

# Místo této stránky vložit 1x originál a 1x kopii zadání Autoalarm s GPS a GSM modulem (Car alarm with GPS and GSM modules)

- Navrhněte a zrealizujte jednoduchý autoalarm, který bude využívat GPS modulu pro detekci změny polohy a lokalizaci vozidla.
- Autoalarm bude obsahovat GSM modul sloužící ke komunikaci a nastavení základních vlastností autoalarmu.
- Poplach při neoprávněné změně polohy vozidla bude vyhlášen odesláním SMS na předem nastavené telefonní číslo.
- Autoalarm bude obsahovat i USB konektor pro připojení k PC pro případné další rozšíření funkčnosti.



České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta elektrotechnická  
Katedra počítačů



Bakalářská práce  
**Autoalarm s GPS a GSM modulem**

*Tomáš Ploužek*

Vedoucí práce: Ing. Pavel Kubalík, Ph.D.

Studijní program: Elektrotechnika a informatika, strukturovaný, Bakalářský

Obor: Výpočetní technika

22. května 2011



## Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu práce panu Ing. Pavlu Kubalíkovi, Ph.D. za jeho čas a cenné rady. Dále pak děkuji všem, kteří mi svou pomocí umožnili vypracování této práce.



## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady 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 Záborné Lhotě dne 24. 4. 2011

.....





# Abstract

The article deals with the proposal and realisation of the basic module of simple car alarm, which contains  $\mu$ Processor, power supply part, GPS and GSM module. The car alarm reacts on unauthorized use of the car by sending an SMS. Spreading across alarm modes (security on/off) and controlling service functions is also via SMS.

A testing sample of the basic modul was designed and realized during the work and simple firmware was programmed

# Abstrakt

Práce se zabývá návrhem a realizací základního modulu jednoduchého autoalarmu, který obsahuje řídicí  $\mu$ Procesor, zdrojovou část, GPS a GSM modul. Autoalarm reaguje na neoprávněné užití vozidla odesláním SMS. Přepínání režimů alarmu (hlídání zapnuto/vypnuto) a ovládání servisních funkcí je též pomocí SMS.

Během práce byl navržen a realizován testovací vzorek základního modulu a naprogramován jednoduchý firmware.



# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Rešerše</b>	<b>3</b>
2.1	Jablotron CA-1803 BT ATHOS	3
2.2	GUARDYS PTG1020	4
2.3	Level GB 060 315	4
2.4	GSM pager Telit	4
<b>3</b>	<b>Analýza</b>	<b>7</b>
3.1	$\mu$ Procesor	7
3.2	GSM + GPS modul	8
3.2.1	GSM moduly	8
3.2.2	GPS moduly	8
3.2.3	GPS + GSM moduly	10
3.2.4	Vybraný GPS a GSM modul	10
3.2.5	AT instrukce	11
3.2.6	NMEA-0183	11
3.3	USB rozhraní	13
3.4	Spotřeba a řešení napájení	13
3.4.1	Odběr GSM části kombinovaného GPS GSM modulu	14
3.4.2	Odběr GPS části kombinovaného GPS GSM modulu	15
3.4.3	Odběru $\mu$ Procesoru	15
3.4.4	Odběr FTDI	15
3.4.5	Zdroj	15
3.5	Rozpočet	16
<b>4</b>	<b>Návrh a řešení</b>	<b>17</b>
4.1	Blokové schéma	17
4.2	Návrh hardware	17
4.2.1	Zdrojová část	17
4.2.1.1	Zapínání a vypínání zařízení a měření vstupního napětí	18
4.2.1.2	Zdroj 3,3V	18
4.2.1.3	Zdroj 4,0V	19
4.2.2	$\mu$ Procesor	20
4.2.3	GPS GSM	22

4.2.3.1	GPS část SIM 548C . . . . .	22
4.2.3.2	GSM část SIM 548C . . . . .	23
4.2.4	USB . . . . .	23
4.3	Výroba DPS . . . . .	23
<b>5</b>	<b>Návrh firmware</b>	<b>25</b>
5.1	Popis činnosti . . . . .	25
5.1.1	Po zapnutí napájení . . . . .	25
5.1.2	Příjem a dekodování SMS . . . . .	26
5.1.3	Příjem a dekodování věty GPS . . . . .	26
5.1.4	Aktivity zařízení . . . . .	27
5.2	Vývojový diagram . . . . .	27
<b>6</b>	<b>Oživení a testování</b>	<b>29</b>
6.1	Postup oživování a testování HW . . . . .	29
6.1.1	Osazení a oživení zdrojů . . . . .	29
6.1.2	Osazení $\mu$ Procesoru . . . . .	30
6.1.3	Osazení GPS/GSM modulu . . . . .	30
6.2	Postup testování firmware . . . . .	30
6.2.1	Test zařízení v režimu střežení vypnuto . . . . .	30
6.2.2	Test zařízení v režimu střežení zapnuto . . . . .	31
<b>7</b>	<b>Závěr</b>	<b>33</b>
<b>A</b>	<b>Seznam použitých zkratk</b>	<b>37</b>
<b>B</b>	<b>Schéma zapojení</b>	<b>39</b>
<b>C</b>	<b>DPS a rozmístění součástek</b>	<b>41</b>
<b>D</b>	<b>Obsah příloženého CD</b>	<b>45</b>

# Seznam obrázků

2.1	GSM alarm Jablotron CA-1803 BT ATHOS	3
2.2	Satelitní vyhledávač GUARDYS PTG1020	4
2.3	Alarm Level GB 060 315	5
2.4	GSM pager Telit	5
3.1	ATMEL ATXmega pozdro TQFP 100	8
3.2	Modul GSM GPS modul SIMCOM SIM548C	10
3.3	převodník FTDI232BL	14
4.1	Blokové schéma zařízení	18
4.2	Schéma zapojení napájení obvodu	19
4.3	Schéma zapojení zdroje 3.3V	19
4.4	Schéma zapojení zdroje 4.0V	20
4.5	Schéma zapojení $\mu$ Procesoru	20
4.6	Schéma zapojení pinů portů na rozšiřující konektor	21
4.7	Schéma zapojení JTAG konektoru (J3)	21
4.8	Schéma zapojení GSM GPS modulu	22
4.9	USB rozhraní	24
5.1	Zapínání GSM modulu	26
5.2	Vývojový diagram	28
6.1	Demonstrace vyhledávání vozu	31
6.2	Demonstrace vyhlášení poplachu	32
7.1	Realizovaný autoalarm	34
B.1	Schéma zapojení	40
C.1	Strana top desky autoalarmu	41
C.2	Strana top rozmístění součástek	42
C.3	Strana botton desky autoalarmu	42
C.4	Strana botton rozmístění součástek	43
D.1	Obsah příloženého CD	45



# Seznam tabulek

3.1	Tabulka vybraných Procesorů ATMEL . . . . .	8
3.2	Tabulka vlastností GSM modulů a GSM částí kombinovaných modulů (* - kombinovaný modul) . . . . .	9
3.3	Tabulka GSM modulů . . . . .	9
3.4	Tabulka vlastností GPS modulů a GPS částí kombinovaných modulů (* - kombinovaný modul) . . . . .	9
3.5	Tabulka GPS modulů . . . . .	10
3.6	Tabulka kombinovaných GSM a GPS modulů . . . . .	10
3.7	Tabulka vybraných AT příkazů pro SMS komunikaci . . . . .	12
3.8	Zkratky a názvy NMEA vět vysílaných modulem SIM548C . . . . .	12
3.9	Věta RMC . . . . .	13
3.10	Proudové a napěťové nároky jednotlivých komponent . . . . .	14
3.11	Tabulka požadavků na jednotlivé zdroje a přepočet na odběr z autobaterie . . . . .	15
3.12	Maximální špičkové proudy pro dimenzování jednotlivých zdrojů. . . . .	16
3.13	Ceny hlavních součástí . . . . .	16
5.1	SMS pro ovládání zařízení . . . . .	26
5.2	SMS odpovědi . . . . .	27





# Kapitola 1

## Úvod

Cílem této bakalářské práce je navrhnout a realizovat základ pro jednoduchý autoalarm s GSM a GPS modulem. Při návrhu funkčnosti autoalarmu je nutno vycházet z analýzy zařízení nabízených prodejci na našem trhu a jejich cen.

Navrhované zařízení by mělo být schopno konkurovat vyráběným alarmům s podobnou funkčností, prodávaným na našem trhu.

Požadované vlastnosti :

- komunikace a ovládání pomocí SMS
- detekce polohy použitím GPS
- detekce neoprávněného pohybu střeženého vozidla
- detekce poklesu napětí autobaterie
- USB konektor pro případné další rozšíření
- možnost připojení dalších periférií (čidel, rozšiřujících modulů)

HW řešení autoalarmu by mělo být dostatečně univerzální, aby umožňovalo připojování dalších čidel a modulů a aby umožňovalo změnou firmware reagovat na měnící se požadavky trhu.

Autoalarm by měl patřit do kategorie aktivních alarmů, to znamená, že by měl být iniciátorem odeslání poplachové zprávy při neoprávněné manipulaci. Použití GPS modulu pro detekci polohy, případně pohybu vozidla, umožní s dostatečnou přesností lokalizovat vozidlo. GSM modul s SIM kartou operátora s dostatečným pokrytím umožní téměř vždy získat informace o poloze vozidla (vyjma oblastí operátorem nepokrytých a případů rušení GSM spojení).

Vedle ceny jednotlivých použitých komponent je další významné výběrové kritérium - spotřeba zařízení, protože je oprávněný předpoklád, že zařízení bude většinou využíváno pro střežení vozidla, to znamená v době, kdy je vozidlo v klidu a baterie tudíž není dobíjena.



## Kapitola 2

### Rešerše

Výběr zařízení k rešerši byl veden snahou postihnout celé cenové spektrum (od nejlevnějších po nejluxusnější) zařízení, která jsou běžně nabízena k prodeji v internetových obchodech v ČR.

#### 2.1 Jablotron CA-1803 BT ATHOS

Autoalarm GSM alarm CA-1803 BT "ATHOS" od firmy Jablotron umožňuje zabezpečení dveří, kapoty a kufru - vyhledává poplach po neoprávněném otevření. Dále slouží jako imobilizér a po dokoupení bezdrátových pohybových čidel může hlídat i prostor uvnitř vozu. Zařízení je také vybaveno GSM modulem, který umožňuje vzdáleně nastavovat služby alarmu pomocí SMS, informuje o poloze vozidla a po dokoupení handsfree zprostředkuje i komunikaci s posádkou vozu. Dále umožňuje pomocí GPS modulu určovat polohu vozidla. Alarm je možné ovládat také pomocí dálkových ovladačů. Řídící jednotka dokáže vysílat impulzy pro centrální zamykání s nastavitelnou dobou trvání impulzu. Zařízení je také vybaveno konektory pro připojení externích GSM a GPS antén. V základní verzi (bez handsfree a bezdrátových pohybových senzorů) se dá koupit na [10] za 11.180 Kč. Autoalarm je na obrázku 2.1.



Obrázek 2.1: GSM alarm Jablotron CA-1803 BT ATHOS

## 2.2 GUARDYS PTG1020

GPS lokalizátor PGT1020 od firmy GUARDYS je levnějším řešením, je především určen k sledování polohy, a to nejen vozidla. Je totiž vybaven vlastní baterií, tlačítkem SOS a mikrofonem. USB konektor slouží k připojení k počítači. Ovládá se pomocí jednoduchých SMS odesílaných na číslo SIM karty vložené v přístroji. Umožňuje, po obdržení SMS požadavku, zaslat tazateli informaci o aktuální poloze. Z tohoto důvodu není využitelný pro aktivní střežení vozidla (bez přidání dalších modulů), protože bez dotazovací SMS neumí odeslat informaci o změně polohy vozidla. Dá se pořídit na [18] za 5.490 Kč + napájecí kabel za 390 Kč. Obsahuje GPS čip SIRF3 s možností určit polohu s přesností na 5m. Nevýhodou je absence konektoru pro připojení externích GSM a GPS antén, což značně ztěžuje skrytou instalaci do vozidla, protože přístroj musíme umístit do míst, kde nebude zarušen signál GPS. Zařízení je na obrázku 2.2



Obrázek 2.2: Satelitní vyhledávač GUARDYS PTG1020

## 2.3 Level GB 060 315

Programovatelný komunikátor GB 060 315 je výrobkem firmy Level. Základní sestava obsahuje nejen modul GPS a GSM, ale i osm binárních vstupů, relé pro odpojení palivového čerpadla a sběrnici RS 232 pro komunikaci s počítačem. Na vstupy lze připojit řadu senzorů, které se dodávají jako volitelné příslušenství. Například senzory, které kontrolují změnu náklonu vozidla, změnu napětí v systému, otevření kapoty atd. Základní varianta stojí 13.502 Kč v internetovém obchodě [5]. Díky velkému množství příslušenství je toto zařízení velice variabilní, ovšem za tuto přizpůsobivost musíme zaplatit vyšší cenu. Zařízení je na obrázku 2.3

## 2.4 GSM pager Telit

Poslední vybrané zařízení je GSM pager Telit, který v základní verzi stojí 4.800 Kč a umožňuje sledovat vozidlo pomocí GSM, případně umožní vozidlo na dálku zastavit. Také



Obrázek 2.3: Alarm Level GB 060 315

obsahuje detekci aktivní rušičky GSM signálu, čímž je částečně odolný proti rušení. V případě zjištění rušičky automaticky vyhlásí poplach. Rovněž umožňuje odposlech z interiéru vozu, takže majitel může s osobami ve vozidle komunikovat nezávisle na jejich vůli. Tento přístroj lze rozšířit i o GPS modul v ceně 1.990 Kč. Případně i o záložní baterii za 590 Kč. Tento přístroj je možné zakoupit na [9]. Zařízení je na obrázku 2.4



Obrázek 2.4: GSM pager Telit



# Kapitola 3

## Analýza

Při výběru jednotlivých hlavních komponent ( $\mu$ Procesor, GSM modul, GPS modul, zdroj, USB rozhraní) pro konstrukci požadovaného zařízení bylo sledováno několik hledisek

- cena
- spotřeba součástek
- jednoduchost zapojení
- funkčnost
- kompatibilita

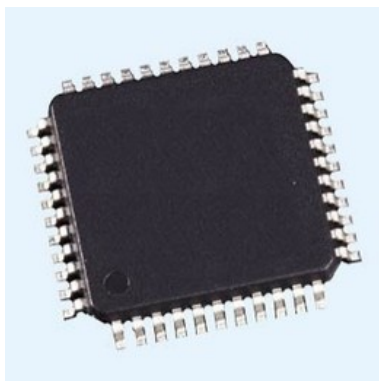
a hledán vhodný kompromis mezi nimi.

### 3.1 $\mu$ Procesor

$\mu$ Procesor je základním stavebním kamenem celé aplikace. Komunikuje s jednotlivými komponentami, vyhodnocuje získaná data a řídí celý systém. Zásadními kritérii pro výběr  $\mu$ Procesoru je cena, velikost integrované paměti a počet sériových linek (USART), protože předpokládáme použití sériové komunikace mezi jednotlivými komponentami a  $\mu$ Procesorem. Většina uvažovaných modulů obsahuje alespoň jednu sériovou komunikační linku pro komunikaci s řídicí jednotkou ( $\mu$ Procesorem).

V České republice většinu trhu s  $\mu$ Procesory ovládají firmy Microchip a ATMEL. Již mám zkušenosti s používáním  $\mu$ Procesorů ATMEL, proto jsem vybíral z produktů tohoto výrobce.

Požadavek na větší množství sériových linek splňují především  $\mu$ Procesory řady ATXmega a vyšší modely ATmega. V tabulce 3.1 jsou charakteristické vlastnosti použitelných  $\mu$ Procesorů. Pro náš úkol jsou vhodné  $\mu$ Procesory ATXmega64A1 a ATmega2560, protože obsahují více sériových linek.  $\mu$ Procesor ATmega2560 je násobně dražší, proto byl vyřazen z výběru. Uvažoval jsem i o  $\mu$ Procesoru ATmega128A, i když nedisponuje dostatečným počtem sériových linek, s tím, že by se jedna linka realizovala softwarově. Od této varianty jsem nakonec pro její složitost upustil. I přes vyšší cenu a menší rozšíření v amatérských aplikacích (jedná se o relativně novou modelovou řadu) jsem vybral  $\mu$ Procesor ATXmega64A1 (obrázek 3.1).



Obrázek 3.1: ATMEL ATXmega pouzdro TQFP 100

Označení	ATmega128A	ATmega2560	ATXmega64A1
Paměť (FLASH a EEPROM)	128K a 4 KB	256kB a 4kB	64K a 2 KB
Napájecí napětí	2,7V až 5,5V	2,7V až 5,5V	1.6V až 3.6V
Počet USART	2	4	8
Programování	JTAG a SPI	JTAG a SPI	JTAG a PDI
AD převodník	8 x 10b	16 x 10b	16 x 12b
Cena Kč	170 v GME [2]	660 v GME [2]	259 v TME [8]

Tabulka 3.1: Tabulka vybraných Procesorů ATMEL

## 3.2 GSM + GPS modul

GPS a GSM moduly se vyrábí jako samostatné prvky nebo oba v tomtéž pouzdře. Na českém trhu je řada modulů od různých výrobců. V následujícím textu jsou popsány základní parametry a ceny některých modulů.

Na GSM modul byl jediný požadavek, aby uměl zpracovávat SMS.

Na GPS modul byl také jediný požadavek, aby obsahoval chipset SiRF Star III, případně novější generaci.

### 3.2.1 GSM moduly

V tabulce 3.3 je seznam vhodných GSM modulů a jejich ceny (bez DPH), dostupných na trhu v době analýzy, v tabulce 3.2 jsou uvedeny jejich základní parametry.

### 3.2.2 GPS moduly

V tabulce 3.5 je seznam vhodných GPS modulů a jejich ceny (bez DPH), dostupných na trhu v době analýzy, v tabulce 3.4 jsou jejich základní parametry.



výrobce model	pásma	GPRS class	ovládání	rozhraní
SIMCOM SIM300DZ	900MHz 1800/1900 MHz	10	AT (GSM 07.07 a GSM 07.05)	USART
SIMCOM SIM900D	850/900 MHz 1800/1900 MHz	10	AT (GSM 07.07 a GSM 07.05)	USART
FLYFOT M260	900MHz 1800/1900 MHz	10	AT (GSM 07.07 a GSM 07.05)	USART
QUACTEL M10	850/900MHz 1800/1900 MHz	10	AT (GSM 07.07 a GSM 07.05)	USART
SIMCOM SIM548C*	850/900MHz 1800/1900 MHz	10	AT (GSM 07.07 a GSM 07.05)	USART UART
TELIT GM862-GPS*	850/900MHz 1800/1900 MHz	10	AT (GSM 07.07 a GSM 07.05)	USART

Tabulka 3.2: Tabulka vlastností GSM modulů a GSM částí kombinovaných modulů (\* - kombinovaný modul)

num.	výrobce a model	cena[Kč]	obchod
1	SIMCOM SIM300DZ	537	SOS electronic [7]
2	SIMCOM SIM900D	419	SOS electronic [7]
3	FLYFOTM260	316	SOS electronic [7]
4	QUACTEL M10	468	SOS electronic [7]

Tabulka 3.3: Tabulka GSM modulů

výrobce model	anténa	přenos u. polohy	doba zapnutí	chipset	rozhraní
ORCAM GPS35F	aktivní pasivní	< 5m	< 35s	SiRF star III	2x UART
QUECTEL L10	aktivní pasivní	< 2,5m	< 35s	MT3329	1xUART 1xUSB 2.0
QUECTEL L20	aktivní pasivní	< 2,5m	< 35s	SiRF star IV	1xUART 1x I2C
FASTRAX ITRAX300	aktivní pasivní	< 1,8m	< 42s	SiRF star III	2x UART
SIMCOM SIM548C*	aktivní pasivní	< 5m	< 35s	SiRF star III	2x UART
TELIT GM862-GPS*	aktivní pasivní	< 2,5m	< 35s	SiRF star III	2x UART

Tabulka 3.4: Tabulka vlastností GPS modulů a GPS částí kombinovaných modulů (\* - kombinovaný modul)

num.	výrobce a model	cena[Kč]	obchod
1	ORCAM GPS35F	857	Macro weil [4]
2	QUECTEL L10	352	SOS electronic [7]
3	QUECTEL L20	388	SOS electronic [7]
4	FASTRAX ITRAX300	788	TME [8]

Tabulka 3.5: Tabulka GPS modulů

num.	výrobce a model	cena[Kč]	obchod
1	SIMCOM SIM548C	984	SOS electronic [7]
2	TELIT GM862-GPS	2048	TME [8]

Tabulka 3.6: Tabulka kombinovaných GSM a GPS modulů

### 3.2.3 GPS + GSM moduly

V tabulce 3.6 je seznam vhodných kombinovaných GPS a GSM modulů a jejich ceny (bez DPH), dostupných na trhu v době analýzy, v tabulce 3.4 jsou základní parametry GPS části, v tabulce 3.2 jsou základní parametry GSM části modulu .

### 3.2.4 Vybraný GPS a GSM modul

Všechny moduly uvedené v tabulkách splňují výběrová kritéria, proto dalšími, v tomto případě rozhodujícími, parametry je cena a snadnost montáže.

Jednodušší použitelnost byl rozhodující argument ve prospěch kombinovaného GSM a GPS modulu SIMCOM SIM548C (obrázek 3.2), i když by se zdálo, že použitím nejlevnějšího GSM a GPS modulu bychom se dostali na nižší výslednou cenu. Když se však vezmou v úvahu i úspora místa na tištěném spoji, nutnost manipulace s více součástkami (GSM modul, GPS modul, anténní konektory, držák SIM karty), vyšší složitost zapojení, další náklady na koekontory a pod., je vhodnější použít mírně dražší kombinovaný modul.



Obrázek 3.2: Modul GSM GPS modul SIMCOM SIM548C

Tento modul lze logicky rozdělit na dvě samostatně ovládané a na sobě nezávislé části. GSM část obsahuje dvě sériové linky, jednu pro komunikaci s  $\mu$ Procesorem, druhou pro ladění instrukcí modulu. Komunikační sériová linka se používá pro ovládní GSM části pomocí AT příkazů. Linka je vybavena automatickou detekcí přenosové rychlosti (autobaunding) a dokáže komunikovat rychlostí v rozmezí 4800 - 115200 bps. Druhá sériová linka se používá pro ladění firmware GSM části modulu a její přenosová rychlost je defaultně nastavena na 115200bps. Ladění firmware GSM modulu nepředpokládáme, proto nebude realizováno ani HW propojení této linky s  $\mu$ Procesorem.

GPS část obsahuje také dvě sériové linky pro komunikaci s řídicím  $\mu$ Procesorem, první je pro ovládání a přijímání NMEA-0183 vět a druhá slouží k updatování firmware v modulu. Linka A, na kterou jsou odesílány informace získané z GPS ve formátu NMEA-0183, má přenosovou rychlost defaultně nastavenou na 4800bps.

### 3.2.5 AT instrukce

K ovládní GSM modulu se používají AT instrukce (GSM 07.07 a GSM 07.05), které jsou blíže specifikovány v dokumentaci k modulu [14]. Do tabulky 3.7 jsou vybrány pouze instrukce potřebné k SMS komunikaci, protože realizované zařízení bude pouze přijímat a vysílat SMS.

Každá řídicí instrukce GSM modulu musí začínat identifikátorem (písmeny) AT nebo a a musí být zakončena znakem <CR> (ATpříkaz<CR>). Modul zpracuje řídicí instrukci a odpovídá sekvencí znaků uvozených a ukončených <CR><LF> (<CR><LF>odpověď<CR><LF>). Znaky <CR> a <LF> se dají předefinovat, standardně je nastaveno <CR>=05h a <LF>=0Ah. U vybraných instrukcí (tabulka 3.7) používaných pro komunikaci GSM modulu pomocí SMS jsou znaky <CR> a <LF> pro větší přehlednost vynechány.

Poznámka: před zahájením práce s GSM modulem (po zapnutí) je nutné při používání autobaudingu odeslat příkaz AT<CR> a vyčkat minimálně 3s než proběhne synchronizace přenosové rychlosti mezi modulem a  $\mu$ Procesorem této komunikační sériové linky.

### 3.2.6 NMEA-0183

NMEA 0183 je komunikační standard definovaný americkou asociací National Marine Electronics Association, která vydává standardy pro námořní elektroniku. Tento standard definuje způsob komunikace mezi GPS a  $\mu$ Procesorem. Rozpracování standardu pro GPS část modulu SIM548C je v [15]. Po zapnutí modul periodicky vysílá 5 základních vět (tabulka 3.8).

Z jednotlivých vět vysílaných modulem lze získat například informace:

- věta RMC - čas, souřadnice, rychlost a azimut
- věta GGA - čas, souřadnice, počet sledovaných satelitů a nadmořská výška
- věty GSA, GSV - seznam satelitů a síla signálu

Poznámka: zařízení detekuje a zpracovává pouze větu RMC, jejíž parametry jsou v tabulce 3.9 (převzato z [11]).

num.	příkaz	odpověď	funkce
1	AT+CMGF=1	OK	nastavení modulu do text módu
2	AT+CMGS="x"> test	OK	odeslání SMS test na číslo x v text modu
3		+CMTI:"SM",1	Oznámení o příchozí SMS uložené na SIM pozice 1
4	AT+CMGR=1	+CMGR: "REC UNREAD", "+8613918186089", , "02/01/30,20:40:31+00" This is a test OK	přečtení příchozí SMS ze SIM pozice 1
		READ", "+8613918186089", , "02/01/30,20:40:31+00" This is a test +CMGL:2,"REC UNREAD", " ", "+861391818 6089", , "02/01/30,20:45:12+00", Test again  OK	uložených na SIM ve vzorovém příkladu jsou uloženy 2
6	AT+CMGD=1	OK	Smazání SMS z pozice 1

Tabulka 3.7: Tabulka vybraných AT příkazů pro SMS komunikaci

1	GGA	Global Positioning System Fixed Data
2	GSA	GNSS DOP and Active Satellites
3	GSV	GNSS Satellites in View
4	RMC	Recommended Minimum Specific GNSS Data
5	VTG	Course Over Ground and Ground Speed

Tabulka 3.8: Zkratky a názvy NMEA vět vysílaných modulem SIM548C

jméno pole	příklad	popis
ID zpravy	\$GPRMC	hlavička zprávy RMC
UTC čas	145627.000	hhmmss.sss
Validita dat	A	A - validní, N - nevalidní
Zeměpisná šířka	5003.2263	ddmm.mmmm
N/S indikátor	N	north / south
Zeměpisná délka	01425.2397	dddmm.mmmm
E/W	E	east / west
Rychlost pohybu	0.16	námořní uzly
Směr pohybu	73.92	Stupně
Datum	280209	ddmmyy
Magnetic variation		Stupně
E/W		east / west
Mód přijímače	A	A - autonomní D - DGPS E - DR
kontrolní součet	*5C	
<CR><LF>		

Tabulka 3.9: Věta RMC

Význam věty: RMC - Recommended Minimum Specific GNSS Data

Příklad RMC věty: <\$GPRMC,145627.000,A,5003.2263,N,01425.2397,E,0.16,73.92,280209,,A\*5C,> přiřazení jednotlivých částí věty (příkladu) formálními parametry je taktéž v tabulce 3.9

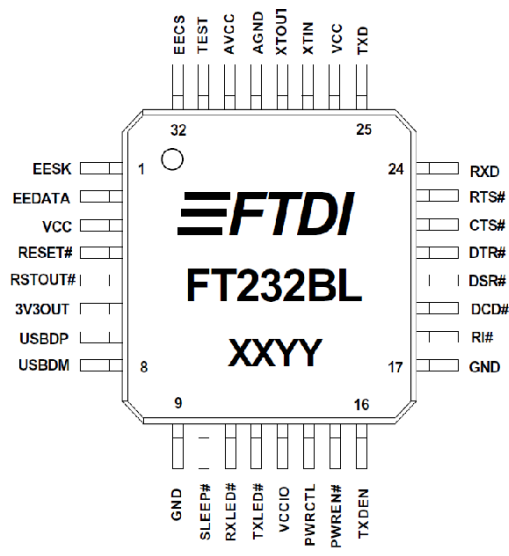
### 3.3 USB rozhraní

Pro realizaci USB rozhraní byl vybrán obvod FTDI232BL (obrázek 3.3). Důvodem výběru tohoto obvodu byly zkušenosti získané při oživování a programování v práci [17]. Protože předpokládáme využití USB rozhraní pouze pro spolupráci s počítačem, napájení tohoto obvodu bude z externího zařízení (počítače). Důvodem pro toto řešení je snaha mít co nejmenší odběr proudu z akumulátoru hlídaného vozidla.

### 3.4 Spotřeba a řešení napájení

Nedílnou součástí zařízení je napájecí zdroj, který převádí napájecí napětí (napětí v palubní síti vozidla) na napěťové úrovně doporučené pro jednotlivé moduly. Zdroj je zapotřebí dostatečně dimenzovat podle potřeb připojené zátěže. V tabule 3.11 jsou zobrazeny požadavky jednotlivých hlavních modulů a přepočty na odběr z baterie (bez zahrnutí ztrát zdrojů)

Z porovnání požadavků jednotlivých modulů na velikost napájecího napětí plyne potřeba dvou zdrojů napětí: 3,3V pro  $\mu$ Procesor a GPS modul, 4,0V pro GSM modul. Nároky na proudovou zatížitelnost jednotlivých zdrojů jsou rozebírány dále.



Obrázek 3.3: převodník FTDI232BL

	U[V]	U[V]	U[V]	I[mA]	I[mA]	I[mA]
komponenta	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX
$\mu$ Procesor	1,6	-	3,6	20	30	200
GPS	3,0	3,3	5,0	-	65	110
GSM	3,4	4,0	4,5	-	33	3000

Tabulka 3.10: Proudové a napěťové nároky jednotlivých komponent

### 3.4.1 Odběr GSM části kombinovaného GPS GSM modulu

V datasheetu k modulu SIMCOM SIM 548C [19] jsou pro odběr GSM části tyto údaje:

- modul je ve sleep módu odběr = 2,5mA
- modul je zapnut a nevysílá odběr = 33mA
- modul vysílá (hovor) odběr = 200mA
- modul vysílá (data GPRS) odběr = 340mA
- špičkový odběr = 3,0A

Modul bude využíván pouze pro příjem a vysílání SMS, ovšem většinu času bude v módu zapnut a nevysílá. Výrobce doporučuje dimenzovat zdroj na trvalý odběr minimálně 2,0A. Protože jiný spotřebič (modul) není na zdroj 4,0V připojen, lze požadavky GSM modulu na zátěž ztotožnit s požadavky na výkon tohoto zdroje. Zdroj bude dimenzován na trvalý odběr 2,0A, přičemž špičkový odběr bude pokryt kondenzátory. Tato hodnota řádově převyšuje nároky modulu při provozu, proto zdroj 4,0V bude navržen na hodnotu doporučenou výrobcem.

	<b>U[V]</b>	<b>I[mA]</b>	<b>U[V]</b>	<b>I[mA]</b>
<b>komponenta</b>	$U_{dopor}$	$I_{typ}$	$U_{akumultoru}$	$I_{akumultoru}$
$\mu$ Procesor	3,3	30	12	8,25
GPS	3,3	65	12	17,87
GSM	4,0	33	12	11,00
Celkový odběr z autobaterie	-	-	12	37,12

Tabulka 3.11: Tabulka požadavků na jednotlivé zdroje a přepočítání na odběr z autobaterie

### 3.4.2 Odběr GPS části kombinovaného GPS GSM modulu

V datasheetu k modulu SIMCOM SIM 548C [19] je pro napájení GPS části uveden průměrný odběr proud v kontinuálním módu 65mA, maximálně 110mA (včetně napájení aktivní antény).

### 3.4.3 Odběr $\mu$ Procesoru

V datasheetu k  $\mu$ Procesoru ATXmega64A1 [16] je maximální odběr ze zdroje 200mA, typický odběr jádra  $\mu$ Procesoru je kolem 20mA, ovšem musí se ještě připočítávat odběr používaných integrovaných periférií (například AD převodník - 3,6mA). S rezervou nám pro další návrh bude postačovat typický odběr 30mA, maximální 200mA.

### 3.4.4 Odběr FTDI

Obvod FTDI zapojíme tak, aby byl napájen z externího zařízení, tudíž nemusíme jeho spotřebu do celkové bilance uvažovat.

### 3.4.5 Zdroj

Z důvodů jednoduchosti zapojení volíme integrované monolitické stabilizátory i přesto, že takto navržený zdroj má nižší účinnost (= vyšší odběr ze zdroje) než by měl spínaný měnič.

Zdroj bude dvouhladinový, výstupní napětí 3,3V a 4,0V DC. Napájecí napětí očekáváme v rozsahu 12 - 16V DC. Shrnutí nároků jednotlivých spotřebičů (modulů) je v tabulce 3.10.

Z výstupu 4,0V bude napájena GSM část kombinovaného modulu GPS/GSM. Tato část zdroje musí umožňovat trvalý odběr minimálně 2A.

Z výstupu 3,3V bude napájena GPS část kombinovaného modulu a  $\mu$ Procesor. Sečtením maximálních spotřeb obou částí nám vychází požadavek na odběr 310mA.

Na základě těchto požadavků (tabulka 3.12) byly vybrány pro realizaci zdrojů lineární stabilizátory. Pro realizaci zdroje 3,3V byl vybrán stabilizátor LF33CDT [12] za 31kč v [2] a pro realizaci 4,0V byl vybrán proměnný stabilizátor LM350T [13] za 37 kč v [2]. Oba stabilizátory budou zapojeny podle doporučení výrobce.

	<b>I[mA]</b>
<b>komponenta</b>	$I_{max}$
Zdroj 3,3V	
$\mu$ Procesor	200
GPS	110
Celkem ze zdroje 3,3V	310
Zdroj 4,0V	
GSM	3000
Celkem ze zdroje 4,0V	3000

Tabulka 3.12: Maximální špičkové proudy pro dimenzování jednotlivých zdrojů.

<b>num.</b>	<b>název</b>	<b>cena</b>
1	ATXMEGA64A1	213 Kč
2	SIMCOM SIM548C	984 Kč
3	FTDI 232bl	105 Kč
4	stabilizátory	75 Kč
5	DPS	500 Kč
	celkem	1.877 Kč

Tabulka 3.13: Ceny hlavních součástí

### 3.5 Rozpočet

V současné době o realizaci projektu rozhoduje především ekonomické hledisko. V tabulce 3.13 jsou uvedeny jednotlivé hlavní komponenty a jejich ceny (bez DPH), včetně DPS (Desky Plošného Spoje).

Maloobchodní náklady na tuto skupinu součástí jsou 1.877Kč bez DPH. Požadovanými vlastnostmi se realizovaný autoalarm řadí do skupiny s vyšší pořizovací cenou (viz Rešerše), takže existuje ekonomická oprávněnost pro realizaci projektu.



# Kapitola 4

## Návrh a řešení

Po analýze, kdy byly vybrány základní součástky pro jednotlivé funkční bloky, následuje návrh zapojení. Zde se snažíme co nejlépe využít vlastností jednotlivých součástek, zajistit optimální pracovní podmínky, ověřit, že žádná součástka nebude pracovat mimo povolenou toleranci, ověřit kompatibilitu signálů, projít vzorová doporučená zapojení.

Výsledkem této činnosti by mělo být kompletní schéma zapojení jako podklad pro návrh a výrobu tištěného spoje.

### 4.1 Blokové schéma

Schématické rozdělení autoalarmu (obrázek 4.1) na jednotlivé bloky a komunikační rozhraní mezi nimi se v podstatě shoduje s popisem požadavků na činnost autoalarmu, protože pro konstrukci většinou používáme autonomní moduly a řešíme pouze komunikaci mezi nimi.

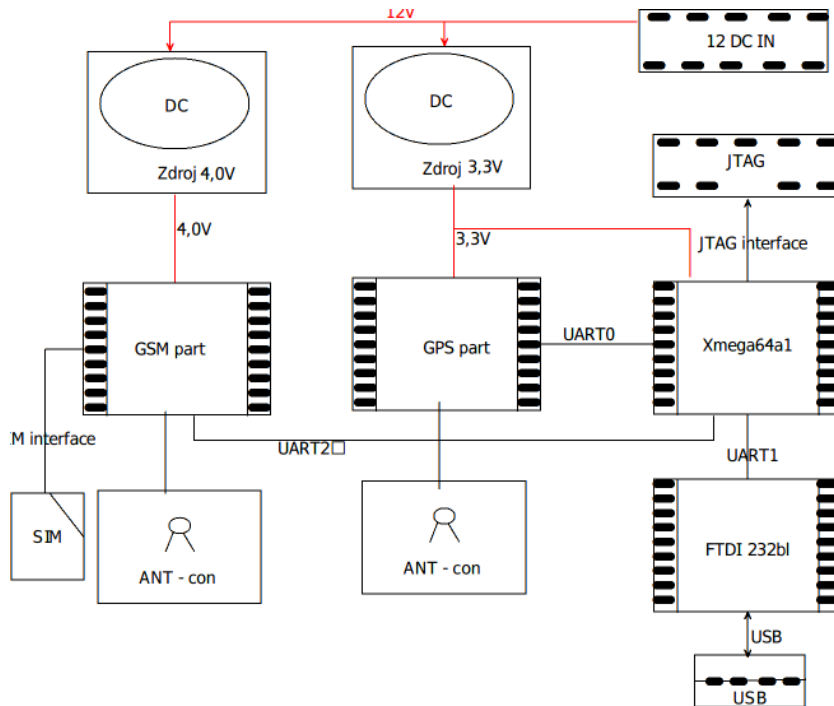
### 4.2 Návrh hardware

#### 4.2.1 Zdrojová část

Přístroj bude napájen z elektroinstalace automobilu, to znamená stejnosměrným napětím v rozsahu 12 až 16V přivedeným na konektor J7.

Vlastní zdroj lze logicky rozdělit do tří částí.

- Zapínání a vypínání zařízení a měření vstupního napětí (obrázek 4.2).
- Zdroj 3,3V pro napájení  $\mu$ Procesor a GPS části kombinovaného modulu (obrázek 4.3)
- Zdroj 4,0V pro napájení GSM části kombinovaného modulu (obrázek 4.4)



Obrázek 4.1: Blokové schéma zařízení

#### 4.2.1.1 Zapínání a vypínání zařízení a měření vstupního napětí

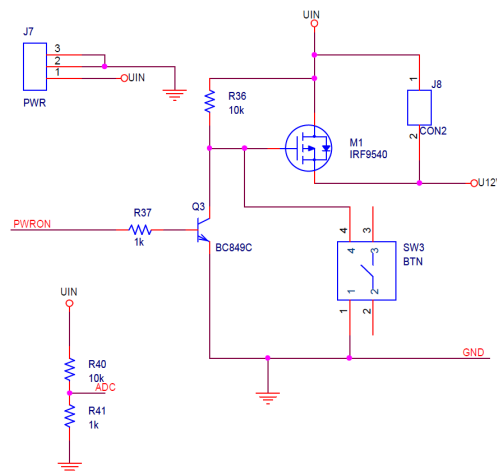
Autoalarm se zapíná stiskem tlačítka SW3 a vypíná programově tranzistorem M1, který rozpojuje napájecí obvod. Ovládání tranzistoru M1 se provádí programově pomocí  $\mu$ Procesoru IO2 6. bitem portu A (PWRON). Pokud je bit nastaven na logickou 1, je obvod zapnut, v opačném případě je obvod vypnut. Toto řešení vyžaduje okamžitě po zapnutí obvodu tlačítkem SW3 softwarově nastavit tento bit na logickou 1. Tranzistor Q3 je použit pro inverzi signálu.

Propojka J8 se používá pro trvalé zapnutí zařízení během programování, diagnostiky a oživování, protože blokuje možnost vypnutí zařízení programem.

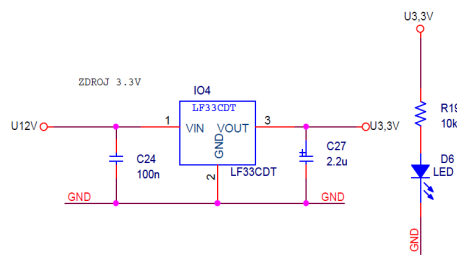
Napájecí napětí je měřeno pomocí AD převodníku ADC0 (port B)  $\mu$ Procesoru IO2. Pro přizpůsobení rozsahu AD převodníku (na vstupu převodníku max 1V) je použit odporový dělič tvořený rezistory R40, R41. Naměřená hodnota napájecího napětí může být použita jako informace pro vypnutí zařízení při poklesu napětí baterie automobilu, aby nedošlo k úplnému vybití autobaterie. Případně může být využita jako informace o manipulaci s vozidlem (pokles napětí baterie při startu, popř při otevření dveří a rozsvícení vnitřního osvětlení vozu).

#### 4.2.1.2 Zdroj 3,3V

Pro realizaci tohoto zdroje (obrázek 4.3) byl zvolen integrovaný stabilizátor LF33CFT (IO4) v doporučeném katalogovém zapojení [12]. Požadavky na tento zdroj byly  $U_{vst}=12-16V$ ,



Obrázek 4.2: Schéma zapojení napájení obvodu



Obrázek 4.3: Schéma zapojení zdroje 3.3V

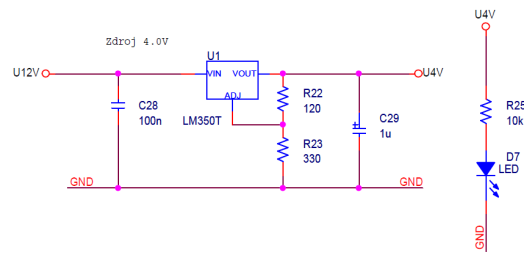
$$U_{vyst} = 3,3V, I_{max} = 210mA$$

LED dioda D1 slouží k indikaci činnosti zdroje. Takto realizovaný zdroj má následující parametry:  $U_{vyst} = 3.3V$ ;  $I_{max} = 1A$  a  $U_{vst} = 3.3V$  až  $16V$ .

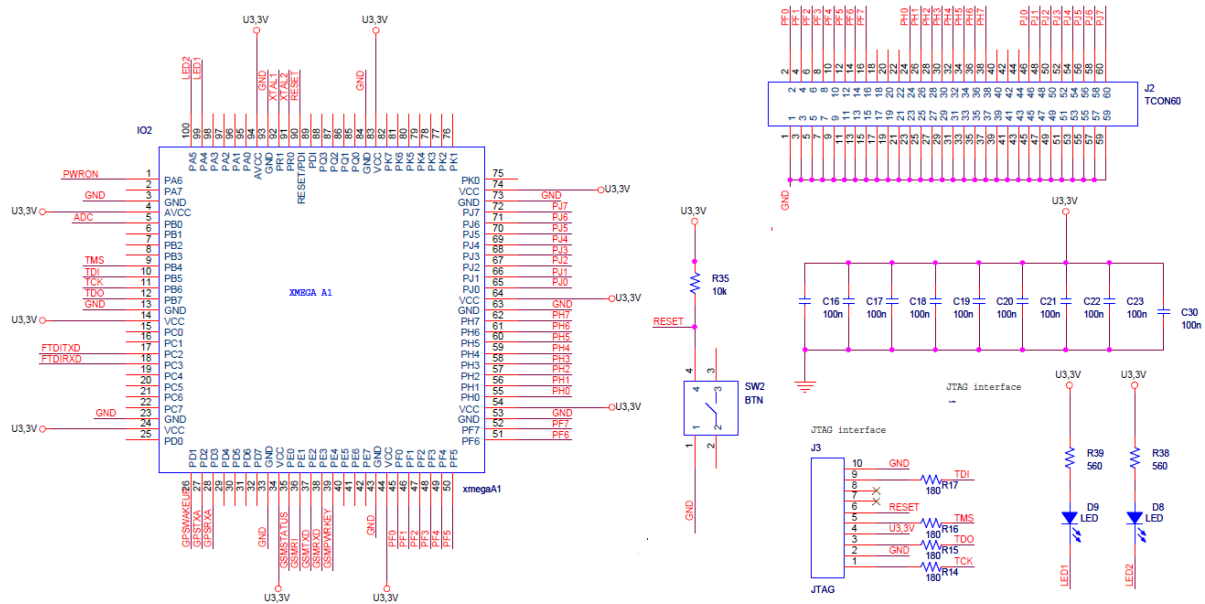
#### 4.2.1.3 Zdroj 4,0V

Při porovnání ceny integrovaného stabilizátoru 4V/2A s cenou nastavitelného regulátoru napětí LM350T [13] se jeví výhodnější použití tohoto stabilizátoru, i přes složitější zapojení.

Integrovaný obvod LM350T U1 je lineární nastavitelný regulátor napětí, jehož výstupní napětí lze měnit v rozsahu 1.2V až 33V. Velikost výstupního napětí se nastavuje odpory R22 a R23 podle vzorce  $V_O = 1.25V \cdot (1 + R23/R22) + I_{ADJ} \cdot R23$ . U rezistoru R22 je výrobcem doporučováno použít hodnotu  $120\Omega$ ,  $I_{ADJ} < 100\mu A$ . Při dosazení do vzorce vychází velikost odporu rezistoru R23 =  $330\Omega$ . Takto navržený zdroj napětí má následující parametry  $U_{vyst} = 4V$ ;  $I_{max} = 3A$  a  $U_{vst} \text{ max } 39V$ .



Obrázek 4.4: Schéma zapojení zdroje 4.0V

Obrázek 4.5: Schéma zapojení  $\mu$ Procesoru

#### 4.2.2 $\mu$ Procesor

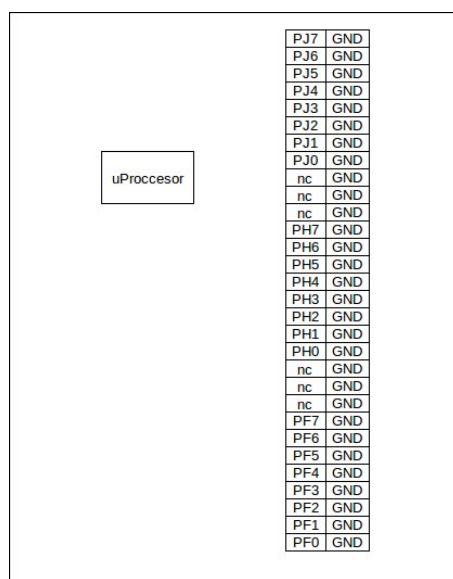
$\mu$ Procesor IO2 je napájen ze zdroje 3.3V. Napájecí vývody jsou blokovány kondenzátory C16 až C23. LED diody D8 a D9 jsou použity k signalizaci provozních stavů (vývody PA4 a PA5  $\mu$ Procesoru IO2). Svítící LED D8 signalizuje přijetí validních souřadnic  $\mu$ Procesorem IO2, svítící LED D9 signalizuje vyhlášení poplachu. Na vývody XTAL1 a XTAL2 je připojen externí krystal X2 (8MHz) dle výrobcem doporučeného zapojení [16]. Tlačítko SW2 slouží k HW restartování  $\mu$ Procesoru.

UARTC0  $\mu$ Procesoru IO2 je vyhrazen pro komunikaci s FTDI obvodem IO3 (připojení externích USB zařízení).

Port D  $\mu$ Procesoru IO2 je použit pro komunikaci a ovládání GPS části modulu SIM548C CON1. USARTD0 portu D obsluhuje komunikaci s GPS a bit 1 portu D ovládá signál WAKEUP. Tímto signálem se GPS část modulu vypíná a zapíná.

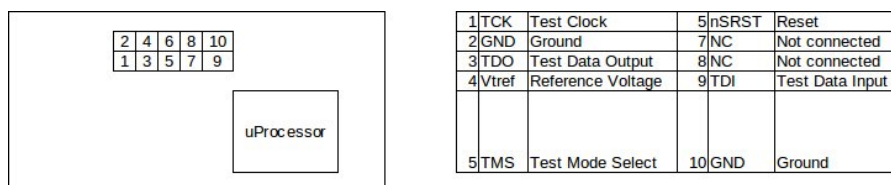
Port E  $\mu$ Procesoru komunikuje a ovládá GSM část modulu SIM 548C CON1. USARTE0 portu E slouží pro komunikaci. Na bit 0 portu E je přiveden signál STATUS, který slouží k signalizaci zapnutí GSM části modulu CON1. Na bit 1 je přiveden signál RI který slouží k signalizaci příhozího hovoru či SMS zprávy. Detailní popis těchto signálů je v datasheetu [19]. Na 4. bit portu E je připojen ovládací signál PWRKEY, kterým se GSM část modulu zapíná a vypíná.

Příprava pro konektor J2 slouží pro uvažované případné rozšiřování funkčnosti systému. Na tento konektor jsou vyvedeny tři porty  $\mu$ Procesoru IO2 - port F, port H a port J. Zapojení jednotlivých pinů konektoru je na obrázku 4.6. Tyto porty obsahují i USART. Potrobnější informace v datasheetu [16] .



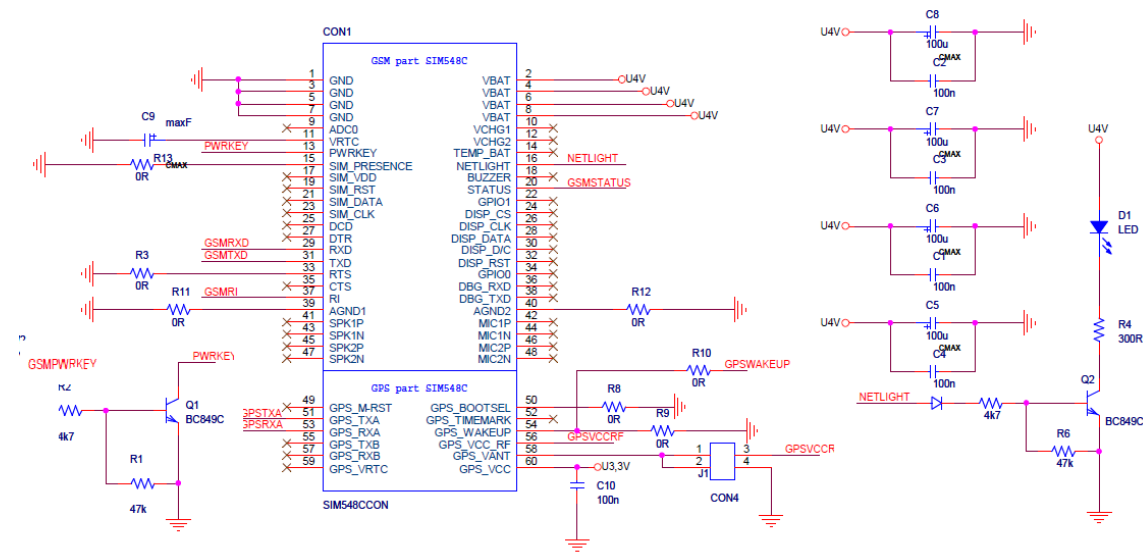
Obrázek 4.6: Schéma zapojení pinů portů na rozšiřující konektor

Programátor při programování  $\mu$ Procesoru připojujeme na konektor J3 (rozhraní JTAG). Zapojen je podle doporučení ATMEL (obrázek 4.7) . Takto zapojené rozhraní JTAG lze použít pro programátory AVR Dragon [1] nebo JTAK ICE MKII [3], aniž by se muselo měnit rozmístění signálů přiváděných k jednotlivým pozicím konektoru.



Obrázek 4.7: Schéma zapojení JTAG konektoru (J3)

### 4.2.3 GPS GSM



Obrázek 4.8: Schéma zapojení GSM GPS modulu

Modul SIM548C [19] lze logicky rozdělit na dva nezávislé funkční celky - část GSM a část GPS.

#### 4.2.3.1 GPS část SIM 548C

GPS část (obrázek 4.8) modulu CON1 je připojena ke zdroji napětí 3,3V, napěťové špičky a rušení jsou ošetřeny blokovacím kondenzátorem C10 .

S  $\mu$ Procesorem IO2 komunikuje GPS část dvěma sériovými linkami A a B. Sériová linka A (GPSRXA/GPSTXA) je používána k vysílání a příjmu NMEA-0183 zpráv. Druhá sériová linka (GPSRXB/GPSTXB) slouží k updatování firmware modulu. Povolení updatu firmware se ovládá signálem GPSBOOTSEL, který se musí nastavit do log. 1. V navrhovaném zařízení není update firmware uživatelsky podporován, proto je signál GPSBOOTSEL uzeměn pomocí rezistoru R8 ( $0\Omega$ ).

Zapínání a vypínání GPS části zajišťuje programově  $\mu$ Procesor IO2 ovládáním signálu GPSWAKEUP bitem 1 portu D. Alternativně, pokud nechceme programově vypínání využívat, stačí tento signál připojit rezistorem R9 ( $0\Omega$ ) na zem a rezistor R10 neosazovat. Při ovládání programem má rezistor R9 hodnotu  $1K\Omega$  a rezistor R10 hodnotu  $0\Omega$ . Logická 1 na vstupu GPSWAKEUP přepne vždy modul do opačného režimu (vypnutý zapne, zapnutý vypne).

K GPS části může být připojena aktivní nebo pasivní anténa. V případě aktivní antény je nutno na konektor CON4 přivést požadované napájecí napětí pro anténu (maximálně 5V).

#### 4.2.3.2 GSM část SIM 548C

GSM část (obrázek 4.8) modulu CON1 je připojena ke zdroji napětí 4,0V, napěťové špičky a rušení jsou také ošetřeny kondenzátory.

GSM část je opět vybavena dvěma sériovými linkami TX/RX a DBGTX/DBGRX. Komunikace mezi GSM částí a  $\mu$ Procesorem probíhá pomocí AT příkazů sériovou linkou RX/TX přivedenou na port E (USARTE0)  $\mu$ Procesoru IO2. Druhá sériová linka se používá pro ladění firmware modulu. V zařízení není použita. Komunikační sériová linka (TX/RX) umožňuje automatickou detekci přenosové rychlosti.  $\mu$ Procesor i GSM část modulu používají 3,3 V logiku, proto není zapotřebí používat úroňový převod signálu.

Stavová LED dioda D1 signalizuje stav modulu. Pokud nesvítí je modul vypnut. Rychlostí blikání informuje o připojení k GSM vysílači (64ms svítí/800ms nesvítí - síť nenalezena, 64ms svítí/3.000ms nesvítí - síť nalezena, 64ms svítí/300ms nesvítí - komunikace). Zapojení je provedeno podle doporučení výrobce.

Informaci o stavu zapnuto/vypnuto GSM části modulu zprostředkovává signál STATUS, přivedený na port E bit 0  $\mu$ Procesoru IO2 (log 1 = zapnuto, log 0 = vypnuto).

Vypnutá GSM část se zapne nastavením portu E bit 4  $\mu$ Procesoru IO2 po dobu delší než 2s na úroveň log 1. Signál je invertován tranzistorem Q1 a přiveden na vstup GSMPWRKEY. Stejný signál přivedený k zapnuté části způsobí její vypnutí.

Kondenzátor C9 je použit místo zálohovací baterie (pro RTC a uložená nastavení) k překlenutí krátkodobých výpadků napájení. Baterie, vzhledem k požadavku na nízké náklady, použita není.

#### 4.2.4 USB

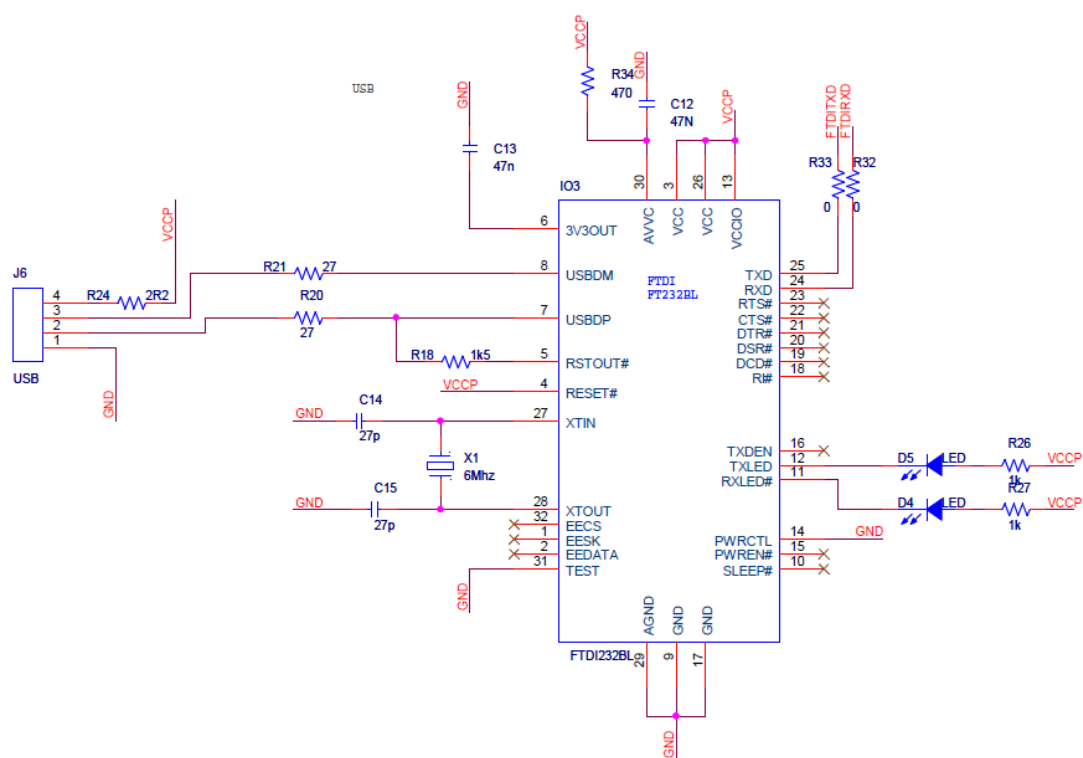
Pro realizaci USB rozhraní (obrázek 4.9) jsem použil obvod FTDI FT232BL v zapojení podle [17]. Takto zapojený FTDI obvod umožňuje převod sériové komunikace (USART  $\mu$ Procesoru) na USB rozhraní. Obvod není napájen z napájecích zdrojů zařízení, ale očekáváme jeho napájení z připojeného externího zařízení (počítače), abychom co nejvíce snížili spotřebu z autobaterie.

### 4.3 Výroba DPS

Deska byla navržena v prostředí ORCAD 16.3. Pro tuto desku bylo nutno vytvořit padstacky a pouzdra pro jednotlivé součástky. Projekt je uložen na CD. Výrobu provedla firma PragoBoard [6].

Podklady pro výrobu DPS jsou uloženy na CD v typografické konvenci a formátu požadovaném výrobcem desky. Jsou zde umístěny i soubory pro souřadnicovou vrtačku Excellon ve formátu 3.4 a soubory jednotlivých vrstev pro fotoplóter ve formátu gerber data RS274-X. Jednotky v obou souborech jsou uvedeny v palcích.

Deska byla firmou PragoBoard vytvořena službou POOL service. To znamená, že šířka spoje a izolační vzdálenost byla navržena na 150  $\mu$ m, abychom nemuseli připlácet za vyšší přesnost. Proto i průměry vrtáků byly použity větší než 0,3 mm.



Obrázek 4.9: USB rozhraní



# Kapitola 5

## Návrh firmware

Návrh firmware vychází z požadovaných činností autoalarmu.

Firmware musí především zajistit výchozí nastavení zařízení při zapnutí napájení, příjem a dekodování ovládacích SMS (tabulka 5.1), nastavení parametrů podle požadavků SMS, příjem a dekodování věty z GPS modulu, identifikaci a oznámení neoprávněného užití vozidla a odeslání SMS zprávy o poloze vozidla (tabulka 5.2).

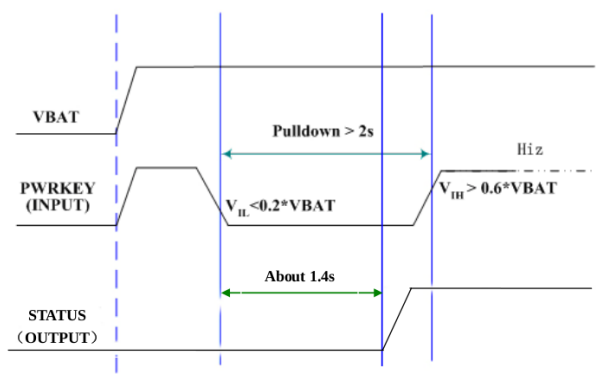
### 5.1 Popis činnosti

#### 5.1.1 Po zapnutí napájení

- počáteční inicializace používaných prostředků  $\mu$ Procesoru (porty, USARTY, hodiny, AD převodníky) - u hodin znamená vybrat zdroj referenčního kmitočtu externí/interní, u portů nastavit směr komunikace, nastavit přerušení, u USARTU nastavit přerušení, přenosovou rychlost, zvolit mód komunikace a u AD převodníku nastavit zdroj referenčního napětí, frekvenci vzorkování a vzorkovací krok (8b a 12b )
- aktivovat signál pro softwarové zapnutí zdroje PWRON - nastavit logickou 1 na port A bit 6  $\mu$ Procesoru IO2, takže otevřený tranzistor Q3 přemostí zapínací tlačítko SW3 a tranzistor M1 zůstane sepnutý i po rozepnutí kontaktů tlačítka SW3
- zapnutí a inicializace GPS, GSM modulu - zapínání a vypínání GPS modulu je ovládáno signálem GPS WAKEUP generovaným portem D bit 1  $\mu$ Procesoru IO2.

Zapínání a vypínání GSM modulu je ovládáno signálem PWRKEY generovaným portem E bit 4  $\mu$ Procesoru IO2. Požadavky na časování signálu jsou na obrázku 5.1, který je převzatý z datasheetu [19]. Signál STATUS přivedený na port E bit 0  $\mu$ Procesoru IO2 je nutno vyhodnocovat programově, protože obsahuje informaci o tom, zda je modul zapnutý nebo vypnutý.

Inicializovat GSM modul znamená po sériové lince (USARTE0) odeslat prázdný at příkaz (AT<CR>) a počkat 2s, aby došlo k synchronizaci přenosové rychlosti vysílače a přijímače GSM části modulu CON1 a  $\mu$ Procesoru IO2.



Obrázek 5.1: Zapínání GSM modulu

num.	formát SMS	význam
1	AU POS	Vyzva k zaslání informace o aktuální pozici vozidla
2	AU TEL +420xxxxxxxxx	Nastavení čísla pro zasílání poplachových SMS
3	AU ON	Zapnutí režimu střežení
4	AU OF	Vypnutí režimu střežení

Tabulka 5.1: SMS pro ovládání zařízení

### 5.1.2 Příjem a dekódování SMS

- identifikace příchodu SMS - příchod SMS je detekován přijetím zprávy na sériové lince (USARTE0) ve tvaru <+CMTI:"SM",1> (tabulka 3.7)
- přečtení SMS - je detekován příchod SMS, je známa pozice SMS na kartě a po odeslání AT příkazu CMGR do GSM modulu vysílá GSM modul text SMS ve tvaru <+CMGL:1"REC READ ... > (tabulka 3.7)
- identifikace příkazu (nastavení příjemce odesílaných SMS, žádost o polohu, zapnutí/vypnutí režimu střežení) - tabulka 5.1
- reakce na příkaz - podle druhu přijatého příkazu musí zařízení vykonat určitou činnost (odeslat informaci o poloze, změnit telefoní číslo pro zasílání poplachových SMS , zapnout/vypnout režim střežení) - tabulka 5.2
- ošetření fronty SMS - SMS komunikace je ukládána do paměti SIM karty, takže je nutné hlídat volné místo, protože pokud zpráva nejde uložit, nelze ji přijmout.

### 5.1.3 Příjem a dekódování věty GPS

- přečtení věty - GPS část modulu po seriové lince USARTD0 periodicky vysílá aktualizované informace ve formátu NMEA-0183 vět. Věta začíná vždy sekvencí znaků, které určují o jaký druh věty se jedná (tabulka 3.8).

num.	formát SMS	význam
1	ALARM POHYB VOZIDLA	Vyhlášení poplachu
2	RMC,UTC čas,datum,ZSirka,S/N,Zdélka,E/W	Informace o poloze vozidla

Tabulka 5.2: SMS odpovědi

- dekódování věty - ve firmware je dekódována pouze věta typu RMC (Recommended Minimum Specific GNSS Data) obsahující informaci o datumu, času, rychlosti a poloze snímače.
- uložení získaných informací pro další zpracování - slouží k vyhodnocení změny polohy

#### 5.1.4 Aktivity zařízení

- odeslání poplachové SMS v režimu střežení při pohybu vozidla - poplachová SMS (<ALARM POHYB VOZIDLA>) na zadané telefonní číslo se odesílá, je-li zařízení v režimu střežení a hodnota rychlosti získaná dekódováním věty RMC přesáhne v programu definovanou hranici
- odeslání lokalizační SMS jako odpověď na požadavek - SMS s údaji o poloze se odesílá jako odpověď na příchozí SMS s požadavkem sdělení polohy (<AU POS>).
- zapínání a vypínání režimu střežení - režim střežení zapíná/vypíná příchozí SMS <AU ON>/<AU OF>
- nastavení telefonního čísla kam posílat poplachové SMS - slouží k nastavení čísla mobilního telefonu, na který budou odesílány veškeré SMS při komunikaci autoalarmu s okolím. Pro nastavení se používá SMS ve tvaru <AU TEL +420xxxxxxxx>

## 5.2 Vývojový diagram

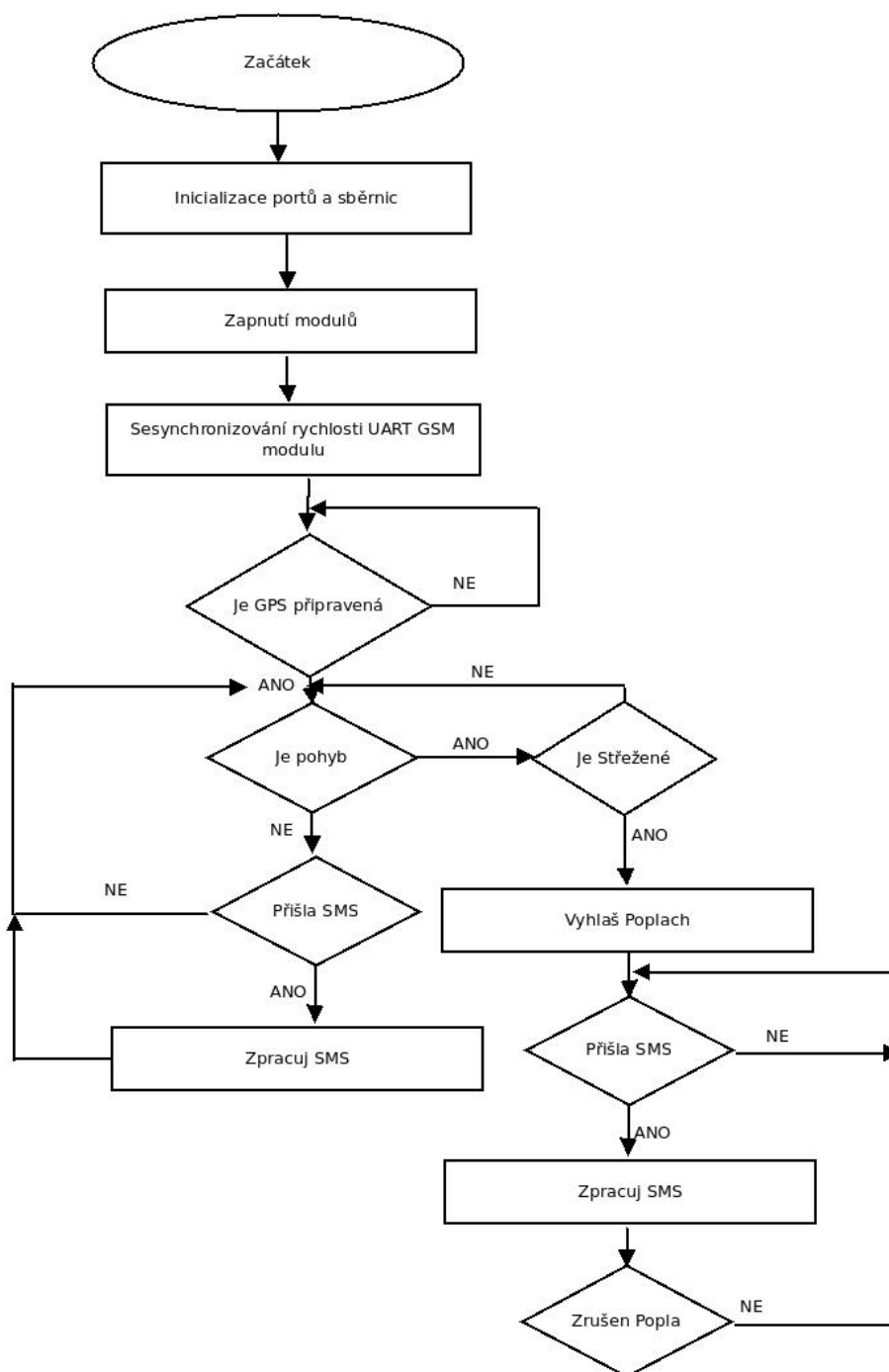
Vývojový diagram (obrázek 5.2) představuje grafické shrnutí popisu jednotlivých činností z předchozí kapitoly a jejich časovou souslednost.

Po zapnutí dojde k inicializaci  $\mu$ Procesoru, zapnutí a inicializaci GPS a GSM částí sdruženého modulu. Dokud není GPS část modulu zorientována (detekce polohy družic), nelze zařízení přepnout do režimu střežení.

V hlavní smyčce se periodicky vyhodnocují informace o pohybu z GPS modulu a o doručených SMS z GSM modulu.

V režimu střežení je odeslána poplachová SMS (<ALARM POHYB VOZIDLA>) jako informace o poplachu a odesílání dalších SMS je blokováno do doby, než přijde ovládací SMS (žádost o polohu, odvolání poplachu).

Mimo režim střežení autoalarm na ovládací SMS (<AU POS>) odesílá informaci o aktuální poloze vozidla.



Obrázek 5.2: Vyvojový diagram

## Kapitola 6

# Oživení a testování

Postup při osazování a ožívování zařízení sleduje návaznost jednotlivých modulů autoalarmu. Každý blok po osazení byl oživen. Po oživení všech bloků (napájecí zdroj,  $\mu$ Procesor, kombinovaný modul) proběhl návrh firmware. Během návrhu a ladění byly ověřovány jednotlivé části programu.

### 6.1 Postup ožívování a testování HW

Osazování a ožívování probíhalo po jednotlivých blocích v závislosti na jejich návaznosti. To znamená, že vždy musela být osazena a oživena ta část, která byla nutná pro činnost dalšího bloku.

- Osazení a oživení zdrojů
- Osazení  $\mu$ Procesoru
- Osazení GPS části
- Osazení GSM části

Pokud úspěšně provedeme výše uvedené kroky, jsme si jisti, že HW je správně osazen a funkční. A je připraven k programování firmware = požadované funkčnosti.

#### 6.1.1 Osazení a oživení zdrojů

Zdroje se osazují a ožívují jednotlivě. Z části zapínání a vypínání zařízení a měření vstupního napětí (schéma 4.2) osadíme jen nezbytně nutné součástky (napájecí konektor J7 a propojku J8). Osadíme jednodušší zdroj 3,3V (schéma 4.3), po pečlivé vizuální kontrole připojíme napájecí napětí. Zkontroluje výstupní napětí zdroje naprázdno, pomocí zátěže nasimulujeme požadovaný odběr a kontrolujeme ohřívání stabilizátoru a velikost výstupního napětí.

Stejným způsobem osadíme a otestujeme i druhý zdroj 4,0V (schéma 4.4).

### 6.1.2 Osazení $\mu$ Procesoru

Po oživení a otestování zdrojové části je nutno osadit  $\mu$ Procesor. Na pájecích ploškách ověříme přítomnost napájecího napětí a při vypnutých zdrojích naletujeme  $\mu$ Procesor IO2, blokovací kondenzátory a součástky (opory R14 - R17, konektor J3) programovacího rozhraní JTAG. Rovněž osadíme stavové LED diody D8 a D9 a odpory R38 a R39 (schéma 4.5).

Obzvláště v případě pájení  $\mu$ Procesoru je nutno velice pečlivě kontrolovat kvalitu pájení, protože se jedná o obvod s velmi malou roztečí vývodů.

Prvotní test funkčnosti  $\mu$ Procesoru spočívá v otestování vzájemné komunikace  $\mu$ Procesoru a programátoru.

Dokončíme osazení části zapínání a vypínání zařízení a měření napětí (schéma 4.2) a jednoduchými rutinami otestujeme funkčnost.

### 6.1.3 Osazení GPS/GSM modulu

Příprava pro připojení GPS/GSM modulu spočívá v osazení konektoru CON1, blokovacích kondenzátorů, odporů a tranzistorů (schéma 4.8). Modul neobsahuje držák SIM karty, proto bylo nutno naletovat tento držák na modul (datasheet [19]).

Pro ověření činnosti GPS části bylo nutno napsat jednoduchý program, který nám umožnil stáhnout jednotlivé MNEA věty. Pomocí debuggeru byl tento program krokován a jednotlivé hodnoty zobrazovány.

Ověření činnosti GSM části bylo složitější, bylo nutno vytvořit programy pro zapnutí a vypnutí modulu, pomocí automatické detekce nastavit přenosovou rychlost sériové linky pro komunikaci  $\mu$ Procesor GSM a otestovat jednoduché AT příkazy (příjem/odeslání SMS).

## 6.2 Postup testování firmware

Testování v reálném prostředí mělo za úkol ověřit všechny zadáním požadované funkční stavy autoalarmu. Zařízení po zapnutí pracuje v režimu střežení zapnuto. Střežení se vypíná SMS ve tvaru <AU OF> odeslanou na telefonní číslo SIM karty autoalarmu. Opětovné zapnutí střežení se provede odesláním SMS ve tvaru <AU ON>. Autoalarm oznámí svoji polohu na dotazovací SMS ve tvaru <AU POS>.

### 6.2.1 Test zařízení v režimu střežení vypnuto

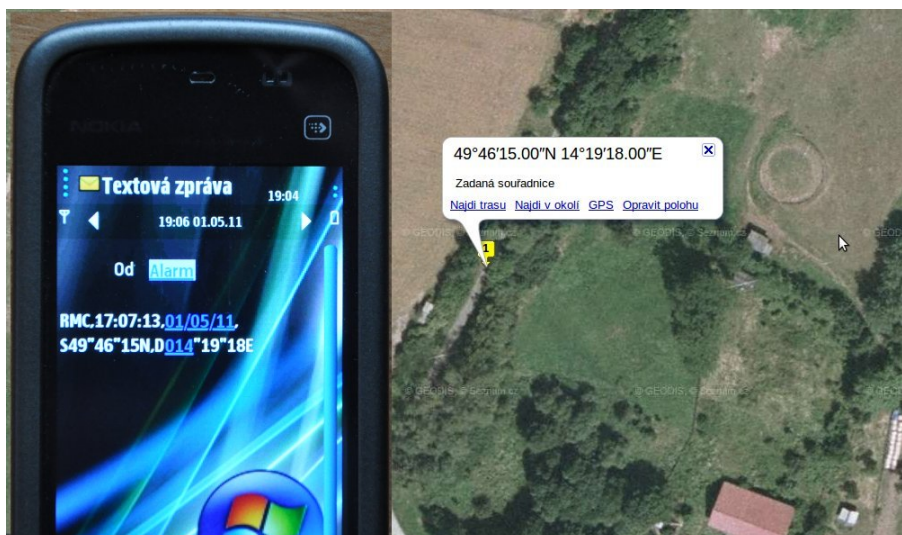
V tomto režimu zařízení nehlídá pohyb vozidla, pouze sleduje souřadnice a po přijetí SMS ve tvaru <AU POS> odešle souřadnice vozu. Do tohoto režimu se zařízení přepne až po přijetí SMS ve tvaru <AU OF>.

Postup při testu režimu střežení vypnuto.

Po zapnutí napájení je autoalarm v režimu střežení. Pro ověření tohoto režimu bylo s automobilem popojeto a přišla varovná SMS. SMS ve tvaru <AU OF> byl režim střežení vypnut. Při dalším pohybu vozidla už žádná varovná SMS nepřišla. Vozidlo bylo zaparkováno na známé místo a odeslána SMS s žádostí o pozici (<AU POS>). Odpověď (SMS) obsahující souřadnice, datum a UTC čas byla doručena po několika sekundách (obrázek 6.1).

Porovnáním doručených souřadnic s pozicí zobrazovanou pomocí internetových mapových vyhledávačů (mapy.cz, maps.google.com) byla ověřena shodnost pozice vozu se zobrazením doručených údajů v mapě.

Dalším krokem testu byla změna telefonního čísla, na které zařízení má odesílat poplachové SMS. Po odeslání SMS ve tvaru <AU TEL +420xxxxxxx> došlo ke změně příjemce vysílaných SMS, takže na žádost o pozici autoalarm odpověděl SMS s pozicí odeslanou na nové telefonní číslo.



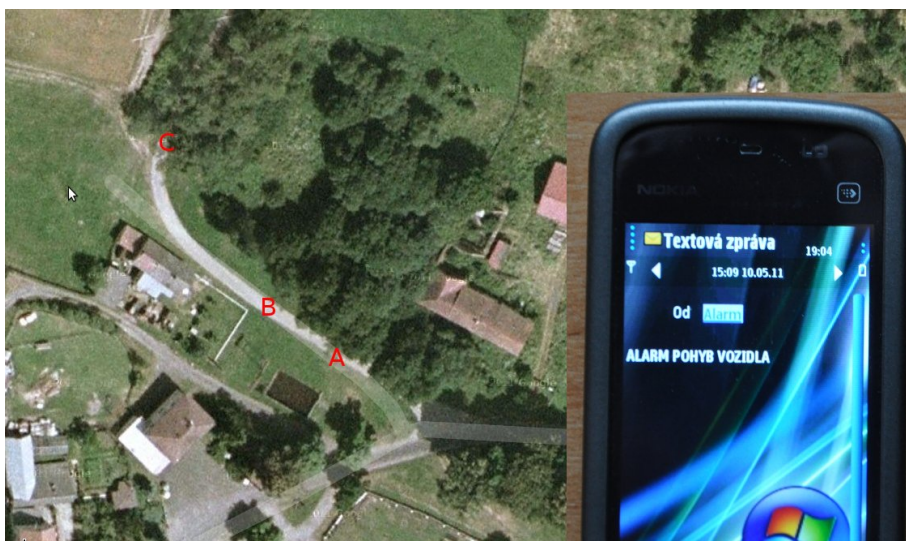
Obrázek 6.1: Demonstrace vyhledávání vozu

### 6.2.2 Test zařízení v režimu střežení zapnuto

V tomto režimu zařízení hlídá změnu polohy vozidla. Každá změna polohy je vyhodnocena jako neoprávněný pohyb a iniciuje odeslání varovné SMS. Do režimu střežení zapnuto se zařízení přepíná ihned po zapnutí napájení, případně při doručení SMS ve tvaru <AU ON>.

Test tohoto režimu byl prováděn obdobně jako test režimu střežení vypnuto. Zařízení bylo zapnuto (bod A na obrázku 6.2) a vozidlo bylo uvedeno do pohybu. V tomto případě jsme sledovali okamžiky, kdy došlo, po rozjetí vozidla, k vyhlášení poplachu (rozsvícení LED diody na přístroji, bod B na obrázku 6.2) a k doručení SMS o pohybu vozidla (bod C na obrázku 6.2)

Vyhlášení poplachu bylo dosaženo téměř ihned po rozjetí vozidla (dosažení rychlosti 10km/h), což bylo signalizováno rozsvícením LED diody na přístroji. Ovšem SMS na mobil byla doručena s menším zpožděním, pravděpodobně způsobenou prodlevou u operátora při přenosu SMS.



Obrázek 6.2: Demonstrace vyhlášení poplachu



## Kapitola 7

### Závěr

Výsledkem této bakalářské práce je fungující prototyp autoalarmu, který obsahuje GPS modul pro zjišťování polohy a GSM modul pro komunikaci s okolím pomocí SMS.

V rámci této práce byl navržen a realizován hardware a vytvořen firmware pro  $\mu$ Procesor ATMEL ATXmega64A1, který ovládá příjem, dekodování a odesílání SMS, vyhledávání poplachu při neoprávněném poplachu a zjišťování polohy z GPS.

Lze rovněž měřit napětí autobaterie, je připraveno programové vypínání a zapínání modulů GPS a GSM a programové vypínání celého alarmu. Rovněž je osazeno USB rozhraní pro komunikaci s PC.

Základní cena zařízení je dostatečně nízká v porovnání s vyráběnými alarmy se srovnatelnou funkcí.

Realizované zařízení je na fotografii [7.1](#).



Obrázek 7.1: Realizovaný autoalarm

# Literatura

- [1] . *Atmel AVR DRAGON* [online]. 2011. [cit. 15.5.2011]. Dostupné z: <[http://www.atmel.com/dyn/products/tools\\_card.asp?tool\\_id=3891&category\\_id=163&family\\_id=607&subfamily\\_id=1965/](http://www.atmel.com/dyn/products/tools_card.asp?tool_id=3891&category_id=163&family_id=607&subfamily_id=1965/)>.
- [2] . *GM electronic* [online]. 2011. [cit. 25.4.2011]. Dostupné z: <<http://www.gme.cz>>.
- [3] . *Atmel JTAG ICE mkII* [online]. 2011. [cit. 15.5.2011]. Dostupné z: <[http://www.atmel.com/dyn/products/tools\\_card.asp?tool\\_id=3353&category\\_id=163&family\\_id=607&subfamily\\_id=1965/](http://www.atmel.com/dyn/products/tools_card.asp?tool_id=3353&category_id=163&family_id=607&subfamily_id=1965/)>.
- [4] . *Macro Weil spol s.r.o* [online]. 2011. [cit. 25.4.2011]. Dostupné z: <[www.macroweil.cz/](http://www.macroweil.cz/)>.
- [5] . *Eshop Macromplet* [online]. 2011. [cit. 25.4.2011]. Dostupné z: <<http://www.marcomplet.cz/>>.
- [6] . *PragoBoard* [online]. 2011. [cit. 18.5.2011]. Dostupné z: <<http://www.pragoboard.cz/>>.
- [7] . *SOS electronic europe* [online]. 2011. [cit. 25.4.2011]. Dostupné z: <<http://www.soselectronic.cz>>.
- [8] . *TME Electronic Components* [online]. 2011. [cit. 25.4.2011]. Dostupné z: <<http://www.tme.eu/cz/>>.
- [9] . *Eshop Blue Tuning* [online]. 2011. [cit. 25.4.2011]. Dostupné z: <[www.bluetuning.cz](http://www.bluetuning.cz)>.
- [10] E. Orlik. *Eshop Tome.cz* [online]. 2011. [cit. 25.4.2011]. Dostupné z: <<http://www.tome.cz/>>.
- [11] KOBERA, J. Bakalářská práce - Zařízení pro záznam polohy získané z družice GPS. *Věta RMC*. 2010, s. 24.
- [12] KOLEKTIV. *LF00 SERIES*. STMicroelectronics, 1 edition, 2003.
- [13] KOLEKTIV. *LM350 3-Terminal 3A Positive Adjustable Voltage Regulator*. fairchild-semi, 1 edition, 2001.
- [14] KOLEKTIV. *AT Commands Set SIM548C ATC V1.00*. SIMCom, v1.00 edition, 2008.

- [15] KOLEKTIV. *SIM508 GPS Command Specification*. SIMCom, v1.01 edition, 2006.
- [16] KOLEKTIV. *8/16bit AVR XMEGA A1 Microcontroller*. ATMEL, k edition, 2010.
- [17] NOUZÁK, J. Diplomová práce - Konfigurovatelný řídicí modulární systém. *Převodník USB-UART*. 2010, s. 17.
- [18] S. Sezima. *Eshop Počítače - servis a prodej Sezima Daniel* [online]. 2011. [cit. 25. 4. 2011]. Dostupné z: <<http://www.sezima.cz/>>.
- [19] TANSHI. *Hardware Design SIM548C HD V1.01*. SIMCom, v1.01 edition, 2008.

# Příloha A

## Seznam použitých zkratek

**GPS** Global Positioning System

**GSM** Global System for Mobile

**SMS** Short Message Service

**USB** Universal Serial Bus

**HW** Hardware

**UART** Universal Asynchronous Receiver and Transmitter

**USART** Universal Synchronous / Asynchronous Receiver and Transmitter

**GPRS** General Packet Radio Service

**DPS** Deska Plošného Spoje

**AD** Analog Digital

**JTAG** Joint Test Action Group

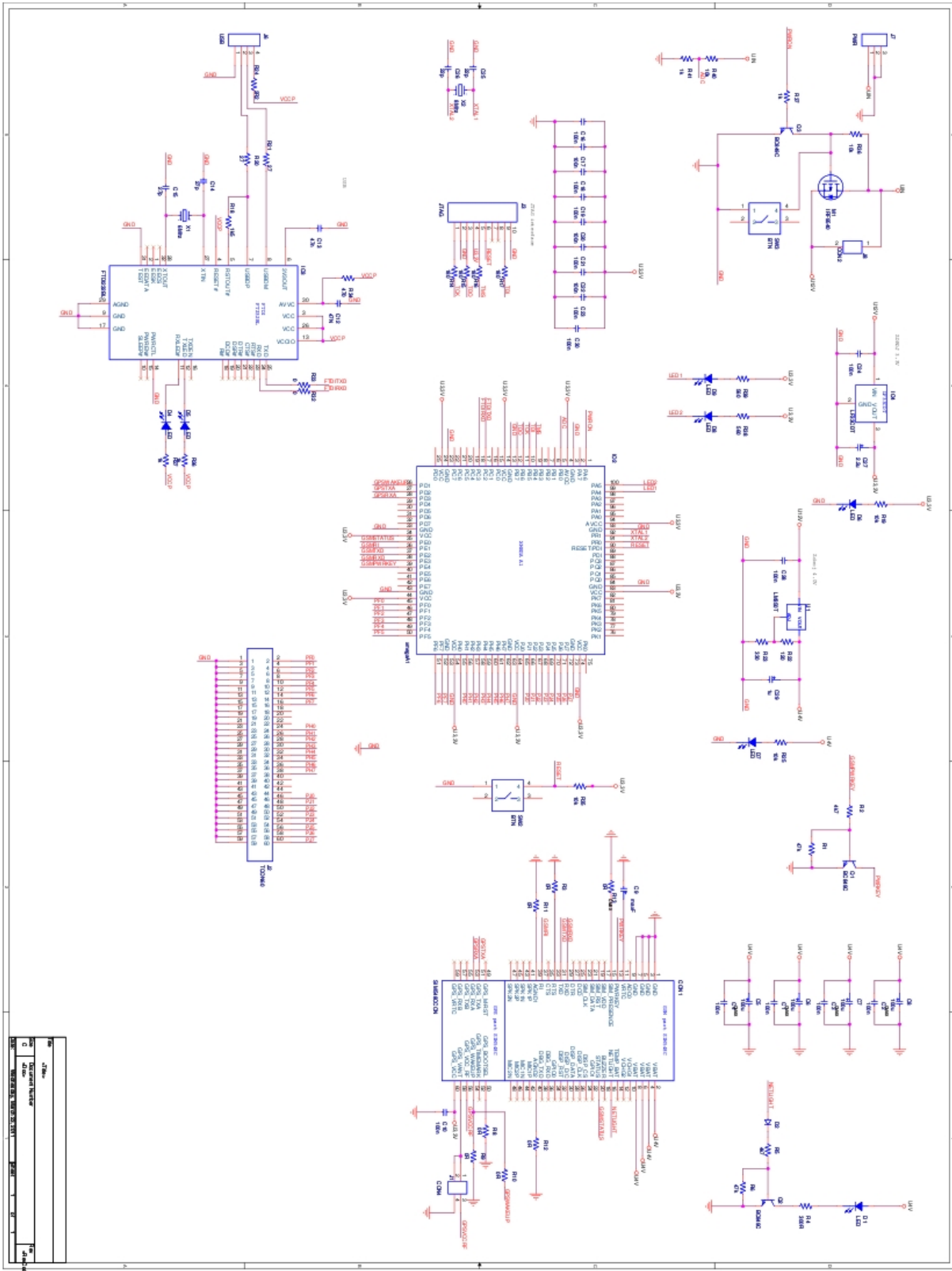
**I2C** Abstract Boolean Networks

⋮



## Příloha B

### Schéma zapojení

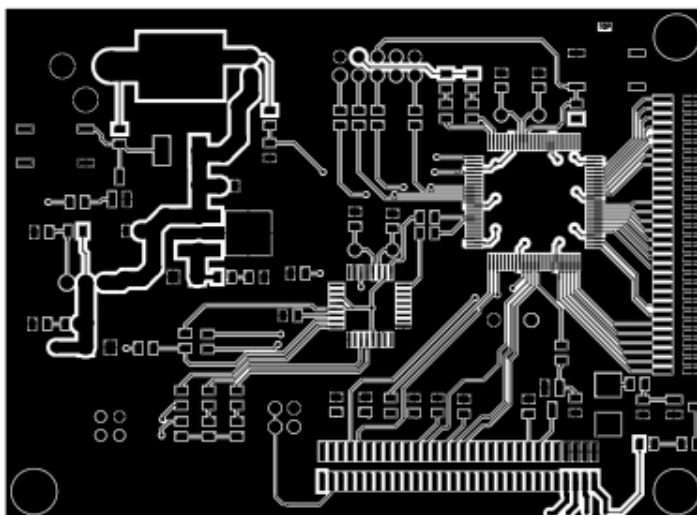


Obrázek B.1: Schéma zapojení

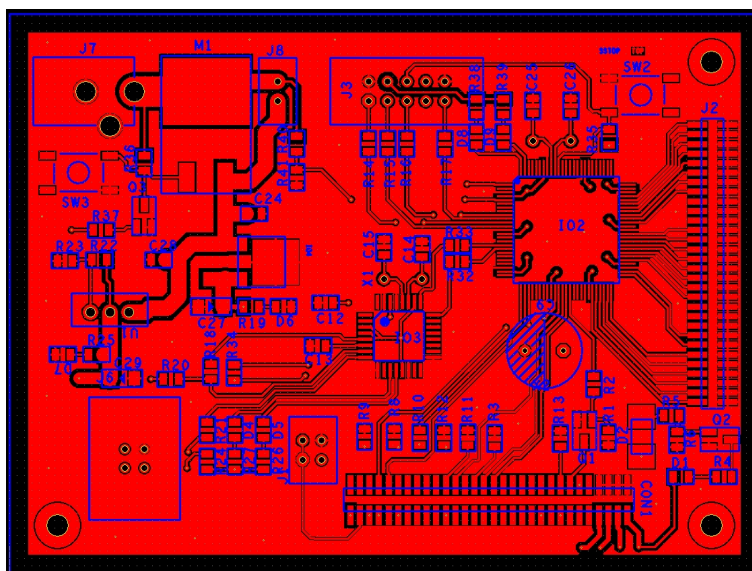


## Příloha C

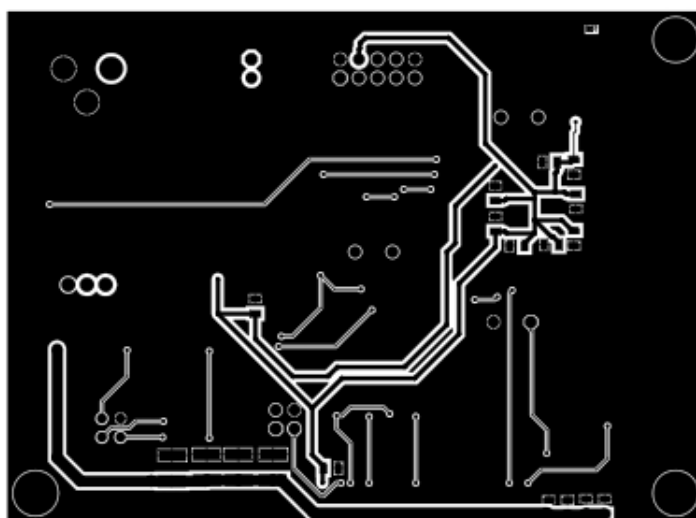
### DPS a rozmístění součástek



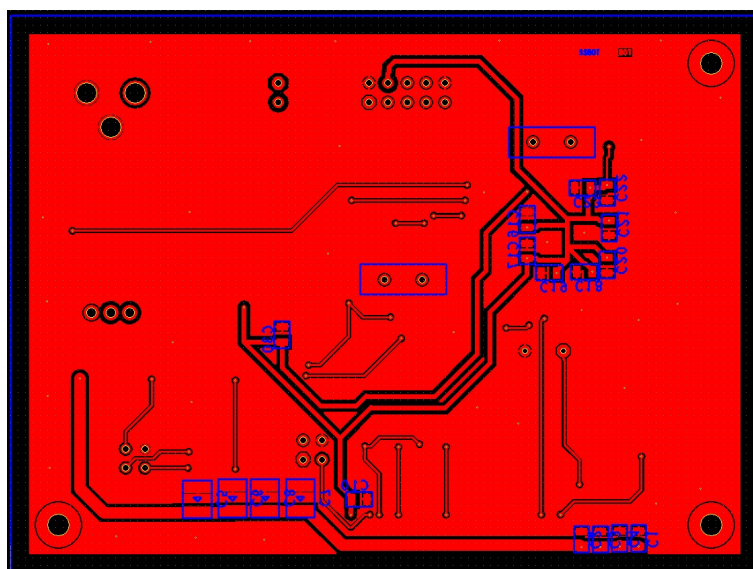
Obrázek C.1: Strana top desky autoalarmu



Obrázek C.2: Strana top rozmístění součástek



Obrázek C.3: Strana bottom desky autoalarmu














Obrázek C.4: Strana botton rozmístění součástek



## Příloha D

# Obsah přiloženého CD

 [DATASHEET]	Podklady pro jednotlivé moduly
 [FIRMWARE]	Firmware ver. 1.0 pro test jednotlivých částí
 [ALARM1]	Firmware ver. 2.0 finální verze
 [ALARM2]	
 [ORCAD]	Pouzdra pro jednotlivé součástky
 [_footprints]	Padstacky k pouzdrům
 [_padstack]	Návrh DPS v PCB designeru
 [PCB]	ORCAD projekt schéma zapojení
 [project]	
 [TEXT]	Dokumentace
 [MYROBA]	Podklady pro výrobu DSP

Obrázek D.1: Obsah přiloženého CD