portů budou vstupní a jaké budou výstupní, popřípadě jakou logickou úroveň má mít výstupní pin daného portu.

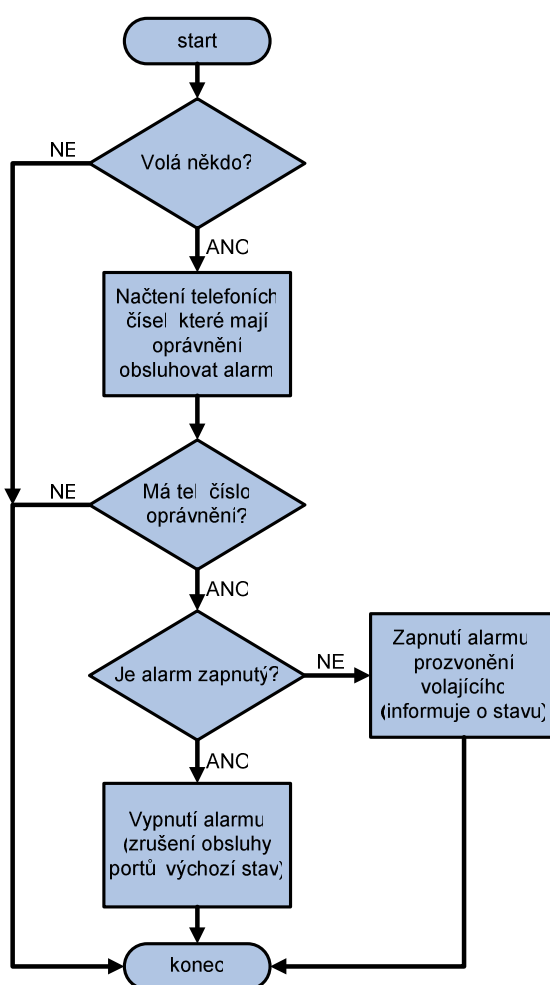
Metoda `usart_init()` nastavuje vlastnosti usartu, pomocí řídicích 8-mi bitových registrů UCSRB a UCSRC. V mém případě má usart nastaven 8-mi bitový formát dat, jeden stop bit a žádnou paritu. V těchto registrech se také nastavuje povolení přerušení od usartu. Zařízení používá přerušení, které se vyvolá v případě přijmutí dat usartem. Metoda nastavuje také rychlost, s jakou bude usart s mobilním telefonem komunikovat. Rychlost je nastavena na 19200 baudů.

clear_recv_buf() je metoda, která smaže obsah přijímacího bufferu. Do přijímacího bufferu se ukládají data přijatá z usartu. Volání této metody je v programu použito na více místech, zde je volána proto, aby byl při startu přijímací buffer prázdný.

Voláním metody **sei()** se globálně povolí přerušování.

Metoda **init_timer1()** inicializuje čítač1. Mikrořadič obsahuje více čítačů, proto je u metody číselné označení čítače. Hodiny čítače (rychlost čítače) se nastavují pomocí kontrolního registru TCCR1B. V tomto registru se pomocí tří bitů CS12, CS11, CS10 nastaví hodnota, kterou je vydělena frekvence mikrořadiče a získaná frekvence je právě frekvence s jakou čítač čítá. V mém případě je tato hodnota 1024. Je to nejvyšší hodnota jaká jde nastavit.

Dále už program běží jen v nekonečné smyčce a provádí obsluhu alarmu. První metodou ve smyčce je **call_alarm()**. Její úkol je kontrolovat, jestli někdo nevolá alarmu. Voláním se alarm zapne nebo vypne, podle toho v jakém stavu se zrovna nachází. Vždy se provádí inverze aktuálního stavu. Kontrolu provádí tak, že prohledá přijímací buffer a v případě, že buffer obsahuje řetězec "RING", pokračuje ve své činnosti dál. Pro lepší vysvětlení je na obrázku 19 vývojový diagram celé metody.



Obr. 19 : Průběh metody **call_alarm()**

Metoda **mux()** obsluhuje přes mikrořadič multiplexor. Multiplexor vybírá čidla pohybu a pouští jejich výstup na vstup mikrořadiče. Tato metoda je velmi jednoduchá, proto vývojový diagram neuvádím. Funguje tak, že pomocí výběrových pinů multiplexoru vybere jedno z čidel pohybu. Otestuje vstupní pin mikrořadiče, zda-li není čidlo sepnuté. Když sepnuté není, metoda testuje další čidlo. Postupně otestuje všech 12 čidel pohybu.

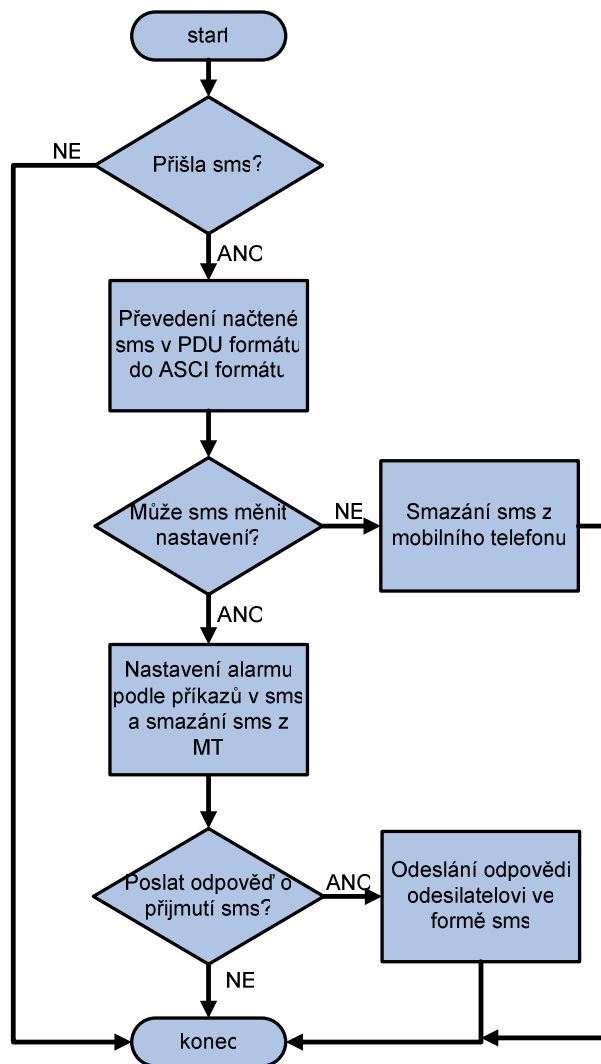
Jestli je ale čidlo sepnuté, zavolá se další metoda **set_out_ports()**. Ta má za úkol nastavit nebo provést akce, které jsou pro dané čidlo nastaveny. Každé čidlo má svoje nastavení uložené v externí sériové paměti. Proto je parametrem této metody při volání adresa, na které je v sériové paměti uloženo nastavení daného čidla. Načte nastavení a příslušné výstupní piny mikrořadiče podle toho nastaví. Je-li v nastavení čidla i informace o tom, že v případě sepnutí se má volat uživatelům alarmu nebo posílat sms, zavolá metoda další metody **call()** a **send_smsku()**, které obslouží tyto akce. Jejich popis je v podkapitole 5.5 Odeslání sms a 5.6 Volání uživatelům.

Další metoda v hlavní smyčce programu je **analog_in()**. Obsluhuje čtyři analogová čidla, tedy přesněji A/D převodník, na který jsou přivedeny výstupy těchto čidel upravené operačním zesilovačem. Postupně obslouží všechny čtyři kanály A/D převodníku. Obsluha jednoho kanálu, tedy jednoho čidla, spočívá v porovnání hodnoty (horní meze) uložené v paměti pro každé čidlo s hodnotou právě přečtenou z kanálu A/D převodníku. Je-li hodnota z A/D převodníku větší než hodnota nastavená pro dané čidlo, spustí se alarm tím, že se zavolá metoda **set_out_ports()** již popsaná výše. Hodnota z A/D převodníku se čte metodou **adc_read()**. Jejím parametrem je identifikátor kanálu, z něhož se má provádět čtení. Registrem ADCSRA metoda nastaví parametry A/D převodníku a z registru ADCL přečte hodnotu napětí ze vstupu v digitálním tvaru.

Poslední metodou v hlavní smyčce programu je **mag_door()**. Obsluhuje dvě čidla detekující otevření dveří. Tato metoda pouze kontroluje vstupní piny mikrořadiče a v případě otevření dveří zavolá opět metodu **set_out_ports()**, která vyvolá nastavené akce pro toto čidlo.

5.4. Obsluha přerušení

V programu používám dvě přerušení. Jedno od přetečení čítače a druhé od usartu. První z jmenovaných používám pro obsluhu příchozích sms. Příchozí sms obsluhuje metoda **sms()**, která je zavolána v obsluze přerušení od čítače. Příchozí sms obsahuje příkazy určené protokolem, který je uveden v kapitole Literatura a zdroje viz.[10]. Těmito příkazy lze nastavovat alarm. Metoda na začátku provádění obsluhy sms prověří platnost sms, zda-li má oprávnění měnit nastavení alarmu. Poté čte příkazy v sms a nastavuje alarm podle nich. Celý průběh této metody je pro lepší orientaci a pochopení její funkce uveden na obrázku 20.



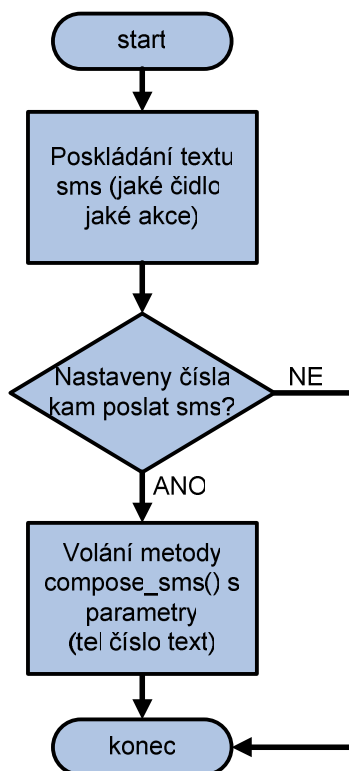
Obr. 20 : Průběh metody sms()

Z průběhu metody `sms()` je vidět, že přijatá sms je do mikrořadiče načtena ve formátu PDU. Formát PDU je podrobně popsán v kapitole 2.14. Musí se tedy převést do formátu ASCII. Metodu s algoritmem na převedení PDU formátu do ASCII mi poskytl můj kolega Lukáš Přívozník.

Přerušení od usartu je vyvoláno přijmutím dat usartem. V obsluze tohoto přerušení přijímám příchozí data (znaky) do přijímacího bufferu. Přijímací buffer obsluhuje více metod, které po zpracování obsahu tohoto bufferu tento buffer vymažou a připraví ho tak na další příjem dat.

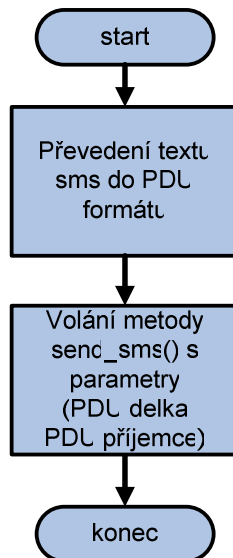
5.5. Odeslání SMS

V této podkapitole popíší princip odesílání sms. Spustí-li se na základě nějakého čidla alarm a má-li čidlo nastaveno možnost informovat uživatele odesláním sms, je odeslána sms. V odeslané sms je informace jaké čidlo sepnulo a jaké akce se provedli (sepnutí relé atd.). Celý proces odeslání sms se spustí zavoláním metody **send_smsku()**. Jejím parametrem je identifikátor čidla, které vyvolalo odeslání sms. Metoda poskládá text podle protokolu viz. příloha [10] a zjistí, jestli jsou nastavena nějaká telefonní čísla, na která se má sms odeslat, Jestliže ano, zavolá další metodu **compose_sms()** a předá jí text a telefonní číslo, kam má být poslána sms. Průběh metody **send_smsku()** je na obrázku 21.



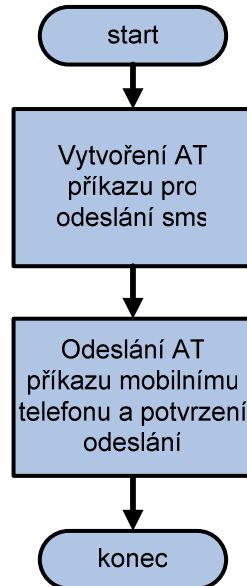
Obr. 21 : Průběh metody *send_smsku()*

Metoda **compose_sms()** převede text do PDU formátu, protože sms se přes AT příkazy dá poslat jen v PDU formátu. Metodu s algoritmem pro převod z ASCII do PDU formátu mi poskytl můj kolega Lukáš Přívozník. Poté se zavolá metoda **send_sms()** s parametry text v PDU, délka PDU a číslo příjemce, která celý proces odeslání sms dokončí. Průběh metody **compose_sms()** je na obrázku 22.



Obr. 22 : Průběh metody `compose_sms()`

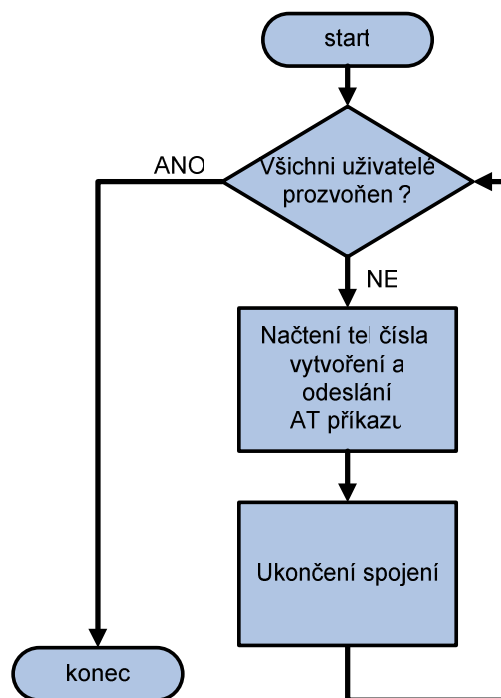
Metoda `send_sms()` dokončí proces odesílání sms tím, že vytvoří příslušný AT příkaz z parametrů, které obdržela. Poté vytvořený AT příkaz odešle přes usart do mobilního telefonu a vyšle potvrzovací znak. Na základě obdržení potvrzovacího znaku mobilní telefon odešle sms. Průběh metody `send_sms()` je na obrázku 23.



Obr. 23 : Průběh metody `send_sms()`

5.6. Volání uživatelům

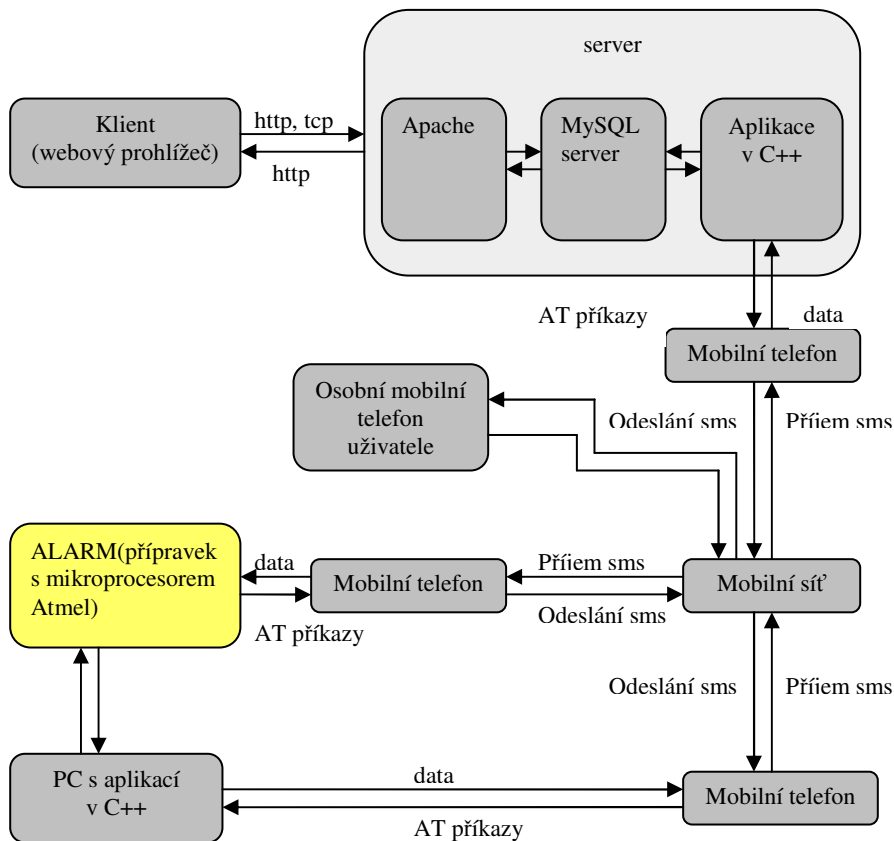
Volání uživatelům obstarává metoda **call()**. Je volána v případě, že nějaké čidlo vyvolá alarm a je nastavena akce volání uživatelům. Metoda postupně načte telefonní čísla všech uživatelů uložených v sériové paměti. Po načtení prvního telefonního čísla vytvoří AT příkaz pro mobil a odešle mu ho. Mobil začne vytáčet uživatele a po jeho prozvonění spojení ukončí. Tím je uživatel informován, že je alarm spuštěn. Celý cyklus se opakuje do té doby, než jsou prozvoněni všichni uživatelé alarmu. Průběh metody **call()** je na obrázku 24.



Obr. 24 : Průběh metody **call()**

5.7. Zabezpečovací systém

Jak jsem již nastínil v úvodu této práce je toto zařízení součástí týmového projektu, který má za úkol vytvořit multifunkční zabezpečovací systém. Jeho předností je snadná obsluha zabezpečovacího zařízení přes webové rozhraní. Uživatel má možnost ovládat alarm v podstatě odkudkoliv, kde má možnost přístupů k internetu. Webová aplikace generuje příkazy, podle protokolu viz.[10]. Vygenerované příkazy předává další součásti projektu, tím je server pro odesílání, ale také příjem sms. Server sestaví z příkazů sms zprávu a pošle ji přes mobilní telefon zabezpečovacímu zařízení. Zabezpečovací zařízení může zpět serveru posílat různé informace. Např. potvrzovací sms nebo informaci o spuštěném poplachu. Tyto sms od zabezpečovacího zařízení jsou opět v souladu s protokolem viz.[10]. Server sms od zabezpečovacího zařízení přijme, zpracuje a uloží do databáze. Informace v databázi jsou zpracovány webovou aplikací. Blokové schéma celého zabezpečovacího systému je na obrázku 25.



Obr. 25 : Blokové schéma zabezpečovacího systému

6. Testování alarmu

Testování alarmu jsem prováděl postupně podle požadavků uvedených níže. Požadavky jsem volil tak, aby pokryly pokud možno všechny body, které má alarm splňovat. Při testování jsem měl alarm připojen přes speciální kabel i k PC. To mi umožňovalo sledovat celou komunikaci alarmu s mobilním telefonem a určit tak správnost a pořadí všech vysílaných příkazů. K tomuto účelu je možno použít např. hyperterminál nebo jiný program, který sleduje komunikaci na sériovém rozhraní.

6.1. Požadavky

- Req 1. Rozlišení uživatelů
- Req 2. Prozvoněním se alarm zapne nebo vypne (inverze stavu)
- Req 3. Zapnout nebo vypnout alarm může jen oprávněný uživatel alarmu
- Req 4. Každé čidlo může spouštět různé akce
- Req 5. Výstupy mohou být uživatelem aktivované nezávisle na čidlech
- Req 6. Alarm bude dobíjet mobilní telefon
- Req 7. Sms musí být zabezpečena heslem
- Req 8. Výstupy může uživatel aktivovat zprávou sms
- Req 9. Akce pro jednotlivá čidla může uživatel nastavit zprávou sms
- Req 10. Zapnout nebo vypnout alarm může uživatel zprávou sms
- Req 11. Přidat další uživatele alarmu lze zprávou sms
- Req 12. Přidat telefonní čísla, na která se bude posílat sms lze zprávou sms
- Req 13. Smazat uživatele lze zprávou sms
- Req 14. Smazat telefonní čísla, na která se bude posílat sms lze zprávou sms
- Req 15. Na každou oprávněnou příchozí sms lze odeslat odpověď o úspěšném přijetí
- Req 16. Alarm může ohlašovat poplach prozvoněním uživatelů
- Req 17. Alarm může ohlašovat poplach posíláním sms
- Req 18. LED diody indikují stav zapnutí nebo vypnutí alarmu

6.2. Výsledky testování

Výsledky testování všech požadavků uvedených v kapitole 6.1 Požadavky, jsem shrnul do tabulky 23.

Požadavek (requirement)	Výsledek
Req 1.	OK
Req 2.	OK
Req 3.	OK
Req 4.	OK
Req 5.	OK
Req 6.	OK
Req 7.	OK
Req 8.	OK
Req 9.	OK
Req 10.	OK
Req 11.	OK
Req 12.	OK
Req 13.	OK
Req 14.	OK
Req 15.	OK
Req 16.	OK
Req 17.	OK
Req 18.	OK

Tab. 23 Výsledky testování

Během vývoje celého zařízení jsem prováděl testování dílčích částí. Taktéž jsem prováděl měření částí zapojení.

6.3. Chyby ve schématu a v plošném spoji

Při návrhu schéma došlo k několika chybám. První chybou je špatné připojení rezistoru k resetovacímu tlačítku. Při stisku tlačítka rezistorem neprotékal elektrický proud a tak docházelo k zkratu. Opravil jsem to externím vodičem na spodní straně plošného spoje. Druhá chyba způsobila, že relátka na napětí 250V jsou umístěna na druhé straně plošného spoje, než měla být. Chyba vznikla při kreslení pouzdra relátka. Žádná tato chyba nemá vliv na funkci alarmu.

7. Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo zhotovení zabezpečovacího zařízení s použitím technologie GSM. Hlavní důraz byl kladen na to, aby zařízení bylo možno použít v rozsáhlém objektu, jako jsou třeba zemědělské areály nebo sklady stavebního materiálu atd.

V rámci této bakalářské práce byl navržen funkční prototyp zařízení. Schéma zařízení i plošný spoj byli vytvořeny v programu Orcad 10. Deska plošného spoje byla osazena a posléze celé zařízení oživeno. Dále byl napsán firmware pro mikrořadič v programovacím jazyce C, který celé zařízení ovládá. Výsledkem toho je funkční GSM alarm, který je součástí multifunkčního zabezpečovacího systému, vzniklého v rámci týmové spolupráce.

Zařízení ovládá připojený mobilní telefon pomocí AT příkazů. Pro komunikaci jsou použity jen standardní AT příkazy normy GSM 07.05 a GSM 07.07, proto by alarm měl podporovat připojení všech mobilních telefonů s touto normou AT příkazů a s datovým kabelem pro připojení k rozhraní RS232. Komunikace s jinými typy mobilních telefonů než Siemens C35 a M50 nebyla otestována.

8. Použitá literatura a zdroje

Uvedené soubory jsou na přiloženém CD.

- [1] www.mobilmania.cz
- [2] www.supcad.cz
- [3] gsm-alarm-2005.pdf
- [4] www.eurotel.cz
- [5] gsmpagerp10.pdf
- [6] mobil.idnes.cz
- [7] AT_C35.pdf
- [8] Vít Záhlava, OrCAD 10, Grada Publishing a.s., 2004
- [9] David Matoušek, Práce s mikrokontroléry ATMEL, BEN – technická literatura
Praha 2002
- [10] protokol.doc

Seznam příloh:

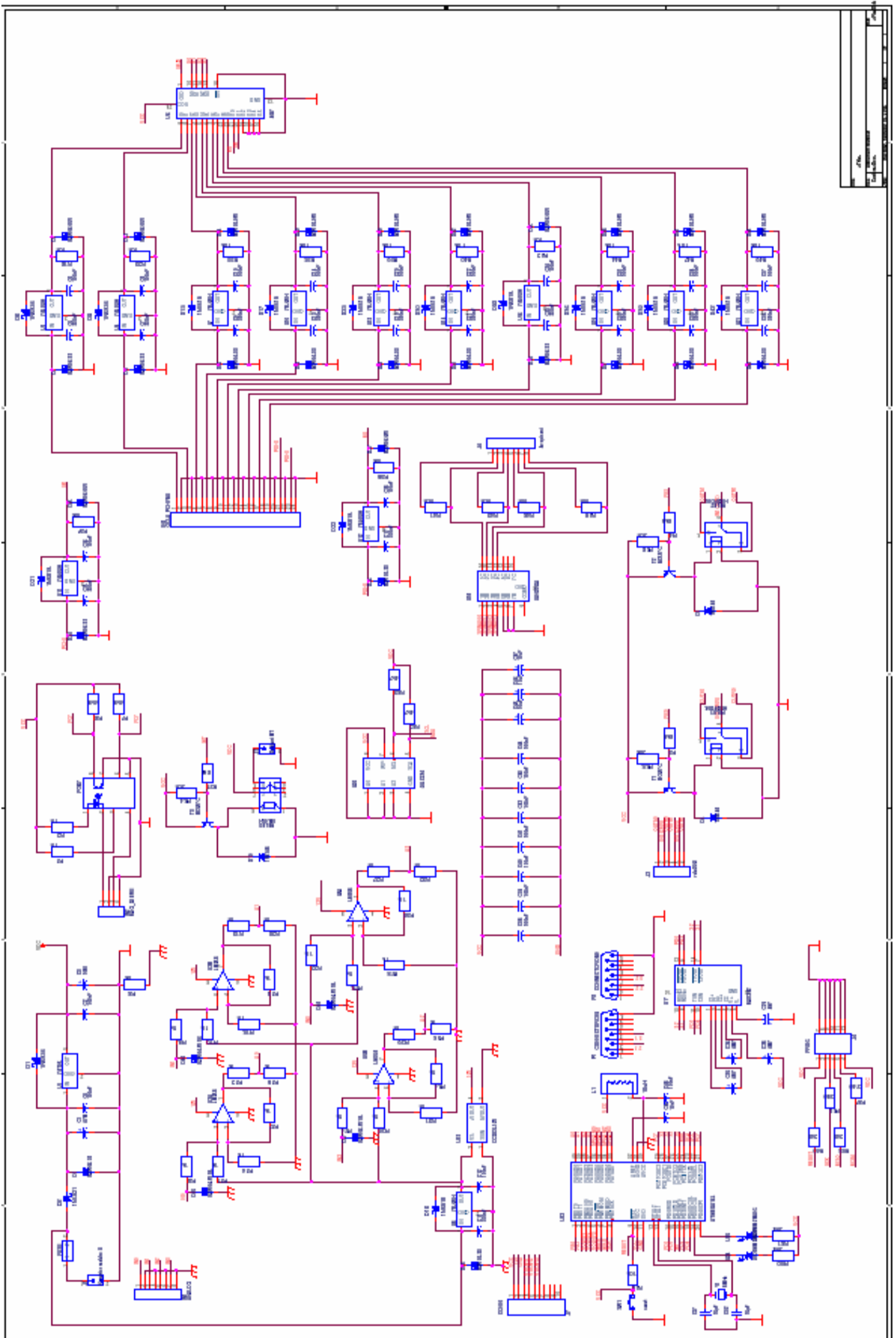
1. Rejstřík obrázků
2. Rejstřík tabulek
3. Schéma zařízení
4. Obsah přiloženého CD

Rejstřík obrázků

Obr. 1 : Blokové schéma mikrořadiče AVR	6
Obr. 2 : Start a stop bit	13
Obr. 3 : Vrstvový model přenosu SMS	15
Obr. 4 : Popis a směr komunikace PDU datagramů.....	16
Obr. 5 : Struktura datagramu pro příjem SMS	17
Obr. 6 : Struktura datagramu pro odesílání SMS	20
Obr. 7 : Blokové schéma GSM alarmu	22
Obr. 8 : Úprava napětí pro AD převodník.....	24
Obr. 9 : Detekce otevření dveří	25
Obr. 10 : Ukázka části obvodu pro úpravu napětí z čidel pohybu	26
Obr. 11 : Zapojení konektoru	27
Obr. 12 : Zapojení převodníku MAX232.....	28
Obr. 13 : Blokové schéma USARTU	29
Obr. 14 : Zdroj napětí 5V	32
Obr. 15 : Zdroj napětí 12V	32
Obr. 16 : Zapojení mikrořadiče	33
Obr. 17 : Spínání 250V	34
Obr. 18 : Hlavní průběh programu	37
Obr. 19 : Průběh metody call_alarm().....	38
Obr. 20 : Průběh metody sms()	40
Obr. 21 : Průběh metody send_smsku()	41
Obr. 22 : Průběh metody compose_sms()	42
Obr. 23 : Průběh metody send_sms()	42
Obr. 24 : Průběh metody call().....	43
Obr. 25 : Blokové schéma zabezpečovacího systému.....	44

Rejstřík tabulek

Tab. 1 : Základní údaje o zařízení patriot, více[4]	2
Tab. 2 : Základní údaje o zařízení JA-60GSM, více [3]	3
Tab. 3 : Základní údaje o zařízení GSM-PAGER P10, více [5]	3
Tab. 4 : Obvody v návrhu.....	4
Tab. 5 : Použití vývodů mikrořadiče	4
Tab. 6 : Základní parametry mikrořadičů.....	5
Tab. 7 : Základní parametry multiplexoru 74HC4067	7
Tab. 8 : Adresace vstupů	8
Tab. 9 : Základní parametry vybraných operačních zesilovačů.....	8
Tab. 10 : Napěťové úrovně rozhraní RS232	9
Tab. 11 : Parametry obvodu MAX232.....	9
Tab. 12 : Odhad spotřeby použitých obvodů	10
Tab. 13 : Parametry stabilizátoru 7805	10
Tab. 14 : Parametry obvodu CDDSW1 – 0512S	11
Tab. 15 : Typy tranzistorových polí ULN.....	12
Tab. 16 : Obecné parametry tranzistorových polí ULN.....	12
Tab. 17 : Parametry optočlenu PC827	13
Tab. 18 : Tabulka možných hodnot MTI	18
Tab. 19 : Hodnoty PID	19
Tab. 20 : Nastavení DCS.....	19
Tab. 21 : Označení a funkce pinů programovatelného rozhraní ISP	27
Tab. 22 : Ukázka AT příkazů, více v [7].....	31
Tab. 23 : Výsledky testování.....	46



Obsah přiloženého CD:

- Projekt vytvořený v programu OrCAD 10 (schema, plošný spoj)
- Zdrojové kódy mikrořadiče
- Obrázky použité v bakalářské práci
- Dokumenty použité při psaní této práce
- Bakalářská práce v pdf, doc