

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ  
ÚSTAV AUTOMATIZACE A MĚŘICÍ TECHNIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION  
DEPARTMENT OF CONTROL AND INSTRUMENTATION

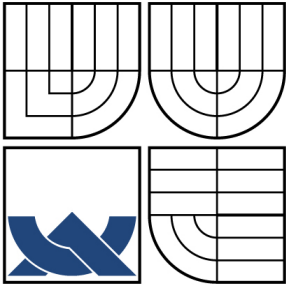
VZDÁLENÉ MONITOROVÁNÍ MOTOROVÝCH VOZIDEL

DIPLOMOVÁ PRÁCE  
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

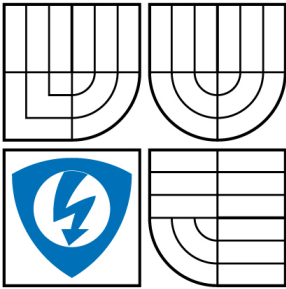
ZBYNĚK STRECKER

BRNO 2009



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH  
TECHNOLOGIÍ

ÚSTAV AUTOMATIZACE A MĚŘICÍ TECHNIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION  
DEPARTMENT OF CONTROL AND INSTRUMENTATION

## VZDÁLENÉ MONITOROVÁNÍ MOTOROVÝCH VOZIDEL

REMOTE CAR MONITORING

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

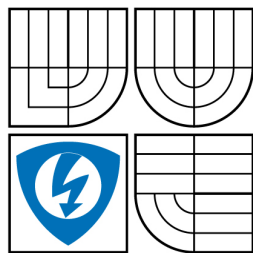
Bc. ZBYNĚK STRECKER

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. ZDENĚK BRADÁČ, Ph.D.

BRNO 2009



VYSOKÉ UČENÍ  
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky  
a komunikačních technologií

Ústav automatizace a měřicí techniky

# Diplomová práce

magisterský navazující studijní obor  
Kybernetika, automatizace a měření

**Student:** Bc. Zbyněk Strecker

**ID:** 83216

**Ročník:** 2

**Akademický rok:** 2008/2009

## NÁZEV TÉMATU:

**Vzdálené monitorování motorových vozidel**

## POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Navrhňte systém pro vzdálené monitorování stavu a pozice motorového vozidla. Navrhňte elektroniku palubního systému vybaveného CPU, detekcí polohy přes GPS a komunikací přes GSM. Navrhňte elektronická schémata systému, realizujte DPS, osadte a oživte. Vytvořte programové vybavení pro palubní monitorovací systém. Demonstrujte funkčnost systému.

## DOPORUČENÁ LITERATURA:

Dle vlastního literárního průzkumu a doporučení vedoucího práce.

**Termín zadání:** 9.2.2009

**Termín odevzdání:** 25.5.2009

**Vedoucí práce:** doc. Ing. Zdeněk Bradáč, Ph.D.

**prof. Ing. Pavel Jura, CSc.**

*Předseda oborové rady*

## UPOZORNĚNÍ:

Autor diplomové práce nesmí při vytváření diplomové práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

## **PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji doc. Ing. Zdeněku Bradáčovi, Ph.D. za metodické a cíleně orientované vedení a rady při plnění úkolů realizovaných v návaznosti na diplomovou práci.

## **ABSTRAKT**

Cílem této práce je navrhnout levné a efektivní zabezpečovací zařízení do automobilu, jehož maximální proud v hlídacím stavu bude do 1mA. Je provedeno základní rozdělení autoalarmů a popsány jejich hlavní výhody a nevýhody. Jako nejlepší možnost je nakonec zvolena koncepce GPS/GSM autoalarmu. V následující části je rozebrán návrh spínaného zdroje, komunikace po RS232 s GSM a GPS modulem, I2C komunikace s akcelerometrem a timerem a návrh modulu displeje. Dále je zde vysvětleno, jak kódovat a dekódovat PDU formát sms zpráv. V další části jsou uvedeny změřené základní charakteristiky spínaného zdroje (účinnost, spínací frekvence atd.). Následně je vysvětlen vývojový diagram hlavní programové smyčky. Také je rozebrán tvar sms, kterou autoalarm pošle v případě ukradení vozu. Poté je ukázáno, jak nastavit timer, mez zrychlení a dobu mezi kontrolami ovládacích sms. Pátá část se zabývá instalací autoalarmu do vozu (konkrétně ukázáno na Škodě Favorit). V šesté části jsou uvedeny ceny jednotlivých součástí a vyčísleny celkové náklady na zařízení. V poslední části je návrh shrnut a jsou dány vylepšovací návrhy.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

GPS, GSM, akcelerometr, mikrokontrolér, step-down zdroj, autoalarm

## **ABSTRACT**

The main goal of this work is to design an efficient and cheap car-alarm with an electricity consumption not exceeding 1mA in the stand-by mode. The first part focuses on the conception of the car-alarm. As the best option - GPS/GSM car-alarm conception is chosen. Then the design of the switching power supply, communication via RS232 with the GSM module, and GPS module, I2C communication with accelerometer and timer IC, and design of the display module are described. Furthermore, the process of how to code/decode sms into the PDU format is also discussed in this part. The second part provides some basic empirical characteristics of the switching power supply (efficiency, switching frequency etc.). Then the flowchart of the main loop is explained, followed by an example of the sms which the car-alarm sends in case a car theft. Explanation of how to set up timer, acceleration threshold and the time between the check of the sms commands is the subject of the next section. Fifth part deals with the installation the car-alarm into a car which is illustrated on the Skoda Favorit example. Total costs and also different cost items are listed just before concluding and suggesting some potential improvements of the device.

## **KEYWORDS**

GPS, GSM, accelerometer, microcontroller, switching step-down power supply, caralarm

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma „Vzdálené monitorování motorových vozidel“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

V Brně dne .....

.....

(podpis autora)

## OBSAH

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>PŘEHLED NEJPOUŽÍVANĚJŠÍCH TYPŮ<br/>ELEKTRONICKÝCH ZABEZPEČENÍ</b> | <b>11</b> |
| 1.1      | Autoalarmy . . . . .   | 11        |
| 1.2      | Autoalarmy s (gsm) pagerem . . . . .                                 | 11        |
| 1.3      | Gps/gsm autoalarmy . . . . .   | 12        |
| <b>2</b> | <b>KONCEPCE ZAŘÍZENÍ</b>   | <b>13</b> |
| 2.1      | Napájecí zdroj . . . . .   | 13        |
| 2.1.1    | Spínaný zdroj . . . . .  | 14        |
| 2.1.2    | Lineární zdroj . . . . .   | 18        |
| 2.2      | Čidlo zrychlení . . . . .  | 18        |
| 2.2.1    | Specifikace LIS3LV02DL [7] . . . . .                                 | 20        |
| 2.2.2    | Oživení a nastavení . . . . .  | 21        |
| 2.3      | Obvod kalendáře PCF8583 . . . . .                                    | 23        |
| 2.3.1    | Specifikace PCF8583 [9] . . . . .                                    | 23        |
| 2.3.2    | Oživování . . . . .  | 25        |
| 2.4      | Gps modul . . . . .  | 25        |
| 2.4.1    | Specifikace modulu NAVILOCK NL-504ETTL [12] . . . . .                | 26        |
| 2.5      | Gsm modul . . . . .  | 30        |
| 2.5.1    | Příjem sms . . . . .   | 33        |
| 2.5.2    | Odesílání sms . . . . .  | 35        |
| 2.6      | ATmega 162 . . . . .   | 37        |
| 2.6.1    | Oživení a nastavení . . . . .  | 37        |
| 2.7      | Přídavný modul . . . . .   | 38        |
| 2.8      | Další obvody na plošném spoji řídicího obvodu . . . . .              | 38        |
| <b>3</b> | <b>MĚŘENÍ</b>  | <b>42</b> |
| <b>4</b> | <b>POPIS FUNKCE</b>  | <b>48</b> |
| 4.1      | Zobrazení informací, nastavení . . . . .                             | 51        |
| 4.1.1    | Nastavení tel. čísla . . . . .                                       | 51        |
| 4.1.2    | Nastavení času mezi kontrolama . . . . .                             | 53        |
| 4.1.3    | Nastavení timeru . . . . .   | 53        |
| 4.1.4    | Nastavení citlivosti zrychlení . . . . .                             | 53        |
| 4.2      | Čekání na sms . . . . .  | 53        |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>5</b> | <b>INSTALACE DO AUTOMOBILU</b>           | <b>55</b> |
| <b>6</b> | <b>CENOVÁ ROZVAHA</b>                    | <b>57</b> |
| <b>7</b> | <b>ZÁVĚR</b>                             | <b>59</b> |
|          | <b>Seznam symbolů, veličin a zkratk</b>  | <b>61</b> |
|          | <b>Reference</b>                         | <b>62</b> |
|          | <b>Seznam příloh</b>                     | <b>64</b> |
| <b>A</b> | <b>SCHÉMATA, OSAZOVACÍ SCHÉMATA, DPS</b> | <b>65</b> |
| <b>B</b> | <b>FOTKY SKUTEČNÉHO PROVEDENÍ</b>        | <b>69</b> |

## SEZNAM OBRÁZKŮ

|      |   |    |
|------|---|----|
| 2.1  | Blokové schéma GPS/GSM autoalarmu . . . . .                             | 13 |
| 2.2  | Schéma napájecího zdroje . . . . .                                      | 14 |
| 2.3  | Schéma obvodu MAX1837 [3] . . . . .                                     | 16 |
| 2.4  | Průběhy napětí v bodě LX , výstupní napětí a proud cívkou [3] . . . . . | 16 |
| 2.5  | Rozložení směrů měřených zrychlení [7] . . . . .                        | 20 |
| 2.6  | GPS modul a pořadí pinů [12] . . . . .                                  | 26 |
| 2.7  | Piny konektoru Siemens C35i [14] . . . . .                              | 30 |
| 2.8  | Nastavení configuration & lock bitů v programu ponyprog . . . . .       | 38 |
| 2.9  | Schéma zapojení modulu displeje . . . . .                               | 39 |
| 2.10 | Osazovací schéma modulu displeje . . . . .                              | 39 |
| 3.1  | Schéma zapojení měření účinnosti zdroje . . . . .                       | 42 |
| 3.2  | Závislost účinnosti spínaného zdroje na výstupním proudu . . . . .      | 45 |
| 3.3  | Zvlnění výstupního napětí při $I_{vyst} = 10mA$ . . . . .               | 46 |
| 3.4  | Zvlnění výstupního napětí při $I_{vyst} = 23mA$ . . . . .               | 46 |
| 3.5  | Zvlnění výstupního napětí při $I_{vyst} = 100mA$ . . . . .              | 47 |
| 3.6  | Zvlnění výstupního napětí při $I_{vyst} = 200mA$ . . . . .              | 47 |
| 4.1  | Vývojový diagram programu . . . . .                                     | 49 |
| 4.2  | Modul displeje . . . . .  | 51 |
| 4.3  | Nastavení telefonního čísla . . . . .                                   | 52 |
| 4.4  | Vývojový diagram režimu zobrazení . . . . .                             | 52 |
| 5.1  | Schéma připojení autoalarmu do automobilu . . . . .                     | 55 |
| A.1  | Schema zapojení GSM/GPS autoalarmu . . . . .                            | 65 |
| A.2  | Osazovací schéma obvodu autoalarmu - horní strana DPS . . . . .         | 66 |
| A.3  | Osazovací schéma obvodu autoalarmu - spodní strana DPS . . . . .        | 67 |
| A.4  | Plošný spoj obvodu autoalarmu . . . . .                                 | 68 |
| A.5  | Plošný spoj modulu displeje . . . . .                                   | 68 |
| B.1  | Skutečné provedení autoalarmu - spodní strana . . . . .                 | 69 |
| B.2  | Skutečné provedení autoalarmu - horní strana . . . . .                  | 69 |
| B.3  | Umístění autoalarmu v autě . . . . .                                    | 70 |
| B.4  | Umístění autoalarmu v autě - detail . . . . .                           | 70 |

## SEZNAM TABULEK

|      |   |    |
|------|---|----|
| 2.1  | LIS3 CTRL_REG1 . . . . .  | 21 |
| 2.2  | LIS3 CTRL_REG2 . . . . .  | 22 |
| 2.3  | LIS3 CTRL_REG3 . . . . .  | 22 |
| 2.4  | LIS3 FF_WU_CFG . . . . .  | 23 |
| 2.5  | I2C komunikace - příklad nastavení registru CTRL_REG1 . . . . .             | 23 |
| 2.6  | PCF8583 CONTROL/STATUS REGISTER . . . . .                                   | 24 |
| 2.7  | PCF8583 Alarm control register . . . . .                                    | 25 |
| 2.8  | Propojení GPS modulu s řídicím obvodem . . . . .                            | 27 |
| 2.9  | Typy rámců poskytovaných GPS modulem . . . . .                              | 27 |
| 2.10 | Význam jednotlivých údajů VTG rámce . . . . .                               | 28 |
| 2.11 | Význam jednotlivých údajů RMC rámce . . . . .                               | 28 |
| 2.12 | Význam jednotlivých údajů GGA rámce . . . . .                               | 29 |
| 2.13 | Zapojení konektoru Siemensu C35 . . . . .                                   | 31 |
| 2.14 | Význam znaků PDU rámce . . . . .  | 34 |
| 2.15 | Převedení znaků PDU zprávy do binární podoby . . . . .                      | 34 |
| 2.16 | Převedení PDU zprávy na smysluplnou sms . . . . .                           | 35 |
| 2.17 | Kódování sms . . . . .  | 36 |
| 2.18 | Složky rámce odesílané sms . . . . .  | 36 |
| 2.19 | Propojení obvodu autoalarmu s obvodem displeje (konektor DISPLEJ) . . . . . | 40 |
| 2.20 | Propojení obvodu autoalarmu s obvodem displeje (konektor PROG) . . . . .    | 40 |
| 3.1  | Naměřené hodnoty dle schématu (3.1) . . . . .                               | 44 |
| 3.2  | Odběr obvodu ve sleep režimu . . . . .                                      | 45 |
| 6.1  | Cena součástek obvodu autoalarmu . . . . .                                  | 57 |
| 6.2  | Cena součástek modulu displeje . . . . .                                    | 58 |

## ÚVOD

V ČR je každým rokem ukradeno asi 25 000 vozů [1]. Každé zabezpečení snižuje pravděpodobnost ukradení. Na druhou stranu pokud se profesionální zloděj rozhodne auto ukrást, nezabrání mu v tom sebelepší zabezpečení. Obzvláště ohledně mechanického zabezpečení je zajímavé prostudovat, k čemu všemu je dobrý stlačený dusík (viz.) [2]. Cílem této práce je navrhnout zabezpečovací zařízení, které má pomoci ukradené auto znovu najít, případně pomocí imobilizačního okruhu krádež překazit. Protože se předpokládá možnost zabudování i do starších aut, důraz je kladen především na elektrickou spotřebu a cenu.

# 1 PŘEHLED NEJPOUŽÍVANĚJŠÍCH TYPŮ ELEKTRONICKÝCH ZABEZPEČENÍ

## 1.1 Autoalarmy

Asi nejrozšířenější, nejlevnější, ale taky nejméně účinné jsou autoalarmy. Jejich pořizovací cena je asi od 800Kč za nejjednodušší modely. Autoalarmy se spouští různými dveřními čidly, mohou být instalována ultrazvuková čidla, čidla vibrací, čidla rozbití oken a také čidla poklesu napětí v palubní síti. Deaktivace autoalarmu probíhá většinou pomocí vysílače plovoucího kódu - generátoru pseudonáhodných čísel.

Výstupem autoalarmu bývá siréna a také jedno- nebo víceokruhový imobilizér. Je jasné, že tento způsob zabezpečení může odradit jen zloděje amatéry. Vyřazení z činnosti je velmi jednoduché - např. zespod motorového prostoru je možno kleštěmi přestříhnout vedení z autobaterie (autoalarmy sice mají záložní zdroj, ovšem jen pro řídicí jednotku, siréna je napájena z autobaterie), dále jakýmkoliv způsobem otevřít dveře a motorový prostor, přestříhnout vodiče k siréně, vyhledat autoalarm a ručně spojit imobilizační okruhy.

Zvláště pro auta, se kterými se moc nejezdí, je důležitá spotřeba proudu autoalarmu v hlídacím režimu. Spotřeba jednoduchých autoalarmů se pohybuje v řádech desítek mA (autoalarm Jablotron CA320 za zhruba 3000Kč max. 20mA). Další nevýhodou je, že vysílač je aktivní a pokud dojde ke zničení nebo třeba k vybití baterie a tím k zapomenutí aktuálního čísla, nejsme u některých autoalarmů schopni bez funkčního vysílače autoalarm deaktivovat a je nutný odvoz do servisu.

## 1.2 Autoalarmy s (gsm) pagerem

Jedná se o autoalarmy, kde výstupem bývá oproti jednoduchým autoalarmům navíc GSM nebo rádiový pager. Rádiový mívá relativně malý dosah (řádově stovky metrů), takže má význam jen v případě, kdy většinu času trávíme v bezprostřední blízkosti auta. Naproti tomu GSM autoalarmy fungují, pokud je v místě pokrytí GSM signál. Vyšší modely často umožňují i ovládání imobilizačních okruhů pomocí SMS po zjištění vloupání do vozu a také odposlech hluku v autě. V případě GSM s lokační službou je možné zjistit přibližnou polohu vozu. Odběr v hlídacím režimu se opět pohybuje v řádech desítek mA (Jablotron CA1202). Cena těchto autoalarmů už ale bývá značně vysoká - zhruba od 6000Kč a více podle vybavenosti autoalarmu. Také nesmíme zapomenout na občasné dobítí kreditu.

Nevýhodou těchto autoalarmů je, že pokud zloděje nechytíme ve velmi krátké době od pokusu o ukradení, šance na nalezení auta jsou mizivé, protože neznáme polohu auta.

### 1.3 Gps/gsm autoalarmy

Bezesporu nejlepší variantou autoalarmu je GPS/GSM autoalarm, který kromě informace o vloupání posílá současně informace o poloze a rychlosti. Tyto moduly často nabízejí další služby, jako například vedení knihy jízd. Často bývá kromě dálkového ovládání vybaven dalším RFID modulem, kde snímač bývá teoreticky umístěn na tajném místě.

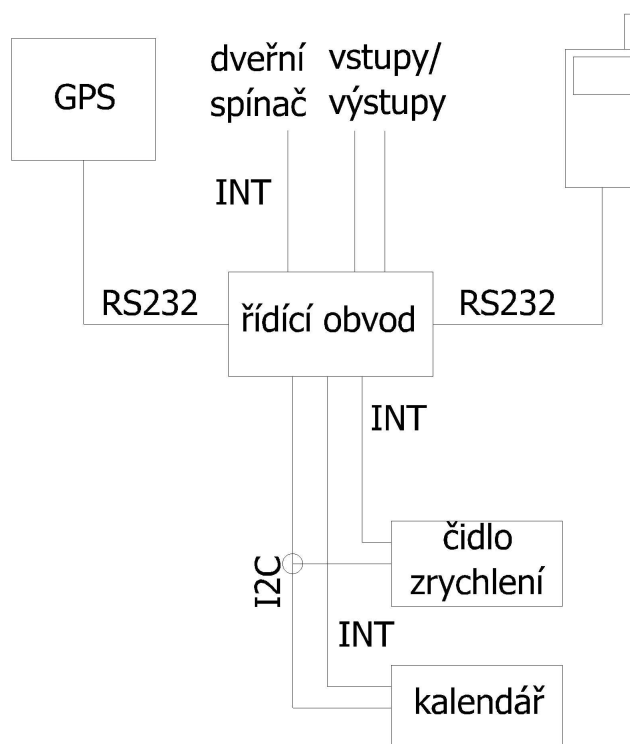
Některé firmy nabízejí tento typ autoalarmů spojený se zásahovou službou, takže v případě odcizení vozidla se někdy majitel nemusí o nic starat, pracovníky firmy je jen kontaktován, aby potvrdil odcizení vozidla, a nalezení auta už zařídí firma. Asi největší firmou poskytující v ČR tyto služby je firma Sherlog (<http://www.sherlog.cz/>). Tato firma má i vlastní radiovou síť, takže GSM systém je využíván jen u části produktů. Dle firemních stránek je úspěšnost 98%.

Jednou z mála nevýhod těchto systémů je jejich cena. Např. GPS/GSM autoalarm Jablotron CA-1803 ATHOS v základní verzi stojí přes 12 000Kč. Cena základního autoalarmu + aktivace Sherlog Neo Classics přesahuje cenu 14 000Kč. K ceně autoalarmu je ještě nutno přičíst roční provozní poplatek, který činí přes 5000Kč. U tohoto základního modelu je hledání vozu zahájeno až po oznámení krádeže majitelem.

## 2 KONCEPCE ZAŘÍZENÍ

Základní návrh vychází z koncepce GPS/GSM autoalarmu. Protože se počítá s instalací do starších aut, se kterými se nejedí příliš často a které mají akumulátory s menší kapacitou, mělo by mít zařízení následující parametry:

- Velmi malá spotřeba v hlídacím stavu (do 1mA)
- Celková cena do 2500Kč
- Velká odolnost
- Jednoduché ovládání
- I v případě poruchy GPS/GSM autoalarmu musí být auto provozuschopné



Obrázek 2.1: Blokové schéma GPS/GSM autoalarmu

Jádrem zařízení je řídicí obvod sestávající se z mikrokontroléru ATMEGA162, který zprostředkovává komunikaci mezi ostatními periferiemi. Přes rozhraní RS232 je připojen mobilní telefon a GPS modul. Čidlo zrychlení a obvod kalendáře s programovatelným alarmem jsou připojeny přes I2C rozhraní. Obvod kalendáře a čidlo zrychlení mohou vyvolat přerušení, kterým probudí uspaný mikrokontrolér do aktivního režimu.

## 2.1 Napájecí zdroj

Stabilizovaný zdroj musí mít co nejmenší klidový odběr, ale musí být schopen dodávat dostatečně velký proud i pro mobilní telefon a GPS modul. Tyto požadavky se těžko splňují, a proto je zdroj rozdělen na 2 části.

- Část, která napájí zařízení, která jsou trvale pod napětím (step down měnič)
- Část, která napájí zařízení jen v případě ukradení či zapnutého motoru (lineární stabilizátor).

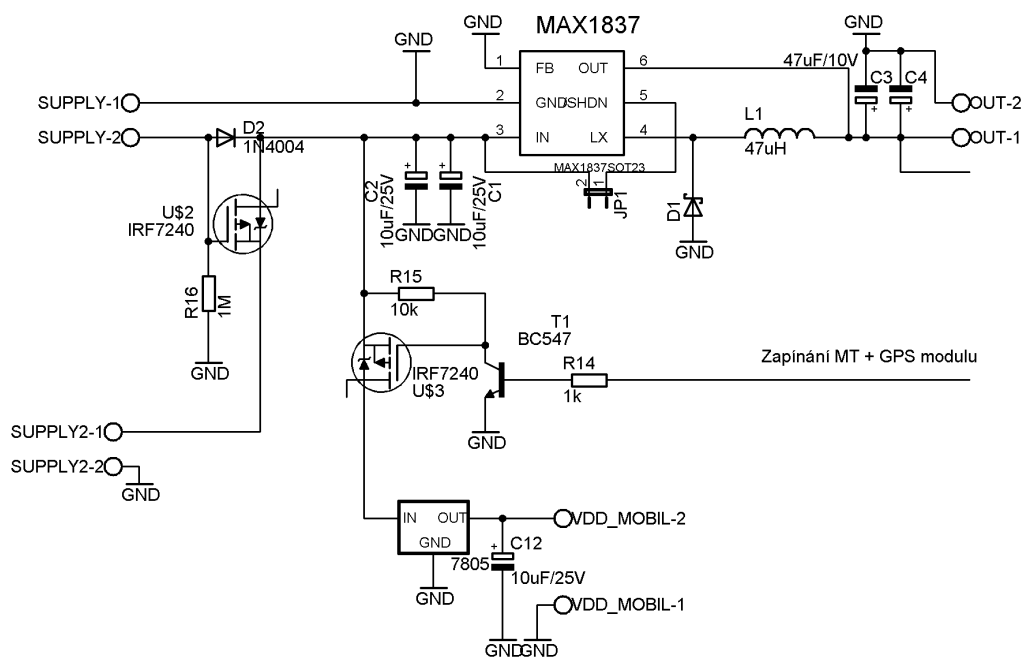
Vstupní svorky (*SUPPLY – 1*, *SUPPLY – 2*) (2.2) obou částí jsou připojeny přes pojistku přímo na autobaterii - *SUPPLY – 1* na záporný pól autobaterie, *SUPPLY – 2* na kladný pól. Pokud ovšem dojde k výpadku napětí z autobaterie, ovládací elektroda MOS-FET tranzistoru U\$2 (2.2) se dostane na potenciál země, tranzistor se sepne, čímž se připojí náhradní zdroj (4 tužkové alkalické baterie) připojený ke svorkám *SUPPLY2 – 1* - kladný pól (2.2), *SUPPLY2 – 2* - záporný pól (2.2). Jako tranzistor je použit P-MOSFET s maximálním napětím  $U_{ds}$  až  $-40V$  a proudem  $I_{ds}$  až  $-10,5A$ .

### 2.1.1 Spínaný zdroj

První část je navržena jako step-down měnič. Na trhu je mnoho takových obvodů, ale jen málo jich vyhoví požadovaným vlastnostem, zejména:

- Malý klidový proud - max několik desítek  $\mu A$
- Co nejvyšší spínací frekvence (možnost použití menší civky)
- Výstupní proud minimálně 200mA
- Činnost v širokém rozmezí napájecího napětí (až 16V)
- Výstup 3,3V

Z dostupných obvodů na trhu byl zvolen integrovaný obvod MAX1837.



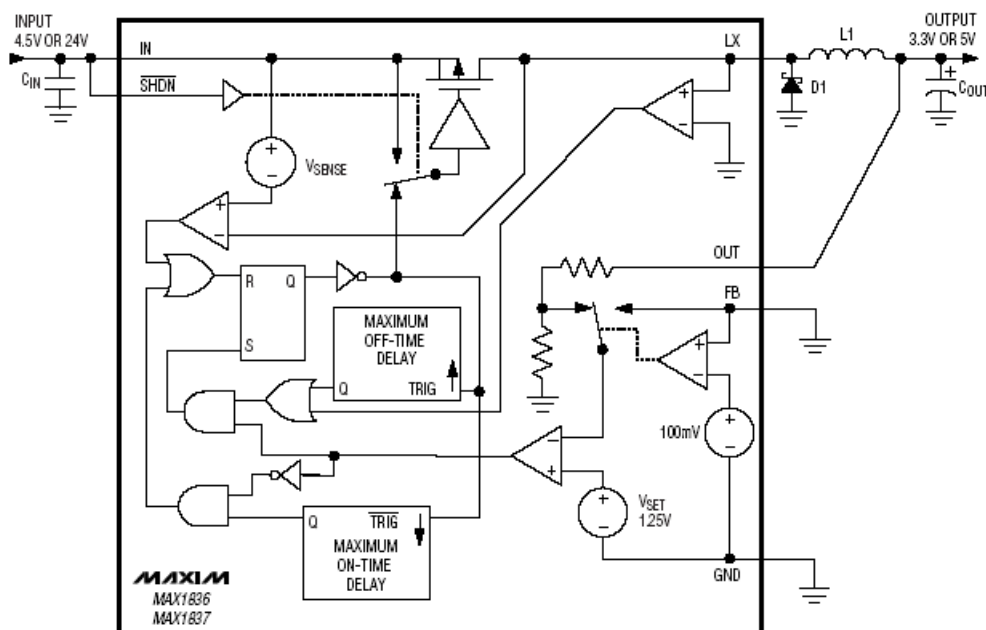
Obrázek 2.2: Schéma napájecího zdroje

### Vlastnosti obvodu MAX1837 [3]

- Klidový proud 12uA
- Max. výstupní proud 250mA
- Spínací frekvence dle odebíraného proudu až 120kHz
- Činnost v rozmezí napětí až 24V
- Výstup 3,3V
- Účinnost při výstupním proudu 1mA a vstupu 12V asi 80%
- Max. střída 100%

Obvod reguluje napětí na principu změny střídy resp. frekvence spínání vstupního napětí P-MOSFET tranzistorem. Pokud ani při maximální střídě není možno dosáhnout požadovaného výstupního napětí, tranzistor zůstává trvale sepnutý. Frekvence spínání s rostoucí zátěží roste, což umožňuje použít menší a levnější cívky. Když je napětí na výstupu nižší než požadované, klopný obvod sepne tranzistor, který zůstává sepnutý, dokud se nedosáhne maximálního proudu cívkou (625mA), nebo když doba sepnutí je větší

než "MAXIMUM ON TIME DELAY" (viz. průběhy na obrázku (2.4)). Jakmile se tranzistor uzavře, proud do obvodu dodává cívka, obvod se uzavírá přes diodu D1 (2.3). Tranzistor zůstává rozepnutý, dokud nevyprší doba "MAXIMUM OFF-TIME DELAY", proud cívkou neklesne na nulu a výstupní napětí se nesníží pod stanovenou úroveň.



Obrázek 2.3: Schéma obvodu MAX1837 [3]

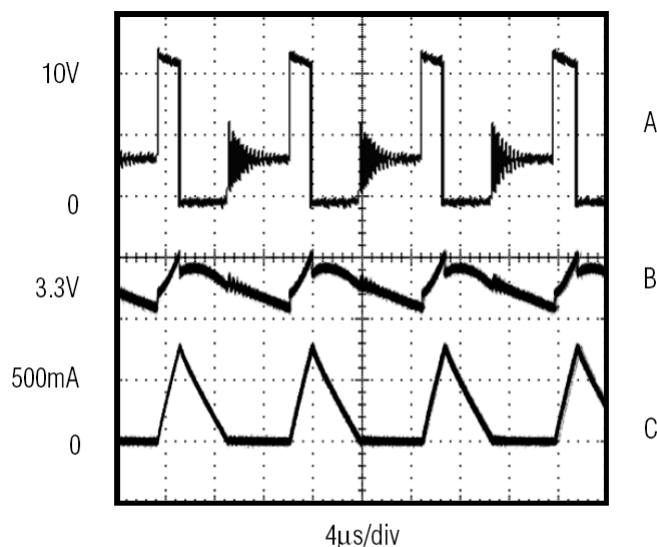
### Volba součástek

Z výše napsaného vyplývají požadavky na součástky. Asi největší vliv má volba cívky. Pro minimalizaci ztrát by měla mít co nejnižší odpor, musí mít větší povolenou hodnotu proudu než  $I_{PEAK}$ . Minimální hodnota cívky se spočítá podle vzorce (2.1)[3]:

$$L_{min} = \frac{(V_{in(MAX)} - V_{OUT})t_{ON(MIN)}}{I_{LIM}} = \frac{(16 - 3,3)10^{-6}}{0,9} = 14\mu H \quad (2.1)$$

Kde

- $V_{IN(MAX)}$  je maximální vstupní napětí, v našem případě 16V
- $V_{OUT}$  je výstupní napětí, v našem případě 3,3V
- $t_{ON(MIN)}$  je minimální doba po kterou zůstává MOSFET sepnutý (1 $\mu s$ ) [3]
- $I_{LIM}$  je maximální rozpínací proud cívkou (typicky 0,625A) [3]



CIRCUIT OF FIGURE 2,  $V_{IN} = 12V$

A.  $V_{LX}$ , 5V/div

B.  $V_{OUT} = 3.3V$ , 20mV/div, 200mA LOAD

C. INDUCTOR CURRENT, 500mA/div

Obrázek 2.4: Průběhy napětí v bodě LX , výstupní napětí a proud cívkou [3]

V návrhu byla použita cívka firmy Matsuta s induktancí  $L = 47\mu H$ , sériovým odporem  $0,17\Omega$  a maximálním proudem  $1,19A$ . Vyšší hodnota induktance cívky zvyšuje účinnost zdroje a snižuje riziko překročení max. proudu  $I_{LIM}$ . Maximální proud cívkou bude (2.3)[3]:

$$I_{peak} = I_{LIM} + \frac{(V_{in(MAX)} - V_{OUT})300ns}{L} \quad (2.2)$$

$$I_{peak} = 0,625 + \frac{(16 - 3,3)300 \cdot 10^{-9}}{47 \cdot 10^{-6}} = 0,71A$$

Maximální povolený proud vybranou cívkou je větší než vypočtený teoretický proud, cívka tedy vyhovuje.

Z blokového schématu je jasné, že dalším zdrojem ztrát je dioda  $D1$  (2.3). Na diodě vznikají největší ztráty díky propustnému napětí  $U_f$ . Proto je jako usměrňovací dioda zvolena Schottkyho dioda, kde při proudu  $100mA$  je propustné napětí  $U_f = 0,3V$ . Vstupní kondenzátory byly zvoleny tantalové a kvůli snížení sériového odporu byly dány vždy dva paralelně. Ke kondenzátorům běžně dostupným např. v GME se mi nepodařilo najít datasheet, pro sériový odpor tedy použiji odhadnutou hodnotu sériového odporu u

obdobných kondenzátorů firmy AVX. Pro kondenzátor  $47\mu F$ ,  $10V$  a frekvenci  $100kHz$  je max. přípustný sériový odpor  $250m\Omega$ . Výstupní zvlnění se vypočítá podle rovnic (2.6)[3]:

$$V_{RIPPLE} = V_{RIPPLE(ESR)} + V_{RIPPLE(C)} \quad (2.3)$$

$$V_{RIPPLE(ESR)} = I_{peak}ESR = 0,71 \frac{0,25}{2} = 0,088V \quad (2.4)$$

$$V_{RIPPLE(C)} = \frac{L \cdot (I_{PEAK} - I_{OUT})^2}{2 \cdot C_{OUT} \cdot V_{OUT}} \left( \frac{V_{IN}}{V_{IN} - V_{OUT}} \right) \quad (2.5)$$

$$V_{RIPPLE(C)} = \frac{47 \cdot 10^{-6} \cdot (0,71 - 0,25)^2}{2 \cdot 94 \cdot 10^{-6} \cdot 3,3} \frac{12}{12 - 3,3} = 0,022V$$

$$V_{RIPPLE} = 0,123 + 0,055 = 0,11V \quad (2.6)$$

## Oživení

Na oživování nejsou kladeny žádné zvláštní nároky, obvod by měl fungovat na první zapojení. Při osazování je třeba dát si pozor na správnou polaritu tantalových kondenzátorů. Při nesprávné polaritě stačí pouhé 3V, aby se kondenzátor po chvíli prorazil a zkratoval spínaný zdroj, což i přes ochranu proti přetížení může vést ke zničení obvodu. Proto je vhodné oživování provádět se stabilizovaným zdrojem s proudovým omezením a sledovat odebíraný proud. Dále je vhodné osciloskopem zkontrolovat, zda zdroj při připojené zátěži nezakmitává. Pokud je obvod funkční, při měnící se zátěži by se měla měnit frekvence spínání tak, že na výstupu by mělo být stálých 3,3V. Pokud na výstupu obvodu není napětí, je vhodné zkontrolovat osazení jumperu JP1.

### 2.1.2 Lineární zdroj

Tato část zdroje bude zapnuta, jen pokud dojde ke krádeži nebo pokud bude nastartovaný motor. Nepočítá se tedy s trvalým provozem, a proto je možné tuto část realizovat pomocí lineárního zdroje. Tento zdroj slouží pro napájení mobilního telefonu (nabíjení záložního akumulátoru) a pro napájení GPS modulu. Použit je obvod 7805, jehož maximální výstupní proud je 1,5A. Pokud není tento zdroj aktivní, je mu přerušen přívod

napětí pomocí tranzistoru T1 resp. U\$3 (2.2). Vzhledem k výkonové ztrátě je vhodné T1 osadit chladičem.

### Oživení

Na ožívování nejsou kladeny žádné zvláštní nároky, obvod by měl fungovat na první zapojení. Je ale nutné nastavit na řídicím obvodu PORTB1 jako výstup. Pokud chceme, aby byl obvod 7805 připojen na vstupní napětí, PORTB1 se musí rovnat 1, v opačném případě se PORTB1 musí rovnat 0.

## 2.2 Čidlo zrychlení

Čidlo zrychlení má sloužit jako detektor ukradení. Pokud by totiž auto bylo naloženo odtahovou službou, zařízení by se nespustilo přes dveřní spínač. Pokud bude čidlo dostatečně citlivé, půjde detekovat jen prosté vloupání ve funkci čidla náklonu.

Na trhu jsou nejobvyklejší akcelerometry buď analogové - výstupní napětí odpovídá zrychlení - nebo digitální - nejčastěji s I2C přenosem. Pro náš účel potřebujeme čidlo, které generuje přerušeni při překročení určité meze. Lze použít analogové čidlo a přerušeni řešit pomocí komparátorů. Toto řešení má ale nevýhodu v tom, že pokud by se spínací mez nastavila na určitou absolutní hodnotu, komparační mez by buď musela být nastavena na velké zrychlení, které by pravděpodobně nebylo schopné fungovat ve funkci náklonoměru, nebo by například při odstavení v kopci generovalo falešné poplarchy. Také by šlo detekovat jen střídavou složku signálu = změna zrychlení. V tomto režimu bychom ale zase ztratili informaci o aktuálním zrychlení, protože mikrokontroléru trvá určitou dobu, než je schopný při přechodu ze sleep do normálního režimu přijímat informace. Dále by bylo nutné použít další součástky trvale připojené k napájecímu napětí a tudíž větší spotřebu.

Proto bylo raději zvoleno digitální kapacitní čidlo zrychlení s komunikací po I2C sběrnici a s programovatelným generátorem přerušeni. Tak lze nastavit dostatečnou citlivost i pro náklonoměr. Vždy před aktivací hlídacího režimu se zjistí aktuální hodnoty zrychlení ve všech nebo jen v jedné ose a přerušeni se nastaví na mez přerušeni o určitou hodnotu vyšší případně nižší.

Do zařízení jsem vybíral čidlo s co nejmenším rozsahem -  $\pm 2g$  (a o to větším rozlišením). Tuto hodnotu zjistíme snadným výpočtem. Nejkratší brzdná dráha z rychlosti  $100km/h$  změřená u několika různých aut dle zdroje [4] je  $33,5m$ .

$$\Delta t = \frac{2s}{v} \quad (2.7)$$

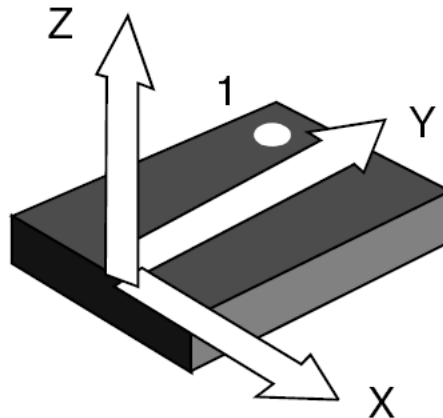
$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_0^2}{2s} = \frac{27.8^2}{2 \cdot 33,5} = 11,53m \cdot s^{-2} = 1,153g$$

$$v_0 = 100km/h = 27,8m/s$$

Výsledné maximální dosažitelné zrychlení v autě je tedy asi 1,2g. Mezi velké výrobce patří zejména firmy Freescale a STMicroelectronics. Od firmy Freescale je vhodný typ MMA7450L, který má rozsah  $\pm 2g$  (resp.  $\pm 4g$  resp.  $\pm 8g$ ) ve 3 osách, spotřebu v aktivním režimu asi  $400\mu A$ , rozlišení při rozsahu  $\pm 2g$  je  $15,6mg$ , napájecí napětí  $2,4 - 3,6V$ , rozsah teplot  $20 - +65^\circ C$  [5]. Cena dle Freescale je asi 2,9\$ - ovšem jen v množství 1000+. Jednotlivě koupit nelze. Velmi podobné parametry má obvod LIS202DL od firmy STMicroelectronics, který ovšem snímá pouze ve 2 osách, má rozsah  $\pm 2g$  (resp.  $\pm 8g$ ) ve 2 osách, spotřebu v aktivním režimu asi  $400\mu A$ , rozlišení při rozsahu  $\pm 2g$  je  $18mg$ , napájecí napětí  $2,16 - 3,6V$ , rozsah teplot  $40 - +85^\circ C$  [6]. Cena je asi 6,5\$ (110Kč) ([www.mouser.com](http://www.mouser.com)). Nakonec byl vybrán díky své nejjednodušší dostupnosti obvod LIS3LV02DL taktéž od firmy STMicroelectronics.

### 2.2.1 Specifikace LIS3LV02DL [7]

- Rozsah  $\pm 2g$  resp.  $\pm 6g$  ve 3 osách
- Odběr v aktivním režimu max.  $800\mu A$ , typicky  $650\mu A$
- Napájecí napětí  $2,16 - 3,6V$
- Selftest
- Programovatelné přerušení
- Rozsah teplot  $-40 - +85^\circ C$
- I2C/SPI rozhraní
- Cena 11,50\$ - asi 195Kč ([www.mouser.com](http://www.mouser.com))



Obrázek 2.5: Rozložení směrů měřených zrychlení [7]

Z obrázku (2.5) je patrné, že záleží na orientaci součástky vzhledem k automobilu. Pro různé způsoby montáže do vozu je nutno provést různá nastavení autoalarmu. Hodnoty zrychlení jsou pro každou osu uloženy ve dvou osmibitových registrech  $OUTn\_H$  a  $OUTn\_L$ , kde  $n$  je směr osy ( $X, Y, Z$  viz. (2.5)). Se zařízením je možné komunikovat buď po I2C sběrnici nebo po rychlejším SPI rozhraní. Návrh umožňuje výběr (viz. (A.1) - pomocí jumperu JP3 (propojení pinů 1-2 je vybrána I2C, propojení pinů 2-3 SPI). Tovární nastavení adresy je 0b0011101 (0x3A write, 0x3B read).

## 2.2.2 Oživení a nastavení

Vzhledem k pouzdru (LGA) je při letování třeba dbát na přesné usazení součástky. Po naletování zkontrolujeme, zda sousední vývody nejsou zkratovány. Dále zkontrolujeme, zda je osazen jumper JP4. Pokud ano, měli bychom naměřit na pinu 4 napětí 3,3V. Protože budeme používat programovatelný kalendář, který nemá SPI rozhraní, musíme i obvod LIS3 přepnout na I2C rozhraní. Jumper je třeba na JP3 osadit tak, aby zkratoval pin 1 a 2. Pokud se podaří součástku osadit, přejdeme k nastavení akcelerometru. K tomu slouží registry CTRL\_REG1-CTRL\_REG3. Do registrů zapíšeme data podle tabulek (2.1) - (2.3).

Protože data o současném zrychlení budeme potřebovat jen kvůli generování přerušení, kde nám jde především o stabilní hodnoty než o rychlost, je použito filtrování dat zrychlení pomocí horní propusti.

Součástka dále umožňuje naprogramovat přerušení jako reakci na překročení určité meze zrychlení (free-fall interrupt). K nastavení přerušení slouží registr FF\_WU\_CFG (2.4). Současná hodnota zrychlení se porovnává s obsahem registrů FF\_WU\_THS\_L a FF\_WU\_THS\_H. Podle nastavení registru FF\_WU\_CFG (2.4) lze nastavit, zda se přerušení

| Registr CTRL_REG1 |     |     |     |    |     |     |     |
|-------------------|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|
| PD1               | PD0 | DF1 | DF0 | ST | Zen | Yen | Xen |
| 1                 | 1   | 0   | 0   | 0  | 1   | 1   | 1   |

| bity          | význam                   | nastavení           |
|---------------|--------------------------|---------------------|
| PD1, PD0      | Stav zařízení            | zapnuto             |
| DF1, DF0      | Frekvence obnovování dat | 40Hz                |
| ST            | Selftest                 | neaktivní           |
| Zen, Yen, Xen | Zapínání jednotlivých os | všechny osy zapnuty |

Tabulka 2.1: LIS3 CTRL\_REG1

| Registr CTRL_REG2 |     |     |      |     |      |     |     |
|-------------------|-----|-----|------|-----|------|-----|-----|
| FS                | BDU | BLE | BOOT | IEN | DRDY | SIM | DAS |
| 0                 | 1   | 1   | 1    | 1   | 0    | 1   | 1   |

| bity | význam                                   | nastavení   |
|------|--|---|
| FS   | Rozsah                                   | $\pm 2g$  |
| BDU  | Způsob obnovování dat                    | Výstupní registry se během čtení dat MSB a LSB neobnovují |
| BLE  | Reprezentace dat                         | Big endian  |
| BOOT | Obnova registrů po zapnutí               | Povoleno  |
| IEN  | Připojení INT na pin RDY                 | povoleno  |
| DRDY | Generování Data ready signálu na pin RDY | zakázáno  |
| SIM  | Mód SPI rozhraní                         | 3-wire  |
| DAS  | Zarovnání dat                            | 16 bitů zarovnaných doleva                                |

Tabulka 2.2: LIS3 CTRL\_REG2

| Registr CTRL_REG3 |      |      |     |     |     |      |      |
|-------------------|------|------|-----|-----|-----|------|------|
| ECK               | HPDD | HPFF | FDS | res | res | CFS1 | CFS0 |
| 0                 | 1    | 1    | 1   | 0   | 0   | 1    | 1    |

| bity      | význam                                    | nastavení              |
|-----------|---|------------------------|
| ECK       | Externí hodinový signál                   | Interní hodiny         |
| HPDD      | High-pass filtr pro změnu směru zrychlení | Povoleno               |
| HPFF      | High-pass filtr pro free-fall a wake-up   | Povoleno               |
| FDS       | Filtrování dat                            | Data vybírána z filtru |
| CFS1,CFS0 | Mezní frekvence filtru                    | 4096                   |

Tabulka 2.3: LIS3 CTRL\_REG3

| Registr FF_WU_CFG |     |      |      |      |      |      |      |
|-------------------|-----|------|------|------|------|------|------|
| AOI               | LIR | ZHIE | ZLIE | YHIE | YLIE | XHIE | XLIE |
| 0                 | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    | -    | -    |

| bity | význam   | nastavení |
|------|--|-----------|
| AOI  | AND/OR kombinace podmínek                          | OR        |
| LIR  | Maskovat přerušení                                 | Zakázáno  |
| XHIE | Přerušení nastane při akceleraci překračující práh | Různé     |
| XLIE | Přerušení nastane při poklesu zrychlení pod práh   | Různé     |

Tabulka 2.4: LIS3 FF\_WU\_CFG

bude generovat při překročení současné hodnoty nebo při snížení hodnoty zrychlení pod mez určenou registry FF\_WU\_THS\_L a FF\_WU\_THS\_H. Pokud tedy např. nastavíme bit XHIE (2.4) do log 1, a všechny ostatní podmínky v registru FF\_WU\_CFG (2.4) budou v log 0, přerušení se vygeneruje, pokud současné zrychlení v ose X překročí hodnotu uloženou v registrech FF\_WU\_THS\_L a FF\_WU\_THS\_H.

Komunikace bude probíhat na sběrnici I2C podle tabulky (2.5):

|        |           |                       |     |                  |     |      |     |          |
|--------|-----------|-----------------------|-----|------------------|-----|------|-----|----------|
| Master | Start bit | slave address + write |     | register address |     | data |     | Stop bit |
| Slave  |           |                       | ACK |                  | ACK |      | ACK |          |

|        |           |      |     |      |     |      |     |          |
|--------|-----------|------|-----|------|-----|------|-----|----------|
| Master | Start bit | 0x3A |     | 0x21 |     | 0xA0 |     | Stop bit |
| Slave  |           |      | ACK |      | ACK |      | ACK |          |

Tabulka 2.5: I2C komunikace - příklad nastavení registru CTRL\_REG1

## 2.3 Obvod kalendáře PCF8583

Jako druhé zařízení na I2C sběrnici je kalendář PCF8583. Tento čip má sloužit k probouzení zařízení (např. 1x za den), aby se zkontrolovalo, zda nepřišla ovládací sms, nebo zda není odpojena autobaterie. Tento obvod bude stále pod napětím, takže velmi důležitým parametrem bude spotřeba, která má být maximálně  $200\mu A$ .

### 2.3.1 Specifikace PCF8583 [9]

- Napájecí napětí 2,5V - 6V
- Odběr v aktivním režimu max.  $200\mu A$ , při  $f_{SCL} = 100kHz$
- Napájecí napětí 2,16 – 3,6V
- Programovatelné přerušení na alarm či časovač
- 240x8b low-voltage RAM
- Rozsah teplot -40 - +85°C
- Zabudovaný oscilátor 32,768kHz

Obvod budeme používat jako časovač. Pro správnou funkci je třeba nastavit registry (2.6) - (2.7):

| Control/status registr |      |     |     |    |    |    |    |
|------------------------|------|-----|-----|----|----|----|----|
| SCF                    | HLCF | FM1 | FM0 | MF | AE | AF | TF |
| 0                      | 0    | 0   | 0   | 0  | 1  | 0  | 0  |

| bity     | význam  | nastavení                |
|----------|---|--------------------------|
| SCF      | Stav zařízení                                   | Čítání půlzů             |
| HLCF     | Čítání / pamatování si načítané hodnoty         | Čítání                   |
| FM1, FM0 | Funkce  | časovač 32,768kHz        |
| MF       | Reprezentace dat (maskování roků a dnů v týdnu) | Přímé čtení dne a měsíce |
| AE       | Povolení kontrolního registru alarmu            | Povoleno                 |
| AF       | Alarm flag                                      |                          |
| TF       | Timer flag                                      |                          |

Tabulka 2.6: PCF8583 CONTROL/STATUS REGISTER

Čítač timeru čítá nahoru až do čísla 99 (číslo je v BCD formátu). Při překročení čísla 99 nastane přerušení. Přerušení zůstane aktivní, dokud se ne vynuluje LSB control/status registru (2.6).

### 2.3.2 Oživování

Obvod je navržen v DIL verzi, proto je vhodné DPS osadit patičí pro obvod. Při oživování si musíme dát pozor, aby na mikrokontroléru bylo zakázáno přerušení (INT1). Pokud je totiž obvod naprogramován v módu hodin a není nastaven alarm (tovární nastavení), na vývodu INT (připojen na mikrokontroléru na pin INT1) bude obdélkový signál s periodou 1Hz. Pokud bychom přerušení nezakázali, program v mikrokontroléru by neustále odskakoval na rutinu přerušení. Pokud je obvod správně zaletován a komunikuje s mikrokontrolérem, můžeme nastavit na adrese 0x00 (kontrol registr) hodnotu 0x04 viz. (2.6).

| Alarm control registr |    |      |      |    |     |     |     |
|-----------------------|----|------|------|----|-----|-----|-----|
| AI                    | TA | CAF1 | CAF0 | TI | TF2 | TF1 | TF0 |
| 0                     | 1  | 0    | 0    | 1  | 0   | 1   | 0   |

| bity          | význam                       | nastavení |
|---------------|------------------------------|-----------|
| AI            | Povolení přerušení od alarmu | Zakázáno  |
| TA            | Povolení alarmu od časovače  | Povoleno  |
| CAF1, CAF0    | Budíček                      | Zakázáno  |
| TI            | Přerušení od timeru          | Povoleno  |
| TF2, TF1, TF0 | Jednotky timeru              | Různé     |

Tabulka 2.7: PCF8583 Alarm control register

## 2.4 Gps modul

GPS modul má sloužit k přijímání současné GPS polohy. K připojení napětí dojde jen v případě krádeže nebo při zapnutém motoru.

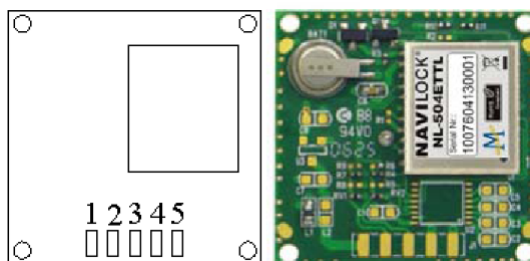
V současné době jsou nejvíce používané dva čipsety - SIRF3 a MTK. Dle údajů i zkušeností není mezi nimi větších rozdílů (viz. např. [8]). Dle [10] by citlivost čipu SIRF3 měla být -159dBm (vztaženo k 1mW), zatímco citlivost MTK -158dBm [11]. Díky použitému standardnímu protokolu NMEA je z hlediska komunikace jedno, který čipset se použije, důležité je zvolit čip s TTL úrovněmi. Pro návrh jsem vybral modul NAVILOCK NL-504ETTL.

### 2.4.1 Specifikace modulu NAVILOCK NL-504ETTL [12]

- Čipset MediaTek MT3318
- Obnovovací frekvence 1s
- Náběhový čas - Hot start 2s
- Náběhový čas - Cold start 36s
- Průměrná přesnost - 3m
- Protokol NMEA 0183 ver. 3.01

- TTL verze RS232 rozhraní
- Záložní baterie
- Velmi malé rozměry 30x30mm
- Napájecí proud typicky 41mA
- Rozsah teplot -30 - +85°C

Modul obsahuje aktivní anténu, externí anténu nelze připojit. Ze zkoušek ale vyplývá, že přijímač nemá problém s přijímáním dat v automobilu. K rychlému náběhu modulu také přispívá, že si poslední platné souřadnice ukládá do paměti. Při zapnutí pak tato data načte. K řídicímu obvodu je připojen přes šroubovací svorky. Komunikační rychlost je 9600 b/s. Rozmístění pinů je podle obrázku (2.6). Modul propojíme s řídicím obvodem podle tabulky (2.8).



Obrázek 2.6: GPS modul a pořadí pinů [12]

| Pin na GPS | Popis | Svorka na řídicím obvodu |
|------------|-------|--------------------------|
| 1          | Vcc   | VDD_MOBIL2               |
| 2          | Rx    | GPS-3                    |
| 3          | Tx    | GPS-2                    |
| 4          | GND   | GPS-1                    |
| 5          | GND   | GPS-1                    |

Tabulka 2.8: Propojení GPS modulu s řídicím obvodem

GPS posílá s periodou 1s několik typů rámců (2.9) dle NMEA. Všechny rámce začínají znaky \$GP. Konkrétní výpis pak vypadá například takto:

\$GPGGA,121114.000,4921.4013,N,01736.8194,E,1,8,1.33,277.7,M,42.8,M,,\*57

\$GPGLL,4921.4013,N,01736.8194,E,121114.000,A,A\*50  
 \$GPGSA,A,3,23,25,02,07,04,13,16,08,,,,,1.58,1.33,0.85\*08  
 \$GPGSV,3,1,12,25,75,104,31,13,69,056,30,07,65,175,32,02,37,275,20\*75  
 \$GPGSV,3,2,12,23,35,077,34,04,34,226,20,08,28,203,19,16,19,046,24\*7C  
 \$GPGSV,3,3,12,44,17,124,,10,16,306,,20,08,134,20,29,02,342,\*7A  
 \$GPRMC,121114.000,A,4921.4013,N,01736.8194,E,0.05,326.29,030509,,,A\*61  
 \$GPVTG,326.29,T,,M,0.05,N,0.09,K,A\*3D

| NMEA rámec | popis   |
|------------|---|
| GGA        | Přesné stanovení 3D polohy                                  |
| GLL        | Zeměpisné souřadnice  |
| GSA        | Počet přijmaných satelitů a přesnost určení polohy (2D, 3D) |
| GSV        | Detailní informace o satelitech                             |
| RMC        | Doporučené minimum (souřadnice, rychlost, čas)              |
| VTG        | Kurz a rychlost vůči zemi                                   |

Tabulka 2.9: Typy rámců poskytovaných GPS modulem

V projektu GPS/GSM autoalarmu se využívají rámce VTG (rychlost), RMC (azimut), GGA(nadmořská výška, zeměpisná šířka, zeměpisná délka). Získání potřebných údajů z výše uvedených rámců je v tabulkách (2.10) - (2.12). Zjištění konkrétního údaje v programu se děje ve 2 krocích. V prvním kroku zjišťujeme typ rámce (např. \$GPGGA) testováním zprávy na úvodní řetězec. Protože délka rámce je proměnná, žádané údaje nelze získat pouze odpočítáním znaků. Víme ale, že jednotlivé údaje jsou odděleny znaky ','. Pokud tedy budeme chtít získat např. 7. údaj v rámci, přečteme znaky mezi 7. a 8. čárkou.

| <b>\$GPVTG,326.29,T,,M,0.05,N,0.09,K,A*3D</b> |  |                 |
|---|--|-----------------|
| <b>Údaj</b>                                   | <b>Význam</b>                                      | <b>jednotka</b> |
| 326,29  | Kurz   | stupně          |
| T   | Výše uvedený kurz vztažen k zeměpisnému pólu       |                 |
| -   | Kurz   |                 |
| M   | Výše uvedený kurz vztažen k magnetickému pólu pólu |                 |
| 0.05  | Rychlost   | Uzly            |
| N   | Jednotka výše uvedené rychlosti jsou uzly          |                 |
| 0.09  | Rychlost   | Km/h            |
| K   | Jednotka výše uvedené rychlosti jsou km/h          |                 |
| A   | Mód - Autonomní                                    |                 |
| *3D   | Kontrolní součet                                   |                 |

Tabulka 2.10: Význam jednotlivých údajů VTG rámce

| <b>\$GPRMC,121114.000,A,4921.4013,N,01736.8194,E,0.05,326.29,030509,,A*61</b> |  |                 |
|---|--|-----------------|
| <b>Údaj</b>   | <b>Význam</b>                                | <b>jednotka</b> |
| 121114.000  | UTC čas (12h11m14,000s)                      | hhmmss.sss      |
| A   | Platnost dat - (A = platná, N = neplatná)    |                 |
| 4921.4013   | Zeměpisná šířka                              | 49°21,4013´     |
| N   | Šířka - (N = severní, S = jižní)             |                 |
| 01736.8194  | Zeměpisná délka                              | 17°36,8194´     |
| E   | Délka - (E = východní, W = západní)          |                 |
| 0.05  | Rychlost                                     | Uzly            |
| 326.29  | Výše uvedený kurz vztažen k zeměpisnému pólu | Stupně          |
| 30509   | Datum (3.5.2009)                             |                 |
| -   | Magnetická deklinace                         | Stupně          |
| -   | Směr deklinace (E = východní, W = západní)   |                 |
| A   | Mód - autonomní                              |                 |
| *61   | Kontrolní součet                             |                 |

Tabulka 2.11: Význam jednotlivých údajů RMC rámce

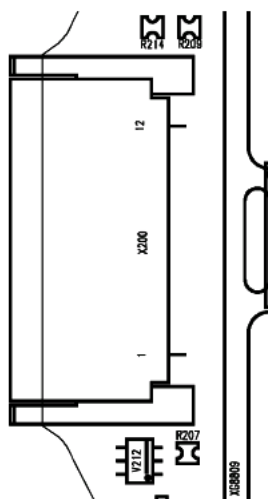
| <b>\$GPGGA,121114.000,4921.4013,N,01736.8194,E,1,8,1.33,277.7,M,42.8,M,,*57</b> |  |                 |
|---|--|-----------------|
| <b>Údaj</b>   | <b>Význam</b>  | <b>jednotka</b> |
| 121114.000  | UTC čas (12h11m14,000s)                              | hhmmss.sss      |
| 4921.4013   | Zeměpisná šířka                                      | 49°21,4013´     |
| N   | Šířka - (N = severní, S = jižní)                     |                 |
| 01736.8194  | Zeměpisná délka                                      | 17°36,8194´     |
| E   | Délka - (E = východní, W = západní)                  |                 |
| 1   | přesnost dat (SPS mode - civilní verze GPS)          |                 |
| 8   | Počet použitých satelitů                             |                 |
| 1.33  | Horizontální přesnost dat (1.33 = výborná)           |                 |
| 277,7   | Nadmořská výška                                      | mm              |
| M   | Jednotky nadmořské výšky jsou metry                  |                 |
| 42.8  | Rozdíl mezi zemským elipsoidem a střední úrovní moře | m               |
| M   | Jednotky výše uvedeného údaje jsou m                 |                 |
| *57   | Kontrolní součet                                     |                 |

Tabulka 2.12: Význam jednotlivých údajů GGA rámce

## 2.5 Gsm modul

Pomocí GSM modulu bude řídicí obvod komunikovat se vzdálenou obsluhou. Komunikace by měla být obousměrná, aby bylo možno nastavovat parametry posílaných údajů a dekódovat příchozí zprávy. Z výše napsaného vyplývají požadavky na GSM modul - musí umět komunikovat přes TTL verzi RS232 pomocí AT příkazů.

Pro navrhované zařízení se velmi dobře hodí starý Siemens řady C/M/S35, který má dost bohatou sadu AT příkazů, má citlivý přijímač, je velmi odolný a v neposlední řadě jej lze sehnat velmi levně. Nevýhodou jsou velké rozměry a menší spolehlivost než průmyslový GSM modul. Číslování pinů je dle obrázku (2.7). Význam jednotlivých pinů MT a jejich propojení s řídicím obvodem je v tabulce (2.13).



Obrázek 2.7: Piny konektoru Siemens C35i [14]

Parametry komunikace jsou:

- rychlost přenosu: 19200
- počet bitů (DATA): 8
- počet STOP bitů: 1
- parita: N

| Pin č. | Funkce                                  | Připojeno na svorku řídicího obvodu |
|--------|---|-------------------------------------|
| 1      | GND                                     | MT-1                                |
| 2      | Vstup pro nastavení nabíjecího režimu   | MT-1                                |
| 3      | Vstup pro nabíjení baterie              | JP6-1                               |
| 4      | Výstup baterie                          | Nepřipojeno                         |
| 5      | Výstup DATA                             | MT-2                                |
| 6      | Vstup DATA                              | MT-3                                |
| 7      | Detekce / nastavení příslušenství(CLK)  | Nepřipojeno                         |
| 8      | Detekce / nastavení příslušenství(DATA) | Nepřipojeno                         |
| 9      | GND pro externí mikrofon                | Nepřipojeno                         |
| 10     | Vstup pro externí mikrofon              | Nepřipojeno                         |
| 11     | Výstup externího reproduktoru           | Nepřipojeno                         |
| 12     | GND pro externí reproduktor             | Nepřipojeno                         |

Tabulka 2.13: Zapojení konektoru Siemensu C35

Provoz mobilního telefonu je uvažován bez akumulátoru. Napájen bude ze stabilizovaného zdroje řídicího obvodu 5V (svorky VDD\_MOBIL-2 - +pól, VDD\_MOBIL-1 - -pól). Ačkoliv napětí akumulátoru MT je 3,6V, povolený rozsah napájecího napětí je 3,2 - 5,5V [14]. Pokud je napětí vyšší či nižší, MT se vypne.

Pokud je mobilní telefon vypnutý, nelze jej zapnout pomocí AT příkazu. Aby se zapnul, je třeba přivést pulz kladného napětí o délce větší než 60ms na pin 3 systémového konektoru (vstup pro nabíjení baterie) [14]. S řídicím obvodem je tento pin propojen přes jumper JP6 resp. PA6.

Sadu AT příkazů u C35 lze rozdělit na 2 části - AT příkazy dle specifikace GSM 07.07 a specifické příkazy Siemens. V našem případě budeme kromě příkazu na vypnutí MT využívat příkazy podle specifikace GSM 07.07. Díky tomu by mělo být možné využít v podstatě jakýkoliv mobilní telefon nebo GSM modul, který umožňuje komunikaci po RS232. Jedná se o následující příkazy:

**AT<CR>**

Testovací příkaz. Pokud je mobil připojen a komunikace funguje, mobilní telefon vrátí "OK".

**ATE0<CR>**

Vypne echo (při posílání příkazů do MT jsou znaky mobilním telefonem posílány zpět).  
Příkaz **ATE1<CR>** echo zapíná. Při úspěchu MT vrátí "OK".

**AT+CVIB = 0<CR>**

Vypíná vibrační vyzvánění. Příkaz **AT+CVIB = 1<CR>** vibrační vyzvánění zapíná. Při úspěchu MT vrátí "OK".

**AT+CALM = 1<CR>**

Vypíná vyzvánění. Příkaz **AT+CALM = 0<CR>** vyzvánění zapíná, příkaz **AT+CALM = 2<CR>** zajistí, že místo vyzvánění MT poze pípne. Při úspěchu MT vrátí "OK".

**AT^SMSO<CR>**

Vypne mobilní telefon. Při úspěchu MT vrátí "OK". Tento příkaz není definován specifikací GSM 07.07.

**AT+CMGD=5<CR>**

Smaže sms z paměti na pozici uvedené za znakem = (v uvedeném příkladě smaže sms uloženou na pozici 5). Při úspěchu MT vrátí "OK".

**AT+CMGR=5<CR>**

Čte sms z paměti na pozici uvedené za znakem = (v uvedeném příkladě smaže sms uloženou na pozici 5). MT vrátí délku zprávy a sms s metainformacema v PDU formátu (bude popsáno dále).

**AT+CMGS=+420607290557<CR>**

Odesílá sms zakódovanou do PDU formátu na dané číslo - string za znakem = (v uvedeném příkladu bude číslo +420607290557). Použití příkazu bude popsáno dále.

**ATD=+420607290557<CR>**

Telefonuje na dané číslo - string za znakem = (v uvedeném příkladu bude číslo +420607290557).  
Při úspěchu MT vrátí "OK".

**ATE+CHUP<CR>**

MT zavěsí probíhající hovor. Při úspěchu MT vrátí "OK".

## 2.5.1 Příjem sms

Protože budeme chtít ovládat přes sms imobilizér+ a posílání gps souřadnic, je třeba přijímat a dekodovat sms. Jako první příkaz vyšleme "ATE0\r", čímž vypneme echo znaků z mobilního telefonu. Při zapnutém echu totiž mobilní telefon opakuje všechny znaky, které obdrží, čímž bychom na straně mikroprocesoru vyvolávali zbytečně přerušení od RS232 a museli bychom zajistit vybírání bufferu, aby nepřetekl. Znak \r je tzv. CR - carriage return, což je ekvivalent enteru v terminálu.

Maximální délka jedné sms je omezena na 140B (což při 8b abecedě odpovídá 140 znakům). Protože je ale na znaky z ASCII tabulky využito jen 7b, je možné MSB u každého znaku vypustit a znak zredukovat na 7b. Pokud tedy využijeme celou kapacitu sms zprávy, budeme moci odeslat maximálně 160 znaků. Na tomto principu je založen algoritmus PDU kódování SMS.

PDU rámec získáme z mobilního telefonu příkazem: "AT+CMGR=1\r", kde číslo 1 je odkaz na sms v paměti a u mobilního telefonu Siemens C35 může nabývat hodnot od 1 do 10.

PDU rámec obsahuje mimo zprávy samotné i další informace, které jsou popsány níže na příkladu:

```
+CMGR: 1,27  
0791246020099990240C9124607092507500009010928124644009F0F79C9D069DE173  
OK
```

kde první číslice v prvním řádku (1) určuje status sms:

- 0 "REC UNREAD": přijatá nepřečtená
- 1 "REC READ": přijatá přečtená
- 2 "STO UNSENT": uložená neposlaná
- 3 "STO SENT": uložená poslaná

Druhá číslice (27) určuje délku zprávy v bytech. Význam znaků z druhé řádky je vysvětlen v tabulce (2.14).

|                      |  |
|----------------------|--|
| 7                    | Udává počet oktetů SMSC informace.   |
| 91                   | Formát čísla sms centra 91 = mezinárodní formát  |
| 24 60 20 09 99 90    | Číslo sms centra – číslo se rozdělí na dvojice a čísla v každé dvojici se prohodí. Výsledné číslo tedy je: +420 620909909  |
| 24                   | První oktet rámce –24 = bude se odesílat potvrzení doručení a nebude se posílat navazující zpráva  |
| 0C                   | Délka čísla příjemce (12)  |
| 91                   | formát čísla odesílatele 91=mezinárodní formát   |
| 24 60 70 92 50 75    | Číslo příjemce – číslo se rozdělí na dvojice a čísla v každé dvojici se prohodí. Výsledné číslo tedy je: +420 607290557  |
| 0                    | Identifikace protokolu   |
| 0                    | Způsob kódování dat  |
| 90 10 92 81 24 64 40 | Čas doručení (po dvojicích přeházené znaky v pořadí rok-měsíc-den -hodina-minuta-sekunda-časová zóna (29.01.2009 18:24:46 GMT+1)<br>Časová zóna je udávána v jednotkách čtvrt hodin. 4 x 15 minut = 1 hodina |
| 9                    | Počet znaků ve zprávě  |
| F0F79C9D069DE173     | Vlastní zpráva   |

Tabulka 2.14: Význam znaků PDU rámce

| Znaky z PDU rámce | Binární podoba |
|-------------------|----------------|
| 0xF0              | 1111 0000      |
| 0xF7              | 1111 0111      |
| 0x9C              | 1001 1100      |
| 0x9D              | 1001 1101      |
| 0x06              | 0000 0110      |
| 0x9D              | 1001 1101      |
| 0xE1              | 1110 0001      |
| 0x73              | 111 0011       |

Tabulka 2.15: Převedení znaků PDU zprávy do binární podoby

Při dekódování zprávu nejprve rozložíme do binární podoby (2.15).

Nyní přetransformujeme byty na 7b znaky tak, že postupně odtrhneme u prvního bytu 1 bit, u 2. znaku 2 bity atd. a tyto bity přilepíme vždy k následujícímu znaku (viz. (2.16)). Nakonec převedeme do hex podoby a podle ASCII tabulky přiřadíme odpovídající znak.

| 7b podoba znaku | Hex podoba | ACII znak |
|-----------------|------------|-----------|
| 111 0000        | 0x70       | p         |
| 110 1111        | 0x6F       | o         |
| 111 0011        | 0x73       | s         |
| 110 1100        | 0x6C       | l         |
| 110 1001        | 0x69       | i         |
| 010 0000        | 0x20       |           |
| 110 0111        | 0x67       | g         |
| 111 0000        | 0x70       | p         |
| 111 0011        | 0x73       | s         |

Tabulka 2.16: Převedení PDU zprávy na smysluplnou sms

## 2.5.2 Odesílání sms

Také při odesílání sms se využívá redukce délky znaků na 7b. Opět se mimo vlastní zakódované zprávy posílají i další informace nutné k doručení sms. Nejprve pošleme příkaz: "AT+CMGS=20\r", kde číslo za znakem = je délka PDU rámce v bytech (bráno bez úvodního bytu, jeden byte se skládá ze 2 znaků PDU rámce). Pokud se příkaz úspěšně odeslal, mobilní telefon odešle znak >, což je výzva pro zadání PDU rámce. Jednotlivé složky PDU rámce jsou uvedeny v tabulce (2.18).

Znaky vlastní zprávy nejprve převedeme do binární podoby. Využíváme jen 7 bitů, nejvyšší bit nepoužíváme. Následně vezmeme nejnižší bit druhého znaku a přesuneme na nejvyšší bit prvního znaku. Následně bitově posuneme bity druhého znaku a dva nejnižší bity 3. znaku přesuneme na dva nejvyšší bity druhého znaku atd. (viz. tabulka (2.17)).

Výsledný rámec pak vypadá:

0001000C91246070925075000008F4F29C0E9AB7E7

| SMS | Hex forma | 8b kódování | 7b kódování | Hex forma |
|-----|-----------|-------------|-------------|-----------|
| t   | 0x74      | 1110100     | 1111 0100   | 0xF4      |
| e   | 0x65      | 110 0101    | 1111 0010   | 0xF2      |
| s   | 0x73      | 111 0011    | 1001 1100   | 0x9C      |
| t   | 0x74      | 111 0100    | 0000 1110   | 0x0E      |
|     | 0x20      | 100 000     | 1001 1010   | 0x9A      |
| s   | 0x73      | 111 0011    | 1011 0111   | 0xB7      |
| m   | 0x6D      | 110 1101    | 1110 0111   | 0xE7      |
| s   | 0x73      | 111 0011    |             |           |

Tabulka 2.17: Kódování sms

|  |                   |
|--|-------------------|
| Počet oktetů SMSC informace (0)  | 00                |
| Odesílání doručky  | 01                |
| Odkaz na zprávu 00 – odkaz si vytvoří mobil sám  | 00                |
| Délka telefonního čísla (12 číslic)  | 0C                |
| formát čísla příjemce 91=mezinárodní formát  | 91                |
| Číslo příjemce – číslo se rozdělí na dvojice a čísla v každé dvojici se prohodí. Číslo je:<br>+420 607290557 | 24 60 70 92 50 75 |
| Délka textu před konverzí  | 08                |
| Vlastní zpráva   | F4F29C0E9AB7E7    |

Tabulka 2.18: Složky rámce odesílané sms

## 2.6 ATmega 162

Jako řídicí obvod byl zvolen mikrokontrolér ATmega 162. Důležité vlastnosti jsou:

- Napájecí napětí 2,2-5,5V
- Sleep režim - spotřeba v režimu power down je  $15\mu\text{A}$
- 2 USART moduly
- Watchdog
- Až 3 externí přerušení
- 16kB paměti programu
- 1kB paměti SRAM
- 512B EEPROM paměti
- Možnost ISP programování
- Až 16MHz
- 35 I/O pinů
- Rozsah teplot  $-40 - +85^{\circ}\text{C}$  (Industrial verze)

Existuje více verzí tohoto obvodu lišících se teplotními rozsahy a rozsahy napájecího napětí (a samozřejmě pouzdem). Pro využití mikrokontroléru jako řídicí jednotky v autě je dobré vybrat industrial verzi, která má větší teplotní rozsah ( $-40 - +80^{\circ}\text{C}$ ) a dále verzi 162V, která umožňuje i při frekvenci 16MHz operovat při vstupním napětí v rozsahu 2,4 - 5,5V. Výstupní proud pinů nastavených jako výstup se pohybuje řádově v desítkách mA, což pro dané účely vyhovuje i bez posilovacích obvodů.

### 2.6.1 Oživení a nastavení

Obvod je v DIL verzi, proto je vhodné do plošného spoje dát patiči. Tím se omezí možnost zničení mikrokontroléru jak statickým napětím, tak vysokou teplotou pájení. Po připojení napětí je u obvodu třeba nastavit configuration & lock bity. Při programování těchto bitů si dáváme obzvláště pozor, protože nesprávným zápisem lze čip znehodnotit. V tomto případě se bere log 0 za programmed a log 1 za unprogrammed. V programu PonyProg by měla tabulka konfiguračních bitů vypadat dle obrázku (2.8).



Obrázek 2.8: Nastavení configuration & lock bitů v programu ponyprog

Nastavením dle obrázku (2.8) jsme čip nastavili na rychlost 8MHz a s použitím externího krystalu. Důležité je, aby nebylo zatržené políčko JTAGEN, jinak se zdá, že obvod pracuje správně, ale na několika pinech se předpokládá připojení JTAG programátoru a tyto piny pak nefungují jako programovatelné vstupy/výstupy.

## 2.7 Přídavný modul

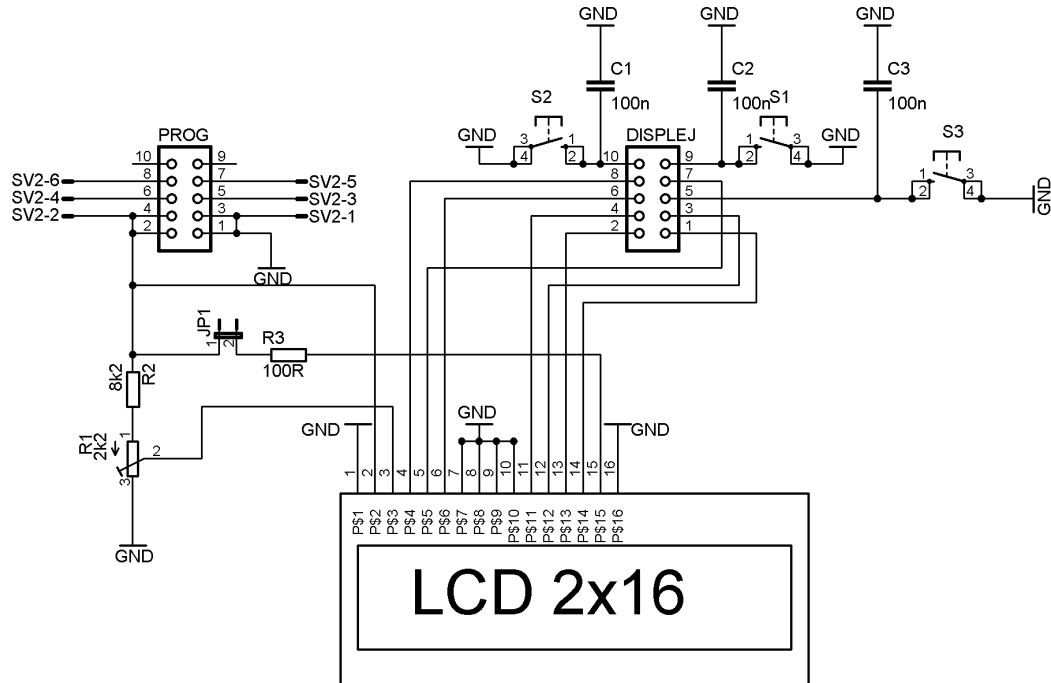
Ke zvýšení uživatelského komfortu byl navržen modul displeje. Autoalarm samotný je schopný pracovat i bez tohoto modulu. S autoalarmem je možné jej spojit ohebným plochým kabelem. Obvod bude napájen 5V stabilizátorem 7805 obvodu autoalarmu (svorka VDD\_MOBIL).

Schéma zapojení je na obrázku (2.9). Osazovací schéma je na obrázku (2.10). Z obrázku je zřejmé, že na modulu kromě displeje samotného jsou tři tlačítka, kterými lze ovládat obvod autoalarmu a také 2 konektory. Jeden konektor slouží k přenosu dat pro displej a pro připojení tlačítek, druhý slouží k připojení jedné napájení a také sem lze vyvést programovací signály pro snadnější upgrade firmware. Dále je na obvodu jumper JP1, kterým se zapíná podsvícení displeje (pokud je osazen). Trimrem R1 lze regulovat jas (LCD) displeje.

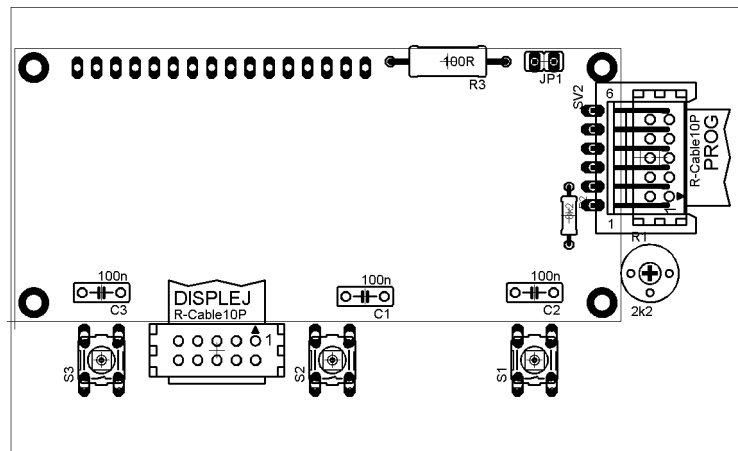
Displej je standartní dvouřádkový se 16 znaky na řádku s řadičem HD44780. Komunikace probíhá po čtyřech datových linkách. Propojení signálů s obvodem autoalarmu je v tabulce (2.19).

## 2.8 Další obvody na plošném spoji řídicího obvodu

K pinu 32 ATmegy162 (PA7) má být připojen tajný spínač (nejlépe magnetický kontakt). Na pinu 34 (AD5) se snímá napětí na autobaterii. Napěťový dělič je nastaven tak, že



Obrázek 2.9: Schéma zapojení modulu displeje



Obrázek 2.10: Osazovací schéma modulu displeje

| Obvod autoalarmu  |                  | Obvod displeje   |               |
|-------------------|------------------|------------------|---------------|
| Pin na ATMEGA 162 | Pin na konektoru | Pin na konektoru | Význam        |
| PC7               | 1                | 1                | displej - DB7 |
| PC6               | 2                | 2                | displej - DB6 |
| PC5               | 3                | 3                | displej - DB5 |
| PC4               | 4                | 4                | displej - DB4 |
| PC3               | 5                | 5                | tlačítko - S3 |
| PC2               | 6                | 6                | displej - E   |
| PC1               | 7                | 7                | displej - RW  |
| PC0               | 8                | 8                | displej - RS  |
| PD6               | 9                | 9                | tlačítko - S1 |
| PD7               | 10               | 10               | tlačítko - S2 |

Tabulka 2.19: Propojení obvodu autoalarmu s obvodem displeje (konektor DISPLEJ)

| Obvod autoalarmu         |                  | Obvod displeje   |            |
|--------------------------|------------------|------------------|------------|
| Pin na obvodu autoalarmu | Pin na konektoru | Pin na konektoru | Pin na SV2 |
| VDD_MOBIL-1              | 1                | 1                | 2          |
| VDD_MOBIL-2              | 2                | 2                | 1          |
| VDD_MOBIL-1              | 3                | 3                | 2          |
| VDD_MOBIL-2              | 4                | 4                | 1          |
| MOSI                     | 5                | 5                | 3          |
| MISO                     | 6                | 6                | 4          |
| SCK                      | 7                | 7                | 5          |
| RST                      | 8                | 8                | 6          |

Tabulka 2.20: Propojení obvodu autoalarmu s obvodem displeje (konektor PROG)

pokud je napětí na autobaterii 12V, na vstupu PA5 jsou asi 3V (2.8). Tento dělič je také trvale připojen k autobaterii a dle rovnice (2.9) by měl brát proud  $110\mu\text{A}$ .

$$U_{PA5} = \frac{U_{bat}R_{13}}{R_{12} + R_{13}} = \frac{12 \cdot 27}{82 + 27} = 2,97V \quad (2.8)$$

$$I_{div} = \frac{U_{bat}}{R_{12} + R_{13}} = \frac{12}{82 + 27} = 110\mu\text{A} \quad (2.9)$$

Kde  $U_{PA5}$  je napětí na vstupním pinu PA5 a  $U_{bat}$  je napětí autobaterie,  $R_{12}$  a  $R_{13}$  jsou odpory děliče (A.1).

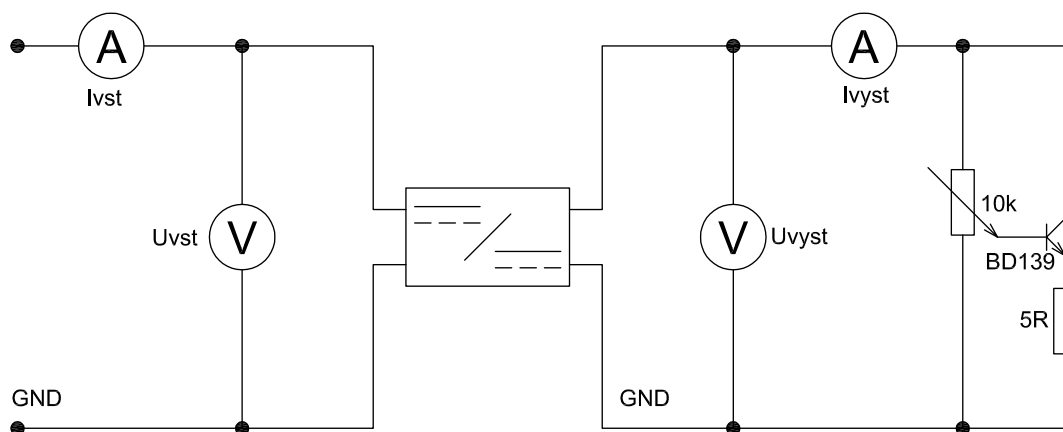
Na pinu 39 (PA0) je připojena indikační dioda, která bude pravděpodobně umístěna místo některé nepoužívané kontrolky v palubní desce, aby indikovala řidiči, že se zapomněl autorizovat (sepnout magnetický kontakt).

Na pinu 15 (PD5) je připojen optočlen, kterým lze ovládat imobilizační relé. Pokud nebudeme chtít použít externí relé na velké proudy, na plošný spoj se osadí malé DIL relé do 1A. Na pinu 14 a (PD4) a 31 (PE1) jsou připojeny vstupní optočleny, kterými je možno sledovat stav spotřebičů v autě. Optočlen připojený k PE1 (svorka DOOR) vyvolává přerušování. Předpokládá se připojení na spínače ode dveří. Druhý vstup (svorka IGN) slouží k připojení zapalování.

### 3 MĚŘENÍ

Aby se ověřila správnost návrhu spínaného zdroje, bylo provedeno základní měření zatěžovací charakteristiky, resp. účinnosti v závislosti na odebíraném výstupním proudu. Vzhledem ke spínací frekvenci spínaného zdroje v řádu desítek kHz a použití levných měřicích přístrojů, které jsou určeny pro měření napětí a proudů do 1kHz, lze toto měření brát pouze jako orientační.

Schéma zapojení měřicí aparatury je na obrázku (3.1), tabulka naměřených hodnot v tabulce (3.1) a průběh účinnosti na obrázku (3.2).



Obrázek 3.1: Schéma zapojení měření účinnosti zdroje

Použité měřicí přístroje:

- Fluke 115 - v.č.:97320520
- Mastech DT890B
- Protek 506 - v.č. 506014114

Multimetrem Fluke bylo měřeno  $U_{vst}$  a  $U_{vyst}$ . Maximální chyby měření jsou:

- Rozsah 60V -  $\delta_F = 0,5\% + RDG_F = 2$ , rozlišení je  $RES_F = 1mV$

Multimetrem Mastech byl měřen  $I_{vyst}$ . Maximální chyby měření jsou:

- Rozsah 2mA -  $\delta_{M1} = 0,8\% + RDG_{M1} = 1$ , rozlišení je  $RES_{M1} = 1\mu A$
- Rozsah 20mA -  $\delta_{M2} = 0,8\% + RDG_{M2} = 1$ , rozlišení je  $RES_{M2} = 10\mu A$
- Rozsah 200mA -  $\delta_{M3} = 1,2\% + RDG_{M3} = 1$ , rozlišení je  $RES_{M3} = 100\mu A$

Multimetrem Protek byl měřen  $I_{vst}$ . Maximální chyby měření jsou:

- Rozsah  $400\mu A$  -  $\delta_{P1} = 1,0\% + RDG_{P1} = 2$ , rozlišení je  $RES_{P1} = 0,1\mu A$
- Rozsah  $400mA$  -  $\delta_{P2} = 1,0\% + RDG_{P2} = 2$ , rozlišení je  $RES_{P2} = 0,1mA$
- Rozsah  $40V$  -  $\delta_{P3} = 0,5\% + RDG_{P3} = 2$ , rozlišení je  $RES_{P2} = 0,01V$

Příklad výpočtu pro druhý řádek:

$$\delta U_{vst} = \frac{U_{vst} \cdot \delta_F + RDG_F \cdot RES_F}{U_{vst}} 100\% = \frac{12,08 \cdot 0,005 + 2 \cdot 0,001}{12,08} 100\% = 0,52\%$$

$$\delta I_{vst} = \frac{I_{vst} \cdot \delta_{P2} + RDG_{P2} \cdot RES_{P2}}{I_{vst}} 100\% = \frac{0,083 \cdot 0,01 + 2 \cdot 0,0001}{0,083} 100\% = 1,24\%$$

$$\delta U_{vyst} = \frac{U_{vyst} \cdot \delta_F + RDG_F \cdot RES_F}{U_{vyst}} 100\% = \frac{3,314 \cdot 0,005 + 2 \cdot 0,001}{3,314} 100\% = 0,56\%$$

$$\delta I_{vyst} = \frac{I_{vyst} \cdot \delta_{P2} + RDG_{P2} \cdot RES_{P2}}{I_{vyst}} 100\% = \frac{0,156 \cdot 0,008 + 1 \cdot 0,001}{0,156} 100\% = 1,44\%$$

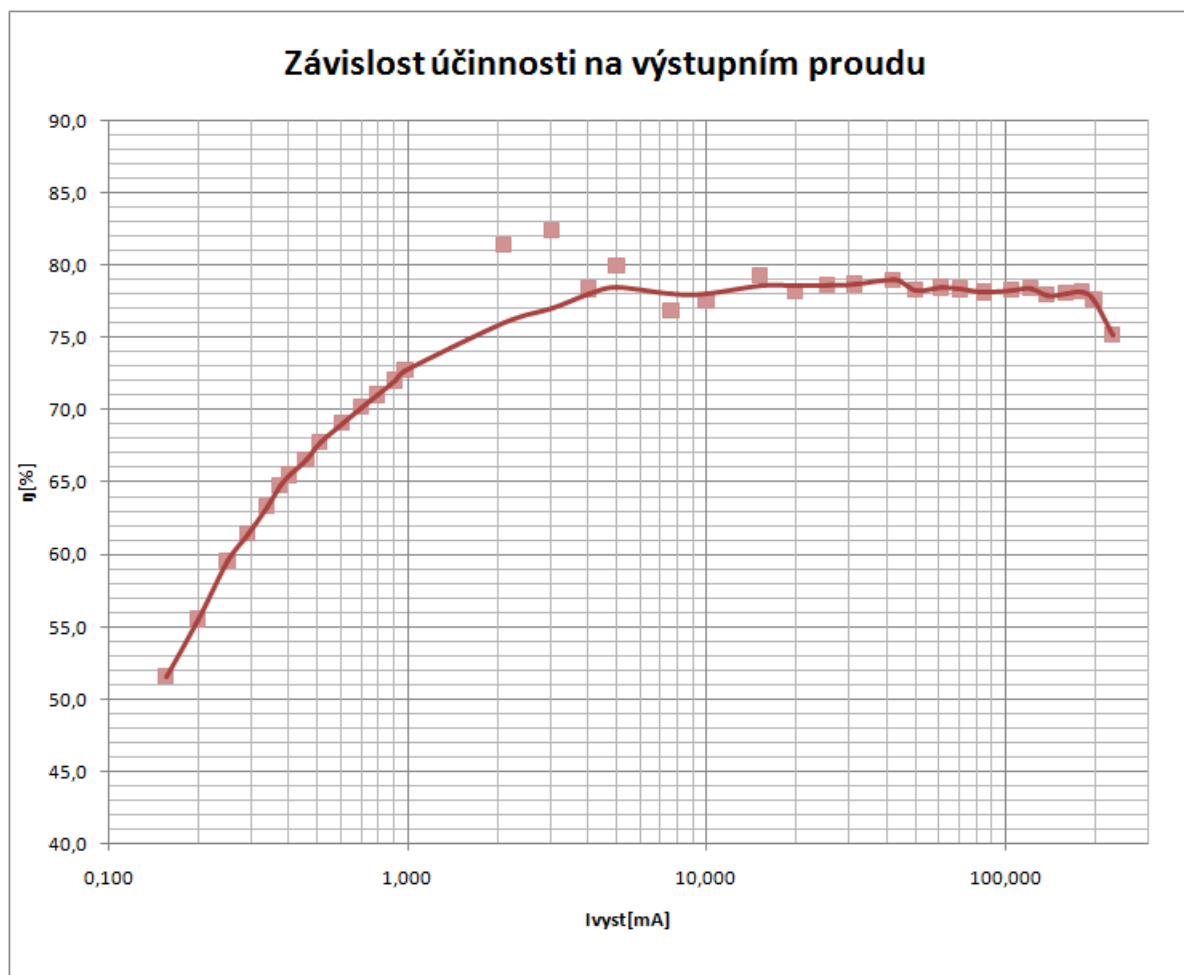
$$\eta = \frac{U_{vyst} I_{vyst}}{U_{vst} I_{vst}} = 3,314 \cdot 0,156 / 12,08 \cdot 0,083 \cdot 100\% = 51,6\%$$

$$\delta \eta = \delta U_{vst} \cdot \delta I_{vst} \cdot \delta U_{vyst} \cdot \delta I_{vyst} = 0,52 \cdot 1,24 \cdot 0,56 \cdot 1,44 = 0,52\%$$

Z (3.2) vyplývá, že od řádově jednotek mA má zdroj účinnost nad 70%. V oblastech kde  $I_{vyst}$  je 2-5mA jsou velké chyby měření, což jde vidět i v grafu (3.2).

| $U_{vst}$<br>[V] | $\delta U_{vst}$<br>[%] | $I_{vst}$<br>[mA] | $\delta I_{vst}$<br>[%] | $U_{vyst}$<br>[V] | $\delta U_{vyst}$<br>[%] | $I_{vyst}$<br>[mA] | $\delta I_{vyst}$<br>[%] | $\eta$<br>[%] | $\delta \eta$<br>[%] |
|------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|---------------|----------------------|
| 12,15            | 0,52                    | 0,029             | 1,70                    | 3,314             | 0,56                     | 0,000              | 0,00                     | 0,0           | -                    |
| 12,08            | 0,52                    | 0,083             | 1,24                    | 3,314             | 0,56                     | 0,156              | 1,44                     | 51,6          | 0,52                 |
| 12,06            | 0,52                    | 0,099             | 1,20                    | 3,314             | 0,56                     | 0,200              | 1,30                     | 55,5          | 0,45                 |
| 12,04            | 0,52                    | 0,116             | 1,17                    | 3,314             | 0,56                     | 0,251              | 1,20                     | 59,6          | 0,41                 |
| 12,01            | 0,52                    | 0,132             | 1,15                    | 3,314             | 0,56                     | 0,294              | 1,14                     | 61,5          | 0,38                 |
| 11,99            | 0,52                    | 0,148             | 1,14                    | 3,314             | 0,56                     | 0,339              | 1,09                     | 63,3          | 0,36                 |
| 12,03            | 0,52                    | 0,160             | 1,13                    | 3,314             | 0,56                     | 0,376              | 1,07                     | 64,7          | 0,35                 |
| 12,02            | 0,52                    | 0,171             | 1,12                    | 3,314             | 0,56                     | 0,406              | 1,05                     | 65,5          | 0,34                 |
| 12,00            | 0,52                    | 0,191             | 1,10                    | 3,314             | 0,56                     | 0,460              | 1,02                     | 66,5          | 0,33                 |
| 11,98            | 0,52                    | 0,209             | 1,10                    | 3,314             | 0,56                     | 0,512              | 1,00                     | 67,8          | 0,32                 |
| 11,95            | 0,52                    | 0,244             | 1,08                    | 3,314             | 0,56                     | 0,608              | 0,96                     | 69,1          | 0,30                 |
| 12,34            | 0,52                    | 0,269             | 1,07                    | 3,314             | 0,56                     | 0,703              | 0,94                     | 70,2          | 0,29                 |
| 12,31            | 0,52                    | 0,303             | 1,07                    | 3,314             | 0,56                     | 0,800              | 0,93                     | 71,0          | 0,29                 |
| 12,27            | 0,52                    | 0,343             | 1,06                    | 3,314             | 0,56                     | 0,914              | 0,91                     | 72,0          | 0,28                 |
| 12,24            | 0,52                    | 0,368             | 1,05                    | 3,314             | 0,56                     | 0,988              | 0,90                     | 72,7          | 0,27                 |
| 12,28            | 0,52                    | 0,7               | 29,57                   | 3,314             | 0,56                     | 2,11               | 1,27                     | 81,3          | 10,90                |
| 12,27            | 0,52                    | 1,0               | 21,00                   | 3,314             | 0,56                     | 3,05               | 1,13                     | 82,4          | 6,85                 |
| 12,27            | 0,52                    | 1,4               | 15,29                   | 3,314             | 0,56                     | 4,06               | 1,05                     | 78,3          | 4,63                 |
| 12,27            | 0,52                    | 1,7               | 12,76                   | 3,314             | 0,56                     | 5,03               | 1,00                     | 79,9          | 3,69                 |
| 12,27            | 0,52                    | 2,7               | 8,41                    | 3,314             | 0,56                     | 7,68               | 0,93                     | 76,8          | 2,26                 |
| 12,27            | 0,52                    | 3,5               | 6,71                    | 3,314             | 0,56                     | 10,04              | 0,90                     | 77,5          | 1,75                 |
| 12,27            | 0,52                    | 5,2               | 4,85                    | 3,315             | 0,56                     | 15,25              | 0,87                     | 79,2          | 1,21                 |
| 12,27            | 0,52                    | 6,9               | 3,90                    | 3,314             | 0,56                     | 19,97              | 0,85                     | 78,2          | 0,96                 |
| 12,27            | 0,52                    | 8,8               | 3,27                    | 3,315             | 0,56                     | 25,6               | 1,59                     | 78,6          | 1,51                 |
| 12,26            | 0,52                    | 10,8              | 2,85                    | 3,316             | 0,56                     | 31,4               | 1,52                     | 78,6          | 1,25                 |
| 12,26            | 0,52                    | 14,5              | 2,38                    | 3,317             | 0,56                     | 42,3               | 1,44                     | 78,9          | 0,99                 |
| 12,26            | 0,52                    | 17,4              | 2,15                    | 3,318             | 0,56                     | 50,3               | 1,40                     | 78,2          | 0,87                 |
| 12,26            | 0,52                    | 21,2              | 1,94                    | 3,320             | 0,56                     | 61,4               | 1,36                     | 78,4          | 0,77                 |
| 12,25            | 0,52                    | 24,5              | 1,82                    | 3,320             | 0,56                     | 70,8               | 1,34                     | 78,3          | 0,70                 |
| 12,25            | 0,52                    | 29,6              | 1,68                    | 3,320             | 0,56                     | 85,3               | 1,32                     | 78,1          | 0,64                 |
| 12,24            | 0,52                    | 36,7              | 1,54                    | 3,322             | 0,56                     | 105,8              | 1,29                     | 78,2          | 0,58                 |
| 12,24            | 0,52                    | 42,3              | 1,47                    | 3,322             | 0,56                     | 122,2              | 1,28                     | 78,4          | 0,55                 |
| 12,13            | 0,52                    | 48,8              | 1,41                    | 3,322             | 0,56                     | 138,8              | 1,27                     | 77,9          | 0,52                 |
| 12,12            | 0,52                    | 56,3              | 1,36                    | 3,323             | 0,56                     | 160,3              | 1,26                     | 78,1          | 0,50                 |
| 12,12            | 0,52                    | 63,5              | 1,31                    | 3,322             | 0,56                     | 181,0              | 1,26                     | 78,1          | 0,48                 |
| 12,12            | 0,52                    | 70,3              | 1,28                    | 3,323             | 0,56                     | 199,0              | 1,25                     | 77,6          | 0,46                 |
| 12,00            | 0,52                    | 84,8              | 1,24                    | 3,324             | 0,56                     | 230,0              | 1,24                     | 75,1          | 0,44                 |

Tabulka 3.1: Naměřené hodnoty dle schématu (3.1)



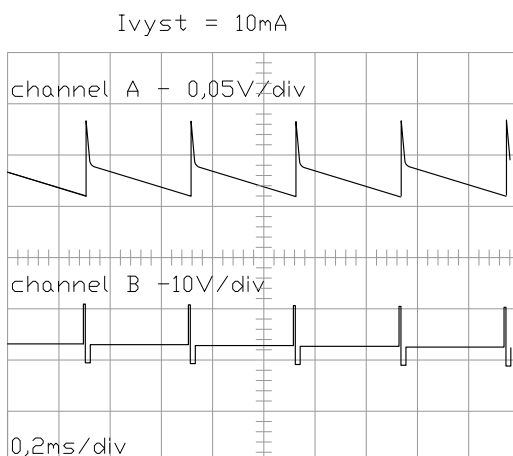
Obrázek 3.2: Závislost účinnosti spínaného zdroje na výstupním proudu

| <b>I [uA]</b> | <b>δI [%]</b> | <b>Uvst[V]</b> | <b>δI [%]</b> |
|---------------|---------------|----------------|---------------|
| 411           | 1,04          | 12,02          | 0,67          |
| 409           | 1,04          | 12,44          | 0,66          |
| 409           | 1,04          | 12,44          | 0,66          |
| 404           | 1,05          | 12,30          | 0,66          |
| 454           | 1,02          | 11,86          | 0,67          |

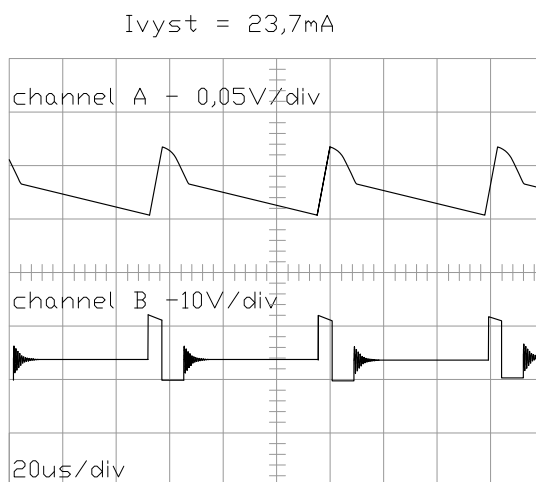
Tabulka 3.2: Odběr obvodu ve sleep režimu

V tabulce (3.2) je odběr obvodu autoalarmu ve sleep režimu. V tomto režimu je napájeno pouze čidlo zrychlení, obvod kalendáře a mikrokontrolér, který je ale ve sleep režimu. Vstupní proud byl měřen multimetrem Mastech, vstupní napětí bylo měřeno multimetrem Protek. Z tabulky vyplývá, že vstupní proud v tomto režimu je pod 1mA.

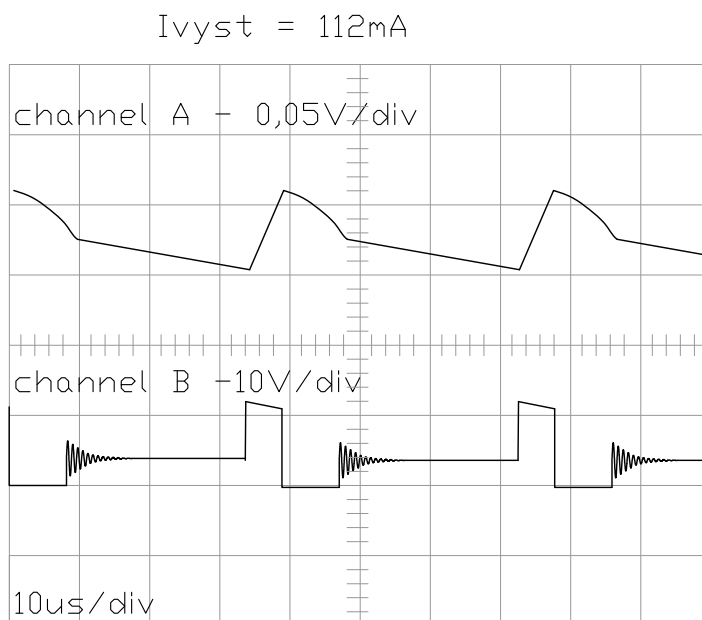
Na obrázcích (3.3) - (3.5) jsou vidět průběhy výstupního napětí spínaného zdroje (kanál A) - napětí měřené na kondenzátoru  $C_{OUT}$  z obrázku (2.4) - a napětí na diodě  $D1$  stejného obrázku. Je vidět, že dle zátěže se mění doba, kdy zdrojem napětí je výstupní kondenzátor. Doba nabíjení a vybíjení je pro danou hodnotu cívky stejná. Frekvence spínacího napětí při odebíraném proudu 10mA je asi 2,5kHz, při proudu 200mA je asi 45kHz. Z obrázků je také patrné, že zvlnění je menší než bylo spočítáno v (2.6).



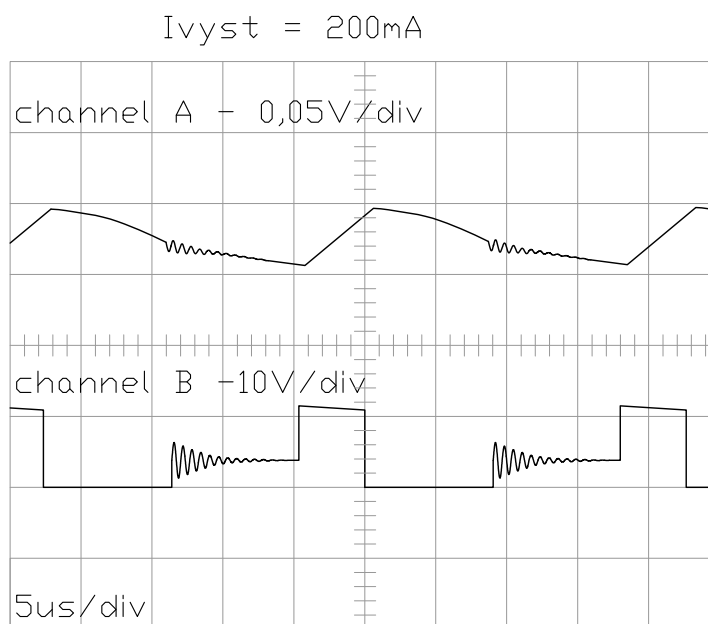
Obrázek 3.3: Zvlnění výstupního napětí při  $I_{vyst} = 10mA$



Obrázek 3.4: Zvlnění výstupního napětí při  $I_{vyst} = 23mA$



Obrázek 3.5: Zvlnění výstupního napětí při  $I_{vyst} = 100mA$



Obrázek 3.6: Zvlnění výstupního napětí při  $I_{vyst} = 200mA$

## 4 POPIS FUNKCE

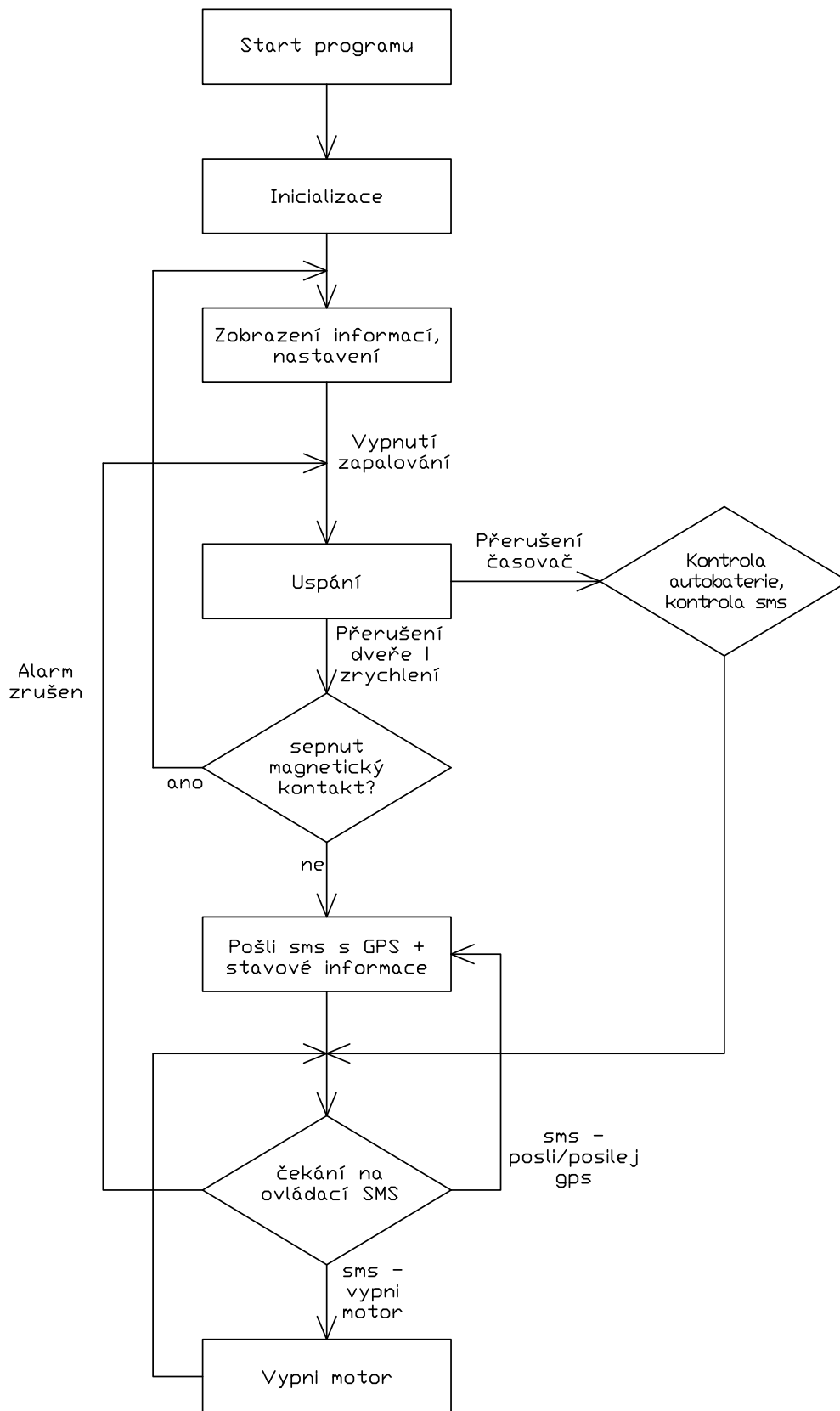
Program byl vytvořen pomocí open source překladače WinAVR. Vývojový diagram programové smyčky je uveden na obr. (4.1). Po připojení napájení nebo po resetu se provede inicializace, kde se nastaví registry mikrokontroléru, zkontrolují se připojená periferní zařízení, z EEPROM se načtou uložené hodnoty (telefonní číslo, hodnoty meze zrychlení, timeru atd.) a zapne se watchdog. Do paměti se také ukládá, ve které části programu se obvod právě nachází. Pokud dojde k neočekávanému restartu zařízení, program bude pokračovat z místa, kde došlo k restartu. Po inicializaci přejde program do zobrazovacího režimu, ve kterém setrvává, dokud je pod napětím zapalování. Pokud se zapalování vypne, čeká se ještě určitou dobu (v případě chcípnutí motoru či podobné situace se není třeba autorizovat). Po uplynutí doby nebo po otevření dveří se čeká na zavření dveří. Po zavření dveří se nastaví timer a mez, kdy se vyvolá přerušení od zrychlení. Protože auto můžeme nechat stát například v prudkém kopci, je nutné vždy uložit současnou hodnotu zrychlení a pro generování přerušení určovat mez od této hodnoty. V opačném případě by nebylo možné dosáhnout dostatečné citlivosti čidla zrychlení a nešlo by jej tedy využít ve formě čidla náklonu resp. otřesů. Po provedení výše popsaného se obvod uspí. Pod napětím je jen čidlo zrychlení, obvod kalendáře a mikrokontrolér v režimu sleep. Čeká se na přerušení.

Přerušení může přijít ze 3 zdrojů.

- Přerušení od dveří
- Přerušení od čidla zrychlení
- Přerušení od timeru

Pokud přijde přerušení od timeru, zkontroluje se, zda nepřišla ovládací sms a obvod se uspí.

Pokud přijde přerušení od čidla zrychlení nebo ode dveří, rozsvítí se indikační dioda (zabudovaná v palubní desce) a čeká se na přiložení magnetu k tajně umístěnému magnetickému spínači. Pokud je do určitého časového limitu magnet přiložen, obvod přejde do režimu zobrazení informací/nastavení. Pokud časový limit vyprší bez přiložení magnetu, přijmou se GPS souřadnice. Snažíme se přijmout validní GPS souřadnice, pokud ale ani po asi 50 sekundách souřadnice nejsou validní, získají se alespoň souřadnice uložené v paměti GPS modulu.



Obrázek 4.1: Vývojový diagram programu

Po získání GPS souřadnic se kontroluje komunikace s mobilním telefonem. Pokud mobilní telefon nekomunikuje, zkusí se znovu zapnout a opět se vyzkouší komunikace. I když se ani po 40 pokusech nepodaří potvrdit, že komunikace mezi telefonem a mikrokontrolérem je v pořádku, prozvoní se číslo uložené do paměti a následně se odešle sms s GPS polohou a dalšími informacemi. Sms může vypadat například:

**4916.9987,N,01659.7524,E zrychlení BAT OK ZAP VYP GPS neplatne**

kde první informace je zeměpisná šířka, následuje zeměpisná délka. Poté je uveden zdroj přerušení. Možnosti jsou :

- "zrychlení"- přerušení vzniklo od čidla zrychlení
- "dvere"- přerušení vzniklo otevřením dveří

Rozlišení je užitečné, protože zatímco od čidla zrychlení, zvláště pokud je nastavena vysoká citlivost, je možnost falešného autoalarmu pravděpodobná, v případě alarmu vyvolaného od otevření dveří je možnost falešného poplachu dosti nepravděpodobná. Dále je uveden stav autobaterie. Možnosti jsou:

- "BAT OK"- autobaterie je připojena
- "BAT KO"- autobaterie je odpojena

Předposlední informace se týká stavu zapalování, možnosti jsou:

- "ZAP ZAP"- zapalování je zapnuté
- "ZAP VYP"- zapalování je vypnuté

Poslední informace nám říká, zda jsou GPS souřadnice platné či neplatné. Možnosti jsou:

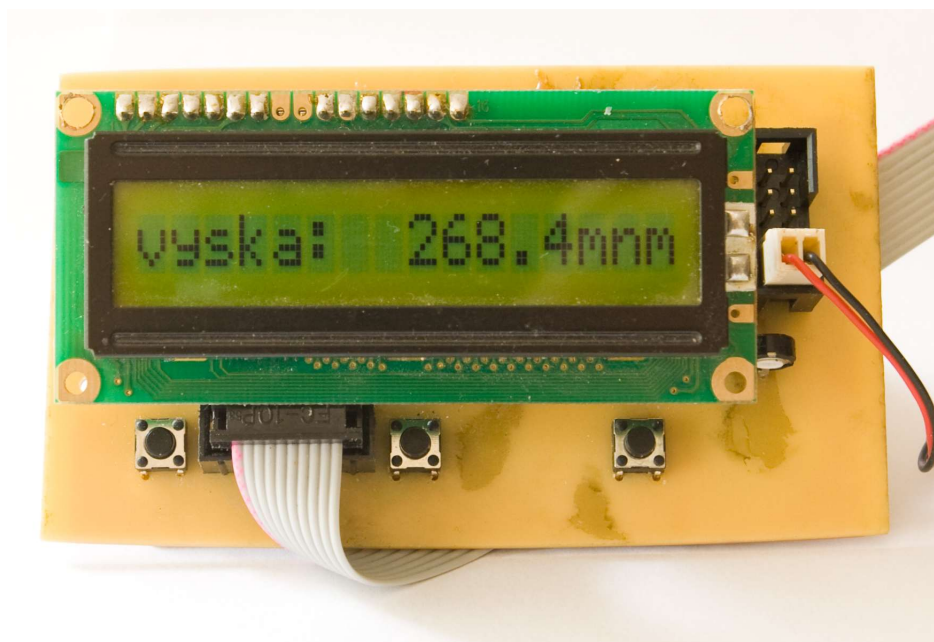
- "GPS platne"- GPS souřadnice jsou platné
- "GPS neplatne"- GPS souřadnice jsou neplatné

Po odeslání sms se testuje, zda je zapalování pod napětím. Pokud ne, obvod se uspí na dobu uloženou pod položkou "timer", po uplynutí této doby nastane přerušení od timeru a obvod přejde do stavu "čekání na ovládací sms". Pokud je zapalování zapnuté, obvod se neuspává a do režimu "čekání na ovládací sms" se přejde rovnou.

## 4.1 Zobrazení informací, nastavení

V tomto režimu se obvod nalézá, je-li zapalování pod napětím a uživatel se autorizoval. Pokud je připojený modul displeje (4.2), na displeji se zobrazují informace z GPS a lze provést nastavení autoalarmu. K nastavování slouží tři kontextová tlačítka pod displejem - levé, střední a pravé.

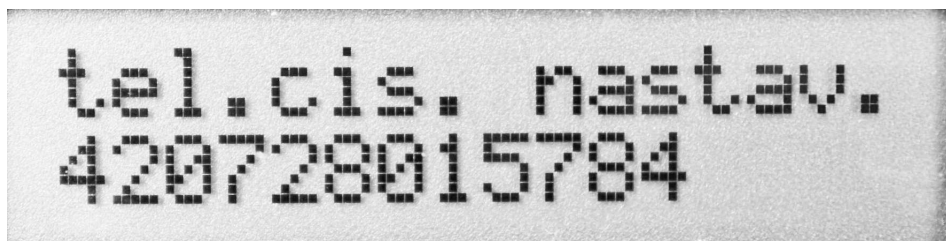
Vývojový diagram je na obrázku (4.4). Začíná se na zobrazení rychlosti. Pravým tlačítkem se posouváme ve vývojovém diagramu směrem dolů, levým směrem nahoru. Až na položku "nastavení" nemá střední tlačítko žádnou funkci. U položky nastavení funguje prostřední tlačítko jako enter. Po zmáčknutí přejdeme do smyčky vpravo ((4.4)). Zde se opět pravým resp. levým tlačítkem posouváme v menu dolů resp. nahoru, prostřední tlačítko slouží jako enter.



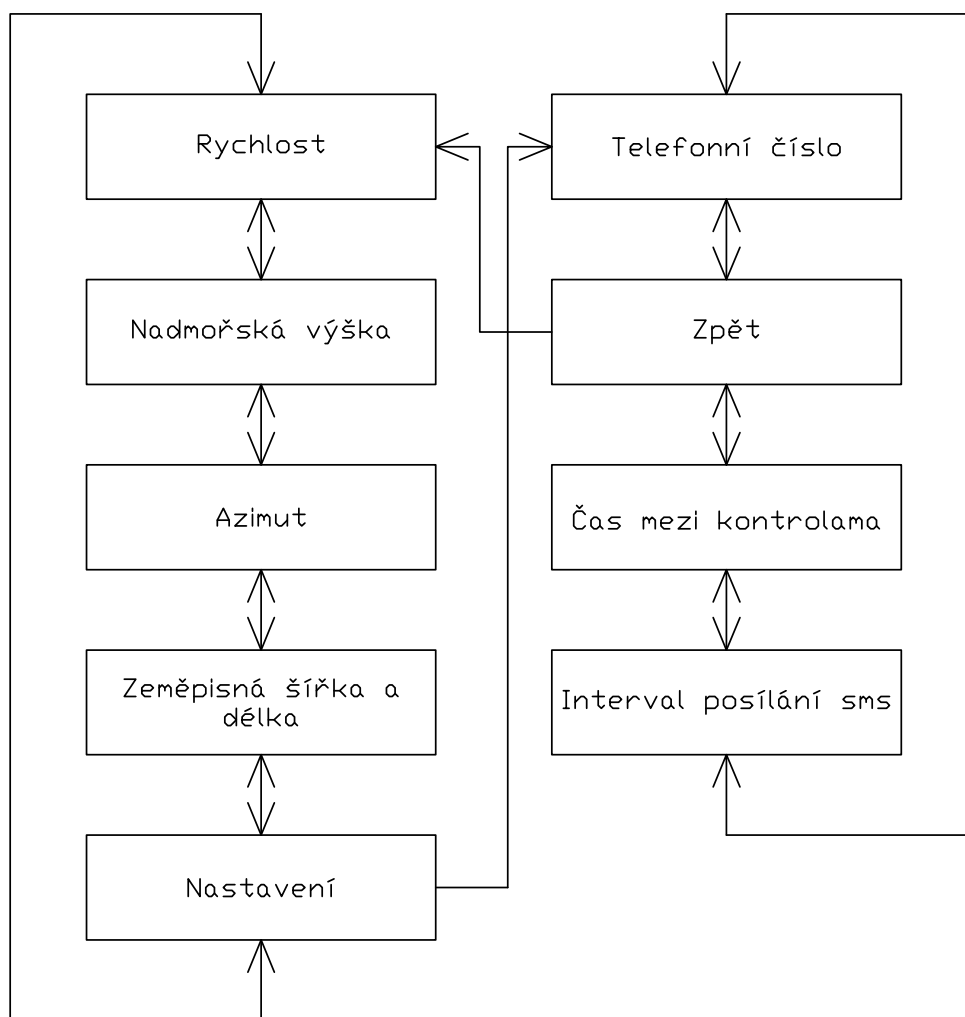
Obrázek 4.2: Modul displeje

### 4.1.1 Nastavení tel. čísla

Pokud jsme vstoupili do nastavení telefonního čísla, objeví se na displeji "tel. cis. nastav.". Na spodním řádku vidíme aktuální nastavené číslo. Nastavení tel. čísla probíhá po jednotlivých číslicích. Ihned po vstupu do nastavení je aktivní první číslice. Její hodnotu měníme pravým resp. levým tlačítkem nahoru resp. dolů. Číslice mohou nabývat hodnot od 0 do 9. Na další číslici se přepneme prostředním tlačítkem. Po nastavení poslední číslice a stisknutí prostředního tlačítka obvod přejde do stavu zobrazování rychlosti.



Obrázek 4.3: Nastavení telefonního čísla



Obrázek 4.4: Vývojový diagram režimu zobrazení

### 4.1.2 Nastavení času mezi kontrolama

Po vstupu do nastavení je na horním řádku "cas mezi kontrol". Na druhém řádku je aktuálně nastavená hodnota. Tato hodnota má souvislost s timerem. Pokud je obvod uspaný, probouzí se v intervalech určených právě touto hodnotou a kontroluje se, zda nepřišla ovládací sms. Možné hodnoty leží v intervalu mezi 1-255 hodinama. Střední tlačítko opět slouží jako potvrzovací, krajními tlačítka se mění hodnota samotná.

### 4.1.3 Nastavení timeru

Po vstupu do nastavení je na horním řádku "timer nastaveni:". Na druhém řádku je aktuálně nastavená hodnota. Tato hodnota určuje, jaký bude interval zasílání sms v režimu, kdy se mají pravidelně odesílat sms s aktuální polohou. Dále se tento interval používá jako délka spánku po přerušení vzniklém od dveří nebo od čidla zrychlení. Možné hodnoty jsou 1-221 minut. Střední tlačítko slouží jako potvrzovací, krajními tlačítka se mění hodnota samotná.

### 4.1.4 Nastavení citlivosti zrychlení

Po vstupu do nastavení je na horním řádku "zrych. nastaveni". Na druhém řádku je aktuálně nastavená hodnota. Tato hodnota určuje, o kolik se musí změnit zrychlení oproti hodnotě zrychlení před uložením obvodu do sleep režimu, aby došlo k přerušení. Čím nižší hodnota bude, tím větší bude citlivost čidla. rozsah hodnot je od 150 do 2000. Střední tlačítko slouží jako potvrzovací, krajními tlačítka se mění hodnota samotná.

## 4.2 Čekání na sms

V tomto režimu se kontroluje, zda nepřišla ovládací sms. Nutnou podmínkou pro zpracování sms je, aby se číslo příchozí sms shodovalo s telefonním číslem uloženým v paměti. Pokud se číslo neshoduje, nebo zpráva se neshoduje s žádnou ovládací sms, zpráva se smaže. Ovládací sms mohou být:

- "posli gps"- obvod 1x pošle gps souřadnice
- "posilej gps"- obvod posílá sms s gps polohou v intervalech uložených pod položkou "timer"
- "vypni zap"- obvod sepne relé, čímž se rozezne přepínací relé a odpojí imobilizační okruh

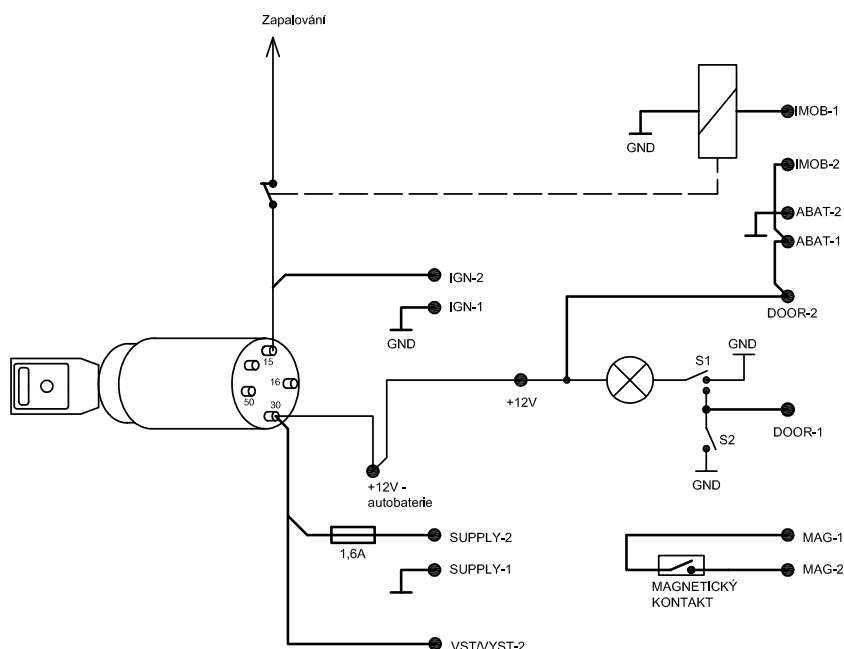
- "zrus alarm"- zruší se alarm, přestanou se posílat sms s gps souřadnicemi, sepne se imobilizační okruh a pokud je vyplé zapalování, obvod se uspí.

Při odesílání sms musíme dbát na správnost - záleží i na velikosti písmen.

Pokud je obvod v režim "posilej gps"nebo "vypni zap", obvod zůstává stále zapnutý. Při resetu si obvod pamatuje, že se nalézal v těchto stavech a automaticky do nich opět přejde.

## 5 INSTALACE DO AUTOMOBILU

Na obrázku (5.1) je naznačeno, jak autoalarm správně zapojit do elektroinstalace auta. Protože se ale značení svorek a i zapojení v různých typech aut liší, je třeba postupovat u každého případu individuálně. Uvedené označení svorek na obr. (5.1) se vztahuje ke Škodě Favorit. Ve schématu jsou tlustě vyznačeny prvky (vodiče, relé), které budeme do automobilu přidávat, tence jsou schématicky nakresleny prvky, které by měly objasnit zapojení. Označení svorek odpovídá označení ve schématu (A.1) resp. osazovacím schématu (A.2).



Obrázek 5.1: Schéma připojení autoalarmu do automobilu

Ze spínací skříňky potřebujeme napájení pro obvod autoalarmu (u Favoritu svorka 30). Je dobré autoalarm jistit pojistkou - 1,6A by měla být dostatečná. Ze stejného místa lze vzít i přívod pro zjišťování připojení autobaterie (svorka VST/VYST-2).

Dále potřebujeme signál od zapalování (u Favoritu svorka 15 na zapalovací skřínce). Na této svorce je napětí, pokud je klíč v pozici I, nebo II. Napětí z této svorky se používá pro zapalovací cívku a je zde možno dát rozpínací kontakt od imobilizačního relé (autorelé).

Signál ode dveří je možné vzít z lampičky, kde bývá obvykle přivedeno napětí +12V, a přes spínač ve dveřích (nebo v lampičce samotné) se připojuje kostra.

Ke svorkám MAG-1, MAG-2 připojíme magnetický kontakt. Ten dále vlepíme někam blízko spínací skříňce. S magnetickým spínačem souvisí dioda, kterou můžeme dát místo některé nevyužité kontrolky palubní desky.

Při instalaci je vhodné umístit GPS modul a mobilní telefon co nejbližší čelnímu sklu, aby byl příjem co nejlepší. Jinak by všechny části zařízení měly být skryty tak, aby je případný zloděj neobjevil.

## 6 CENOVÁ ROZVAHA

V tabulce (6.1) jsou uvedeny předpokládané ceny za součástky. U součástek běžně dostupných v ČR jsou uvedeny přibližné maloobchodní ceny platné v době nákupu. Pod položkou *ostatní* je zahrnuta cena drobného elektroinstalačního materiálu, cena vodičů, chemikálií na leptání apod. U mobilního telefonu je uvedena bazarová cena. V tabulce (6.2) je uvedena cena součástek modulu displeje.

| Součástka              | Cena/ks | Ks | Celkem      |
|------------------------|---------|----|-------------|
| GPS modul              | 961     | 1  | 961         |
| MT siemens C35         | 300     | 1  | 300         |
| Akcelerometr           | 195     | 1  | 195         |
| Kalendář PCF 8583      | 58      | 1  | 58          |
| ATMega162-16PI         | 110     | 1  | 110         |
| Stabilizátor 7805      | 6       | 1  | 6           |
| MOSFET IRF7240         | 27      | 2  | 54          |
| MAX1837                | 36      | 1  | 36          |
| Optočlen PC817         | 3,5     | 3  | 10,5        |
| Cívka 47uH             | 7,5     | 1  | 7,5         |
| Tranzistor BC547       | 1       | 1  | 1           |
| Dioda                  | 5       | 2  | 10          |
| LED                    | 3       | 1  | 3           |
| Tantalové kondenzátory | 9,9     | 5  | 49,5        |
| Keramické kondenzátory | 1,5     | 8  | 12          |
| Rezistory              | 1       | 15 | 15          |
| Lámací lišta           | 4       | 2  | 8           |
| MLW konektor           | 5       | 1  | 5           |
| Svorkovnice            | 3,5     | 12 | 42          |
| Krystal                | 10      | 2  | 20          |
| Magnetický kontakt     | 40      | 1  | 40          |
| Tlačítko               | 3       | 1  | 3           |
| Fotokuprexit           | 72      | 1  | 72          |
| Relé DIL               | 30      | 1  | 30          |
| Autorelé               | 35      | 1  | 35          |
| Ostatní                | 200     | 1  | 200         |
| <b>Celkem</b>          |         |    | <b>2284</b> |

Tabulka 6.1: Cena součástek obvodu autoalarmu

Z tabulky (6.1) vyplývá, že autoalarm lze vyrobit do 2500Kč. Do ceny se ale nezapočítává cena práce. Cena modulu displeje je asi 340Kč. Opět není započítána cena práce. Dále je ještě třeba připočítat výdaje na sim kartu resp. tarif. Pro tento účel je asi nejvýhodnější tarif Vodafone odepis. Parametry tarifu jsou:

| <b>Součástka</b>            | <b>Cena/ks</b> | <b>Ks</b> | <b>Celkem</b> |
|-----------------------------|----------------|-----------|---------------|
| Displej LCD 2*16 znaků      | 265            | 1         | 265           |
| Lámací lišta                | 4              | 1         | 4             |
| MLW konektor                | 5              | 2         | 10            |
| Rezistory                   | 1              | 2         | 2             |
| Keramické kondenzátory      | 1,5            | 3         | 4,5           |
| Tlačítko                    | 3              | 3         | 9             |
| Trimr                       | 6              | 1         | 6             |
| Konektor pro páskové kabely | 7              | 1         | 7             |
| Fotokuprexit                | 35             | 1         | 35            |
| <b>Celkem</b>               |                |           | <b>343</b>    |

Tabulka 6.2: Cena součástí modulu displeje

- Měsíční paušál - 11,90 Kč
- Cena sms do vlastní sítě - 0,42 Kč
- Cena do cizí sítě 1,79 Kč

Druhou možností je provozovat předplacenou kartu, kde jedinou podmínkou u všech operátorů je dobít kartu každý rok minimálně o 200Kč.

## 7 ZÁVĚR

V rámci diplomové práce bylo navrženo, zkonstruováno a vyzkoušeno GPS/GSM zabezpečovací zařízení do auta. Byly změřeny základní charakteristiky spínaného zdroje.

Jako hlavní výhodu návrhu zařízení vidím (oproti konkurenčním výrobkům) ve velmi malé spotřebě z autobaterie. Za výhodu proti konkurenčním výrobkům lze také považovat modul displeje, kterým lze zařízení velmi pohodlně nastavit a který také poskytuje informace při jízdě (rychlost, souřadnice, nadmořskou výšku apod.). Díky návrhu zařízení a programu by také nemělo být složité obvod vylepšovat, či modifikovat.

Zkoušky v autě ukázaly, že navržené zařízení skutečně funguje. Při citlivostech zrychlení kolem 200 je zařízení dostatečně citlivé i na náklon či vibrace. Pod hranici zrychlení 200 už zařízení hlásí falešné poplachu. nad hranici 700 už je naopak velmi necitlivé a pouhé nasednutí do vozidla na vyvolání poplachu rozhodně nestačí.

Jako nevyhovující se ukázalo provedení. Deska plošných spojů je v domácích podmínkách na hranici vyrobitelnosti, zvláště pak letování čidla zrychlení, kde velmi záleží na posunutí součástky. Součástka také nemá vývody z boku, ale pouze plošky zespodu (LGA pouzdro). Osazování jsem prováděl za použití dvou traťopájek, kterými jsem prohrál všechny vývody a za pomoci další osoby jsem součástku pinzetou osadil na správné místo (obvykle až na několikátý pokus). Tím se jistě překročily veškeré limity součástky (délka, teplota letování). Dále je součástka náchylná na mechanické namáhání, kterému se ale nevyhneme, pokud vytahujeme z patice mikrokontrolér nacházející se přímo nad čidlem zrychlení. To se pak projevuje na spolehlivosti součástky. V obvodu autoalarmu je z výše popsaných důvodu již 3. čidlo zrychlení a i to již často nefunguje. Při určitém typu chyby čidlo zrychlení stáhne komunikační linky I2C sběrnice na asi 0,5V, což vyřadí celé zařízení z provozu.

Dostí nepraktické jsou také šroubovací svorky na desce autoalarmu. Instalace autoalarmu do auta je pak zdlouhavá a hrozí velké riziko chyby.

Stanovené ceny do 2500Kč se podařilo dosáhnout, jen pokud nepočítáme cenu přídatného modulu displeje. Při výpočtu ceny se také nebrala v potaz cena práce. Pokud by byl autoalarm zamýšlen jako komerční projekt, rozhodně by bylo třeba předělat desku do SMD verze s oboustrannou deskou plošných spojů s prokovy a nepájivou maskou, s přepínacím relé na velký proud přímo na DPS a se vstupy a výstupy vyvedenými do jednoho konektoru. Také shánění většího množství starých telefonů Siemens C35 ve funkčním stavu

by byl asi problém. Proto by bylo lepší využít některý z GSM modulů, které jsou malé, mají malou spotřebu, ale jsou drahé (např. SIMCOM SIM300D + anténa + držák vyjde asi na 1400Kč). Dále by bylo možné zařízení dovybavit RFID čtečkou (např. modul s I2C sběrnici StrongLink SL030 v ceně asi 400Kč) místo autorizace magnetem. I přesto si myslím, že by se výrobní náklady pohybovaly maximálně na polovině ceny prodávaných konkurenčních výrobků.

## SEZNAM SYMBOLŮ, VELIČIN A ZKRATEK

**MSB** Most significant bit - Nejvýznamnější bit

**LSB** Least significant bit - Nejméně významný bit

**INT** Interrupt - Přerušení

**NMEA** The National Marine Electronics Association

**UTC** Universal Coordinated Time - Koordinovaný světový čas

**ISP** In system programming - Programování v aplikaci

## REFERENCE

- [1] *CEBIA: Statistika krádeží mot. vozidel* [online]. 2006 [cit. 2008-04-19]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.cebja.cz/Default.asp?pageid=640>>.
- [2] *BUMPING : jak snadno se otevírá mechanický zámek* [online]. c2006 [cit. 2008-04-20]. Dostupný z WWW:  
<[http://www.autoalarmy.cz/clanky/bumping\\_-\\_jak\\_snadno\\_se\\_otevira\\_mechanicky\\_zamek.html](http://www.autoalarmy.cz/clanky/bumping_-_jak_snadno_se_otevira_mechanicky_zamek.html)>.
- [3] *MAX1837 datasheet*. [s.l.] : [s.n.], 2002. 13 s. Dostupný z WWW: <<http://datasheets.maxim-ic.com/en/ds/MAX1836-MAX1837.pdf>>.
- [4] *Lo spazio di frenata da 100 km/h a 0* [online]. 2007 [cit. 2008-05-01]. Dostupný z WWW: <[http://auto.idnes.cz/brzdna-draha-ze-100-km-h-rozdil-14-metru-d7c-/automoto.asp?c=A070727\\_145718\\_automoto\\_fdv](http://auto.idnes.cz/brzdna-draha-ze-100-km-h-rozdil-14-metru-d7c-/automoto.asp?c=A070727_145718_automoto_fdv)>.
- [5] *MMA7450L datasheet*. [s.l.] : [s.n.], 2007. 26 s. Dostupný z WWW: <[http://www.datasheetpro.com/7794\\_download\\_MMA7450L\\_datasheet.html](http://www.datasheetpro.com/7794_download_MMA7450L_datasheet.html)>.
- [6] *LIS202DL datasheet*. [s.l.] : [s.n.], 2007. 36 s. Dostupný z WWW: <<http://www.st.com/stonline/products/literature/ds/13624/lis202dl.pdf>>.
- [7] *LIS3LV02DL - datasheet*. [s.l.] : [s.n.], 2008. 48 s. Dostupný z WWW: <<http://www.st.com/stonline/products/literature/ds/12094.pdf>>.
- [8] *Sravnění GPS-čipov - "Sirf III" i "MTK"* [online]. 2008 [cit. 2008-05-01]. Dostupný z WWW: <[http://www.gpsportal.ru/articles\\_info/?nid=da3fcece0f73b73d91cafde03fd66692](http://www.gpsportal.ru/articles_info/?nid=da3fcece0f73b73d91cafde03fd66692)>.
- [9] *PCF8583 : Datasheet*. [s.l.] : [s.n.], 1997. 28 s. Dostupný z WWW: <[http://www.nxp.com/acrobat\\_download/datasheets/PCF8583\\_5.pdf](http://www.nxp.com/acrobat_download/datasheets/PCF8583_5.pdf)>.
- [10] *Řešení pro obtížné podmínky : Porovnání chipsetů podle citlivosti a pořadí přijímačů GPS s Bluetooth* [online]. 2005 [cit. 2008-05-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.gpsweb.cz/obtizne02.htm>>.
- [11] *GPS Tracker MTK Chipset QStarz BT-Q1000P* [online]. c2001-2008 [cit. 2008-05-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.rewci.com/gpstrackerdataloggerqstarzbtq1000p.html>>.

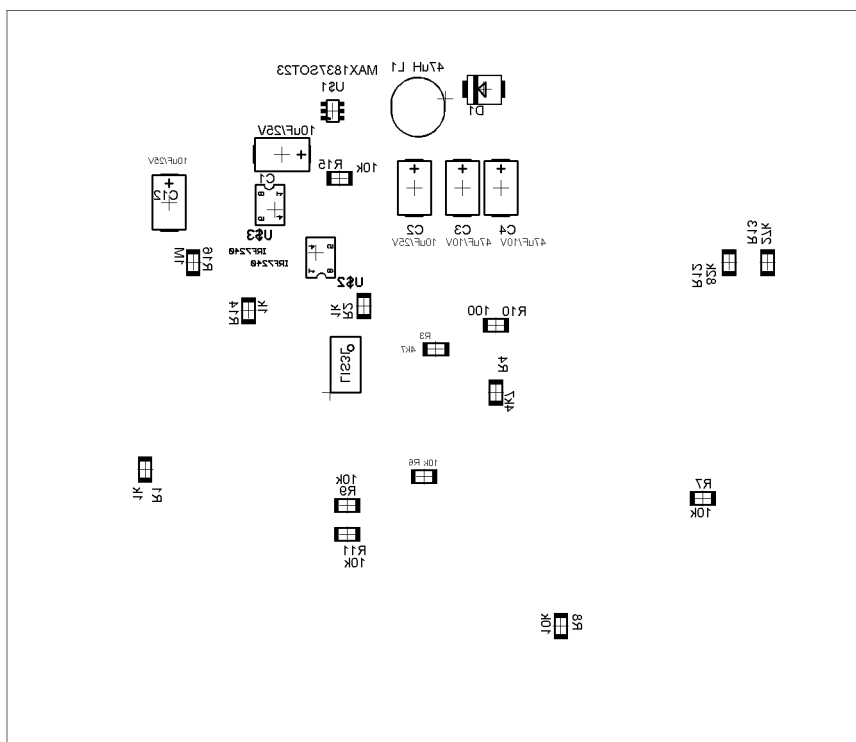
- [12] *Datasheet of GPS smart antenna module*. [s.l.] : [s.n.], c2007. 9 s. Dostupný z WWW: <<http://www.navilock.com/>>.
- [13] *BRAMO: Konektory mobilních telefonů* [online]. 2006 [cit. 2008-11-19]. Dostupný z WWW: <<http://bramo.ic.cz/mtkon.htm>>.
- [14] *Repair Documentation*. [s.l.] : [s.n.], 2001. 41 s.
- [15] PETERSSON, Lars. *SMS and the PDU format* [online]. 1995 [cit. 2009-03-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.dreamfabric.com/sms/>>.
- [16] MATOUŠEK, David. *Práce s mikrokontroléry ATMEL ATmega16 : 4. díl*. 1. vyd. Praha : BEN - technická literatura, 2006. 320 s., 1 CD-ROM. ISBN 80-7300-174-8.
- [17] ANDRT, J., MALINA, T. *Údržba a opravy automobilů Škoda Favorit, Forman, Pick up*. 3. upr. vyd. Praha : T.Malina, 1995. 486 s.

## **SEZNAM PŘÍLOH**

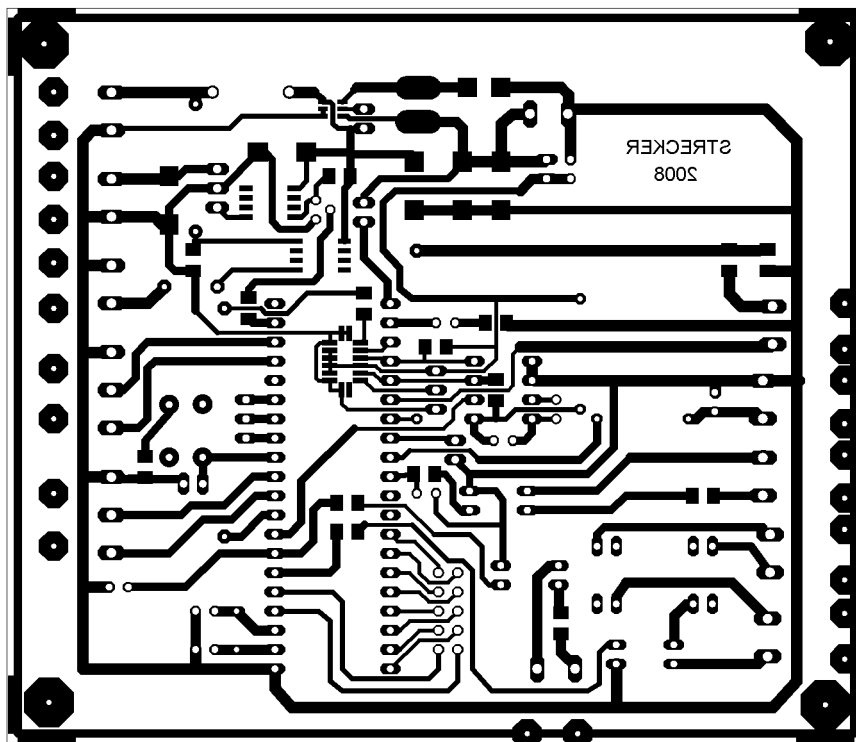
|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>A</b> | <b>SCHÉMATA, OSAZOVACÍ SCHÉMATA, DPS</b> | <b>65</b> |
| <b>B</b> | <b>FOTKY SKUTEČNÉHO PROVEDENÍ</b>        | <b>69</b> |



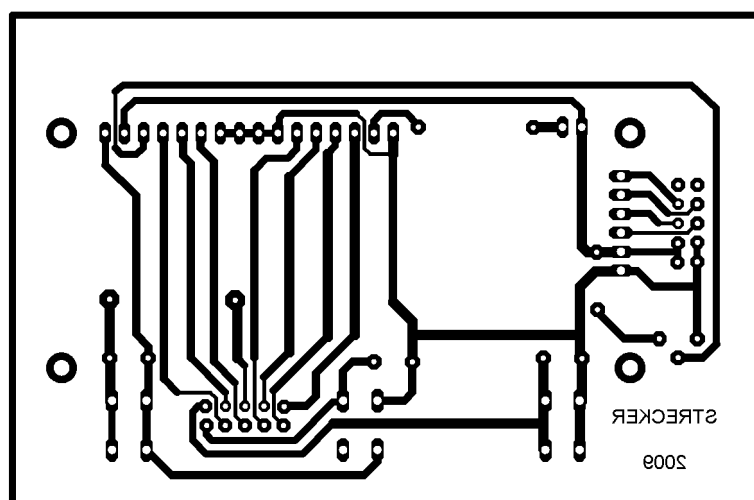




Obrázek A.3: Osazovací schéma obvodu autoalarmu - spodní strana DPS

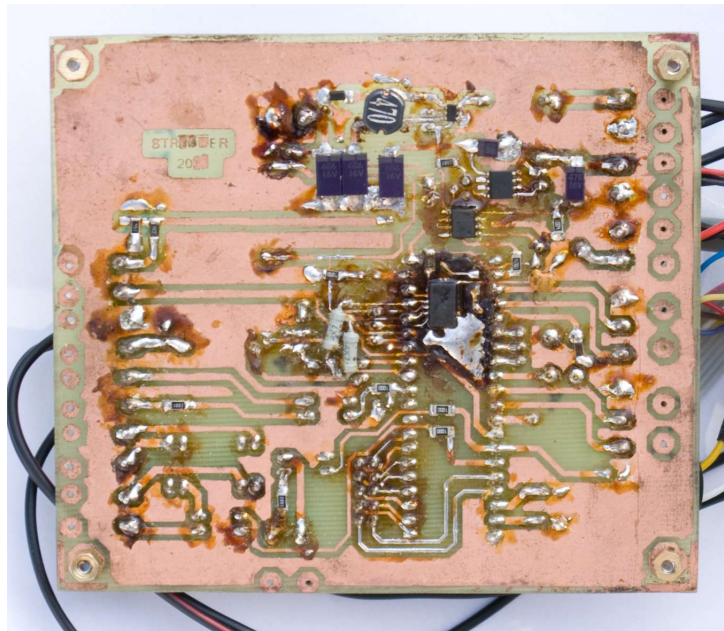


Obrázek A.4: Plošný spoj obvodu autoalarmu

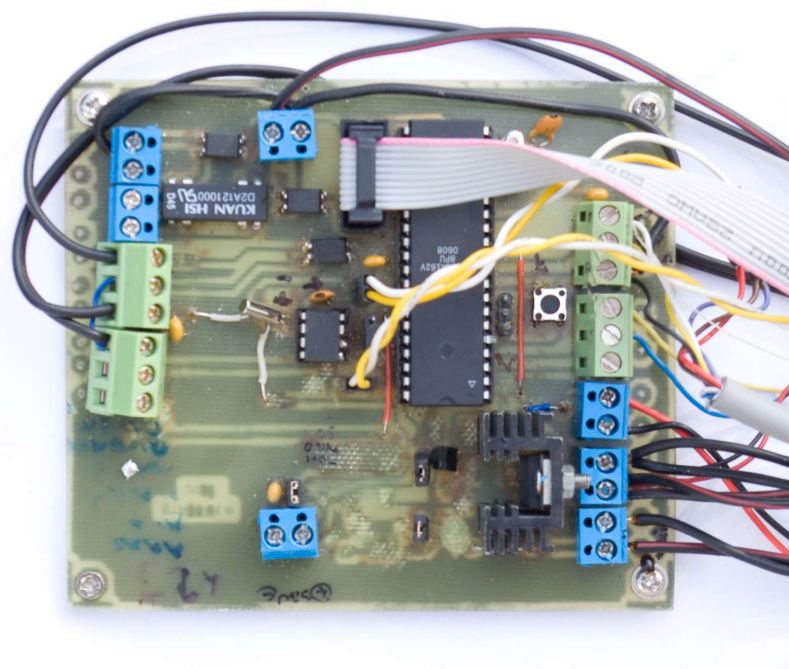


Obrázek A.5: Plošný spoj modulu displeje

## B FOTKY SKUTEČNÉHO PROVEDENÍ



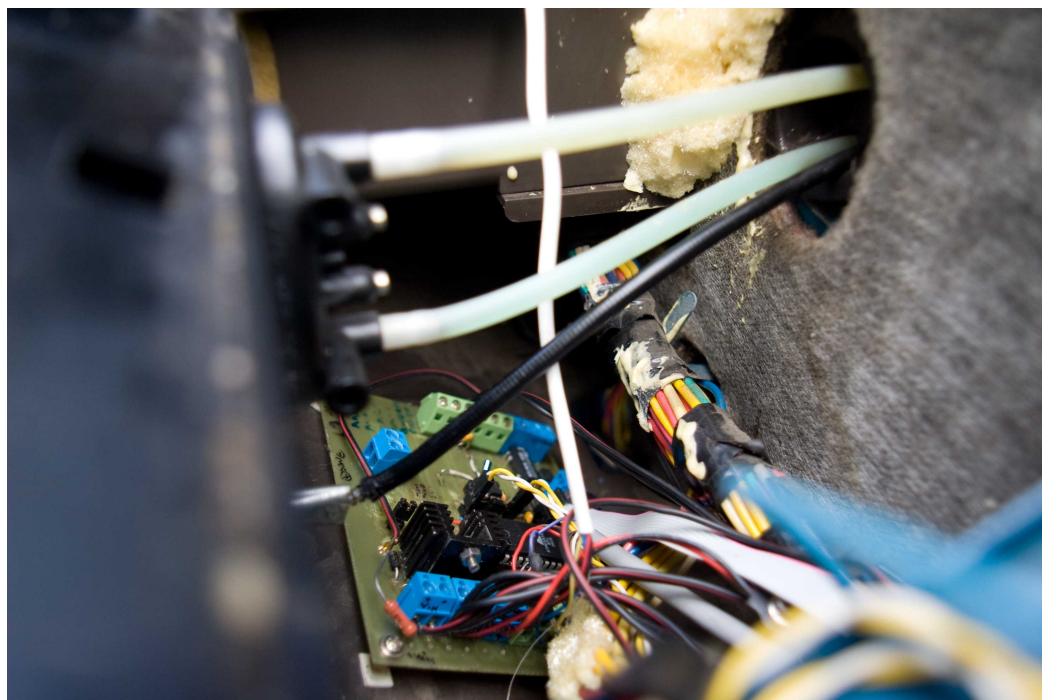
Obrázek B.1: Skutečné provedení autoalarmu - spodní strana



Obrázek B.2: Skutečné provedení autoalarmu - horní strana



Obrázek B.3: Umístění autoalarmu v autě



Obrázek B.4: Umístění autoalarmu v autě - detail