

Bezpečnostní zařízení do auta s GPS modulem a možností odesílat data přes mobilní síť

Car Alarm with GPS module and the Ability to Send Data
over Mobile Network

Bc. Miroslav Smolinský

Diplomová práce
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Podklad pro zadání DIPLOMOVÉ práce studenta

PŘEDKLÁDÁ:	ADRESA	OSOBNÍ ČÍSLO
Bc. SMOLINSKÝ Miroslav	M. Kollára 254, Čáry	A10427

TÉMA ČESKY:

Bezpečnostní zařízení do auta s GPS modulem a možností odesílat data přes mobilní síť

NÁZEV ANGLICKY:

Car Alarm with GPS module and the Ability to Send Data over Mobile Network

VEDOUCÍ PRÁCE:

Ing. Jan Dolinay, Ph.D. - AUART

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ:

```
\begin{arab}
\item{} Nastudujte problematiku zabezpečovacích zařízení pro osobní automobily a zpracujte literární přehled používaných řešení.
\item{} Navrhněte bezpečnostní zařízení pro automobil s možností komunikace přes mobilní síť a modulem GPS pro určení polohy vozu.
\item{} Vytvořte funkční prototyp navrženého zařízení.
\item{} Vytvořte programové vybavení pro použitý mikropočítač.
\item{} Ověřte funkci zařízení a zhodnoťte jeho vlastnosti.
\end{arab}
\nl{}
```

SEZNAM DOPORUČENÉ LITERATURY:

```
\begin{arab}
\item{} MANN, Burkhard. C pro mikrokontroléry: ANSI-C, kompilátory C, spojovací programy - linkery, práce s ATMEL AVR a MSC-51, příklady programování v jazyce C, nástroje pro programování, typy a triky. Vyd. 1. Praha: BEN, 2003, 279 s. ISBN 80-730-0077-6.
\item{} PINKER, Jiří. Mikroprocesory a mikropočítače. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2004, 159 s. ISBN 80-730-0110-1.
\item{} MORTON, Todd D. Embeddedmicrocontrollers. UpperSaddle River, N.J.: PrenticeHall, c2001, 694 s. ISBN 01-390-7577-1.
\item{} CATSOULIS, John. Designingembedded hardware. 2nd ed. Sebastopol: O'Reilly, 2005, 377 s. ISBN 05-960-0755-8.
\item{} PLÍVA, Zdeněk. EAGLE prakticky: řešení problémů při běžné práci. 2. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2010, 184 s. ISBN 978-807-3002-527.
\item{} HUMLHANS, Jan. Zajímavá zapojení. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2005, 175 s. ISBN 80-730-0152-7.
\item{} Atmel AVR 8- and 32-bitMicrocontrollers. ATMEL CORPORATION. Atmel [online]. 2012 [cit. 2012-01-17]. Dostupné z: http://www.atmel.com/products/avr/default.asp?category\_id=163&family\_id=607&source=global\_nav
\end{arab}
\nl{}
```

ABSTRAKT

Cílem této práce je navrhnout a vytvořit funkční model bezpečnostního zařízení do automobilu, s možností komunikace přes mobilní síť s GPS modulem pro určení pozice vozidla. Zařízení zabezpečuje určení polohy vozidla, komunikaci s uživatelem přes klávesnici a display, notifikaci majitele vozidla pomocí SMS zpráv a ovládání důležitých elektrických okruhů.

Klíčová slova: auto, zabezpečení, GPS, GSM, alarm, atmel mega8

ABSTRACT

The aim of this diploma thesis is to design and to create a functional prototype of a car alarm with the ability to send data over the mobile network and with GPS module for localization of the car. The car alarm supplies positioning of the car, communication with the user via keyboard and display, notifying the user through the use of SMS and controlling of important electrical circuits.

Key words: car, alarm, GPS, GSM, atmel mega8

Pod'akovanie

Rád by som sa poďakoval pánovi Ing. Janovi Dolinayovi, vedúcemu mojej diplomovej práce, za cenné rady a pripomienky. Poďakovať by som sa chcel tiež svojej rodine a priateľom za ich podporu, trpezlivosť a pochopenie, počas písania tejto práce.

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve
.....

diplomanta

Zlíně

podpis

OBSAH

ÚVOD.....	8
I TEORETICKÁ ČASŤ.....	9
1 SPÔSOBOY ZABEZPEČOVANIA OSOBNÝCH AUTOMOBILOV	10
1.1 ROZDELENIE ZABEZPEČOVACÍCH ZARIADENÍ.....	10
1.1.1 MECHANICKÉ ZABEZPEČENIE VOZIDLA	10
1.1.2 ELEKTRONICKÉ ZABEZPEČENIE VOZIDLA.....	11
1.1.3 SYSTÉMY SPS (SÚKROMNÉ PÁTRACIE SYSTÉMY).....	11
2 TECHNOLÓGIA GPS.....	13
2.1 HISTORICKÝ VÝVOJ TECHNOLÓGIE.....	13
2.2 PRINCÍP FUNKCIE GPS.....	14
2.2.1 KOZMICKÝ SEGMENT.....	14
2.2.2 RIADIACI SEGMENT.....	15
2.2.3 UŽÍVATELSKÝ SEGMENT.....	15
3 TVORBA A ODOSIELANIE SMS SPRÁV CEZ AT PRÍKAZY.....	16
3.1 ŠTRUKTÚRA AT PRÍKAZOV.....	16
3.2 ŠTRUKTÚRA AT PRÍKAZU PRE ODOSLANIE SMS.....	17
3.2.1 HLAVIČKA PDU.....	18
3.2.2 KÓDOVANIE SPRÁVY DO PDU FORMÁTU.....	18
3.2.3 POSTUP ODOSLANIA SMS POMOCOU AT PRÍKAZOV.....	19
3.3 KOMUNIKÁCIA CEZ SPI ZBERNICU.....	20
3.3.1 ARCHITEKTÚRA SPI.....	20
3.3.2 PRINCÍP FUNKCIE SPI.....	21
3.4 KOMUNIKÁCIA CEZ SÉRIOVÚ LINKU	22
3.4.1 ARCHITEKTÚRA ZARIADENÍ SÉRIOVEJ KOMUNIKÁCIE V MIKROPOČÍTAČI.....	23
3.4.2 PRINCÍP KOMUNIKÁCIE CEZ SÉRIOVÚ LINKU.....	24
II PRAKTICKÁ ČASŤ.....	26
4 HARDVÉROVÉ VYBAVENIE.....	27
4.1 BLOKOVÉ ZAPOJENIE A POPIS ARCHITEKTÚRY SYSTÉMU.....	27

4.1.1 POPIS RIADIACEHO MODULU.....	28
4.1.2 POPIS GPS MODULU	28
4.1.3 POPIS UI MODULU.....	28
4.1.4 POPIS MT MODULU.....	29
4.1.5 POPIS PS MODULU.....	29
4.1.6 SPÔSOB PREPOJENIA MODULOV.....	29
4.1.7 OSTATNÉ POUŽITÉ DIELY	30
4.2 SCHÉMY ZAPOJENIA A NÁVRHY PLOŠNÝCH SPOJOV.....	31
4.2.1 SCHÉMA ZAPOJENIA A NÁVRH DPS RIADIACEHO MODULU.....	31
4.2.2 SCHÉMA ZAPOJENIA A NÁVRH DPS MT MODULU.....	33
4.2.3 SCHÉMA ZAPOJENIA A NÁVRH DPS GPS MODULU.....	35
4.2.4 SCHÉMA ZAPOJENIA A NÁVRH DPS UI MODULU.....	39
4.2.5 SCHÉMA ZAPOJENIA A NÁVRH DPS MODULU PS.....	42
5 SOFTVÉROVÉ VYBAVENIE.....	45
5.1 POUŽITÝ KOMUNIKAČNÝ PROTOKOL NA ZBERNICI SPI.....	45
5.2 PROGRAMOVÉ VYBAVENIE RIADIACEHO MODULU.....	47
5.3 PROGRAMOVÉ VYBAVENIE MODULU MT.....	51
5.4 PROGRAMOVÉ VYBAVENIE GPS MODULU.....	54
5.5 PROGRAMOVÉ VYBAVENIE UI MODULU.....	57
5.6 PROGRAMOVÉ VYBAVENIE MODULU PS.....	58
6 MONTÁŽ A POUŽITIE VYROBENÉHO SYSTÉMU	60
6.1 NAVRHOVANÝ SPÔSOB MONTÁŽE SYSTÉMU DO AUTOMOBILU.....	60
6.2 SPÔSOBY POUŽITIA SYSTÉMU HERBIE V REÁLNO M ŽIVOTE	61
6.2.1 SPÔSOB UVEDENIA SYSTÉMU DO PREVÁDZKY.....	61
6.2.2 SPÔSOB BEŽNÉHO POUŽÍVANIA SYSTÉMU.....	61
6.2.3 SPÔSOB ZISTENIA POLOHY, ZABLOKOVANIA A ODBLOKOVANIA VOZIDLA.....	62
6.2.4 RIEŠENIE MOŽNÝCH PROBLÉMOV.....	62
ZÁVER.....	63
ZÁVER V ANGLICKOM JAZYKU.....	64
ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY.....	65
ZOZNAM OBRÁZKOV	66
ZOZNAM TABULIEK.....	68
ZOZNAM PRÍLOH.....	69

ÚVOD

Krádeže a poškodenia automobilov sú v dnešnej dobe stále častejšou realitou. Zloději používajú stále rafinovanejšie a prepracovanejšie spôsoby, pomocou ktorých sa s malou námahou a v krátkom čase do vozidla dostanú a úspešne ho odcudzia. Z kriminálnych štatistík ale vyplýva, že ak sa páchatel' nezmocní vozidla v relatívne krátkom čase, tak miesto činu zo strachu pred odhalením opúšťa. Kvôli tejto skutočnosti sú vyvíjané čoraz sofistikovanejšie bezpečnostné systémy, ktoré majú za úlohu čo najviac sťažiť pokus o odcudzenie, poškodenie alebo vykradnutie vozidla. Tieto systémy vytvárajú páchatel'om mechanické zábrany proti vniknutiu do vozidla a jeho nepovoleného použitia a zároveň monitorujú stav celého vozidla i jeho okolia pomocou rôznych aktívnych prvkov ako sú: akcelerometre, ktoré sa používajú na zistenie pohybu alebo otrasov vozidla, GPS zariadenia, ktoré určujú polohu vozidla, alebo čierne skrinky automobilov, ktoré okrem monitorovania všetkých okruhov, otrasov a polohy vozidla pri aktivovaní robia audio a videozáznam interiéru vozidla, pomocou čoho sa dá už po spáchanej krádeži jednoduchšie identifikovať páchatel'. Problematike programovania mikrokontrolérov a ich praktickému využitiu v bežnom živote sa venujeme už od strednej školy, preto sme sa rozhodli vypracovať túto prácu. Jej cieľom je navrhnuť a prakticky vyrobiť funkčný prototyp univerzálneho bezpečnostného zariadenia do automobilu, ktoré vďaka svojej architektúre poskytuje možnosť na rozširovanie a vylepšenie. Toto zariadenie okrem spustenia poplachu a zablokovania funkčnosti vozidla dokáže monitorovať svoju polohu, rýchlosť, kurz a stav dôležitých elektrických okruhov. O tomto stave je schopné informovať vlastníka vozidla pomocou SMS správ. V nasledujúcich kapitolách je vysvetlená história GPS, teória o lokalizácii pomocou GPS, princíp tvorenia PDU formátu SMS správ a ich odosielaní pomocou mikrokontroléra, princíp fungovania komunikácie na sériovej linke a SPI s popisom elektronických komponentov použitých pri zostavovaní tohto systému. Ďalej nasleduje návrh hardvérového zapojenia bezpečnostného systému obsahujúci schémy a návrhy plošných spojov, vysvetlenie funkcie programov jednotlivých modulov zariadenia, odporúčaný spôsob inštalácie zariadenia do automobilu a popis používania tohto zariadenia v reálnom živote.

I. TEORETICKÁ ČASŤ

1 SPÔSOBOY ZABEZPEČOVANIA OSOBNÝCH AUTOMOBILOV

Kvôli stúpajúcim štatistikám odcudzených a vykradnutých vozidiel sú v dnešnej dobe ich majitelia nútení používať rôzne bezpečnostné prvky a zariadenia na zvýšenie bezpečnosti. V tejto kapitole je uvedený stručný prehľad spôsobov zabezpečení vozidiel.

1.1 Rozdelenie zabezpečovacích zariadení

Podľa [5] spôsoby, akými sú vozidlá zabezpečované, rozdeľujeme do nasledujúcich skupín:

- mechanické,
- elektornické,
- systémy SPS(súkromné pátracie systémy).

1.1.1 Mechanické zabezpečenie vozidla

Ako je už z názvu jasné, medzi tieto spôsoby patria všetky mechanizmy, ktoré majú za úlohu akýmkoľvek spôsobom mechanicky zabrániť vniknutiu do vozidla alebo jeho neoprávnenému použitiu.

Mechanické zabezpečenie proti vniknutiu do vozidla predstavuje už samotný zámok vo dverách vozidla. Pre väčšiu bezpečnosť proti vniknutiu do vozidla alebo jeho poškodeniu sa vozidlá umiestňujú do viac zabezpečených objektov, ako sú napríklad garáže.

Proti neoprávnenému použitiu vozidla existuje veľké množstvo mechanických zábran ovládacích prvkov vozidla. Tieto zariadenia sa dajú rozdeliť na nespojené s karosériou vozidla a pevne spojené s karosériou. K bezpečnostným prvkom, ktoré nie sú spojené s karosériou vozidla, patria napríklad:

- zariadenia na blokovanie volantu (uzamykateľná blokovacia tyč)
- blokovacie zariadenia na pedály (uzamykateľná tyč blokujúca pedál brzdy a spojky)

K mechanickým bezpečnostným zariadeniam pevne spojeným s karosériou vozidla patria zariadenie uzamykajúce radiacu páku. K týmto zariadeniam radíme napríklad systémy CONSTRUCT a MULTI-LOCK.

1.1.2 Elektronické zabezpečenie vozidla

Tento spôsob zabezpečenia vozidiel je dnes najrozšírenejší. Zariadenia patriace do tejto skupiny môžeme zaradiť do dvoch skupín:

- autoalarmy
- imobilizéry

Autoalarmy

Tieto elektronické systémy majú za úlohu oznámiť svojmu okoliu pokus o neoprávnené vniknutie alebo použitie vozidla. Väčšinou vykonávajú túto funkciu optickými a akustickými výstražnými znameniami. Akustické výstražné znamenie však podľa normy ČSN 33 4590 nemôže trvať dlhšie než 60 sekúnd a nemôže sa opakovať. Výstražné signály sa musia odlišovať od bežných signálov používaných v premávke pre ich dobré odlíšenie od ruchov premávky. Tieto systémy upozorňujú na možné odcudzenie alebo poškodenie, avšak nezamedzujú im.

Imobilizéry

Ide o sofistikovanejšie elektronické zabezpečovacie systémy do automobilov, ktoré nespúšťajú poplach, ale blokujú elektronické okruhy vozidla v takom stave, aby vozidlo pri nepovolenom vniknutí alebo použití nebolo pojazdné. V dnešnej dobe má už každé nové vyrobené vozidlo výrobcom zabudovaný imobilizér.

Moderné systémy obsahujú prvky obidvoch týchto skupín elektronických zabezpečovacích systémov. Najväčšou nevýhodou štandardne dodávaných zabezpečovacích systémov od výrobcu je práve ich sériová výroba na trhu. Keďže sú tieto zariadenia sériovo montované a veľmi rozšírené, majú narušitelia zákona veľkú šancu na prienik do systému práve vďaka ich jednoduchej dostupnosti. Najväčšiu úspešnosť majú preto zariadenia ktoré sú montované dodatočne, a sú jedinečné.

1.1.3 Systémy SPS (súkromné pátracie systémy)

Pod týmto názvom rozumieme také systémy, ktoré nemajú za úlohu zabezpečiť vozidlo pred odcudzením, ale vypátrať ho po tom, čo bolo odcudzené. Takýto systém sa okrem vlastnej riadiacej logiky skladá z lokalizačného a komunikačného zariadenia. Lokalizačné zariadenie zabezpečuje zisťovanie aktuálnej pozície vozidla, zatiaľ čo komunikačné zariadenie sprostredkováva komunikáciu medzi automobilom a kontrolným strediskom. V tomto stredisku sa zaznamenávajú informácie o aktuálnej polohe vozidla, kde sú dostupné majiteľovi vozidla – zákazníkovi strediska.

O zabezpečovacích systémoch je všeobecne známe, že ak páchatel vie, o aký systém v automobile ide, je takmer nemožné zabrániť jeho odcudzeniu. Táto skutočnosť potvrdzuje myšlienku, že len jedinečné a nepredpokladané bezpečnostné zariadenie v automobile dokáže prípadného zlodēja prekvapiť natoľko, že vzdá svoj pokus o odcudzenie.

2 TECHNOLÓGIA GPS

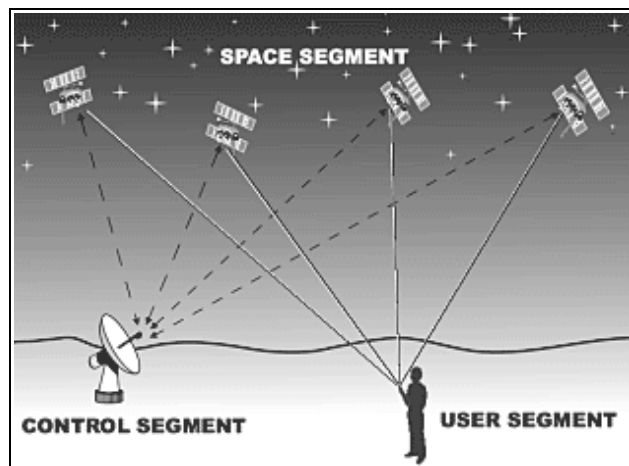
GPS je technológia v dnešnej dobe najviac využívaná na lokalizáciu, zameriavanie, meranie rýchlosti, výšky, smeru a získavanie presného času s dátumom. V nasledujúcich odsekoch je popísaný jej vznik, princíp funkcie a využitie.

2.1 Historický vývoj technológie

GPS (Global Positioning System) je skratka pre názov celosvetového navigačného systému vybudovaného Ministerstvom obrany USA. Kompletný názov tohoto systému je NAVSTAR-GPS (Navigation Satellite Timing and Ranging Global Positioning System). Tento systém mal niekoľkých predchodcov. Už v roku 1960 začalo americké námorníctvo umiestňovať na obežnú dráhu zeme družice systému TRANSIT. Hlavnou úlohou tohto systému bolo presné určovanie polohy plavidiel. Tento systém bol v roku 1964 uvoľnený aj pre civilné použitie a v civilnom sektore slúžil najmä majiteľom súkromných jacht. Postupom času bol projekt TRANSIT nasledovaný viacerými systémami, ako napríklad systém TIMATIAN a 621B. V roku 1973 sa americké námorníctvo a letectvo rozhodlo, že vybuduje satelitný navigačný systém práve na základe existujúcich systémov (TIMATION, 621B). V tomto roku boli vypustené na obežnú dráhu zeme 4 družice a začalo sa s vývojom prvých prijímačov. Od roku 1978 bolo na obežnú dráhu vypustených 52 GPS družíc. Z tohto počtu sa však dve družice nepodarilo oživiť a ďalším osemnástim družiciam skončila životnosť alebo boli nahradené. Dnes po orbite lieta 32 aktívnych GPS družíc. Od vzniku GPS technológie bola pre civilné zameriavanie úmyselne zavádzaná vysoká nepresnosť, čo znemožňovalo praktické a presné použitie v reálnom živote. Od mája roku 2000 však americké ministerstvo obrany túto úmyselnú odchýlku zrušila a tým umožnila rozmach technológie GPS v civilnom sektore.

2.2 Princíp funkcie GPS

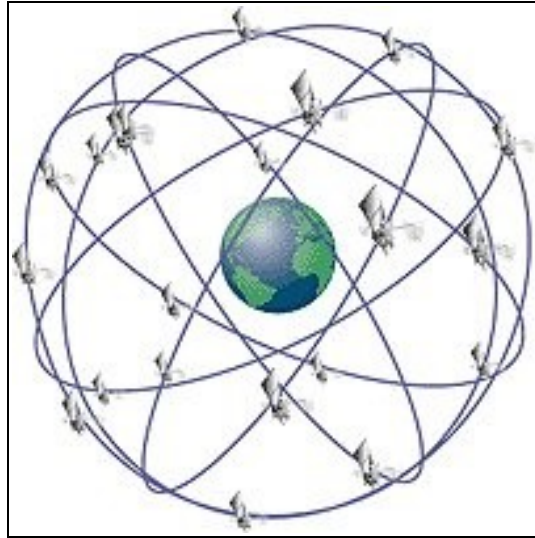
System GPS môžeme na základe funkcie rozdeliť do troch segmentov: kozmický, riadiaci a užívateľský. Každý z týchto segmentov je tvorený zariadeniami, ktoré si v nasledujúcich odsekoch bližšie predstavíme. Rozloženie segmentov a spôsob komunikácie medzi nimi je znázornený na nasledujúcom obrázku (obr. 1).



Obr. 1 Rozloženie GPS segmentov [1]

2.2.1 Kozmický segment

Táto časť systému GPS je tvorená 32 aktívnymi družicami. Tieto sú rozmiestnené vo výške približne 20 200 km nad zemou v 6 dráhach, ktoré medzi sebou zvierajú uhol 60 stupňov. Tieto dráhy sú označované ako MEO (Medium Earth Orbit). Sú v približne polovičnej výške než TV satelity (ASTRA, INTELSAT....). Signál, ktorý GPS satelity vysielajú, má 2 frekvencie: L1(1575,42 MHz) a L2(1227,62 MHz). Tieto frekvencie sú navrhnuté tak, aby boli čo najmenej ovplyvňované a rušené meteorologickými vplyvmi. Na nasledujúcom obrázku (obr. 2) sú pre porozumenie znázornené MEO orbity a ich vzájomná poloha voči sebe a zemi.



Obr. 2 Rozloženie MEO orbitov [1]

2.2.2 Riadiaci segment

Táto časť systému je určená na monitorovanie a konfiguráciu letu družíc a ich vysielacích vlastností ako aj obsahu vysielaných správ. Je tvorená zo satelitov MCS (Master Control Station), alternatívnych MCS a pasívnych prijímacích staníc rovnomerne rozložených po zemeguli. Družice si s riadiacimi satelitmi pravidelne aktualizujú časový záznam, parametre letu a korekcie vysielaných polohových dát.

2.2.3 Užívateľský segment

Tento segment je tvorený všetkými prijímačmi GPS signálu na svete. Sú to pasívne prijímače, ktoré spracovávajú prijatý signál z viacerých družíc, ktoré majú v dosahu. Dnes sú na trhu dva druhy GPS prijímačov: jednofrekvenčné a dvojfrekvenčné. Dvojfrekvenčné prijímače sa vyznačujú vyššou presnosťou. Na určenie polohy je potrebné mať príjem minimálne troch družíc z jedného bodu, avšak ak chceme poznať aj výšku, potrebujeme mať v dosahu minimálne štyri družice. Toto je zabezpečené rozložením jednotlivých orbitálov vo vesmíre a počtom družíc na nich. Dnes máme možnosť prijímať GPS signál z ktoréhokoľvek miesta na svete a určiť tak svoju polohu s presnosťou na 3-10 metrov.

3 TVORBA A ODOSIELANIE SMS SPRÁV CEZ AT PRÍKAZY

Odosielanie SMS správ je najštandardnejšou funkciou každého mobilného telefónu. Dajú sa pomocou nich posilať textové správy na iné mobilné stanice, ba dokonca dnes už aj do pevných liniek. Stačí, ak užívateľ naedituje vo svojom telefóne odosielaný text a adresáta. Mobilný telefón sa skontaktuje s SMS centrom operátora a toto centrum zariadi preposlanie textovej správy do adresátovej stanice. Mobilný telefón je však zostavený tak, aby umožňoval komunikáciu nielen s užívateľom pomocou klávesnice, ale aj pripojeným zariadeniam cez dátový kábel. Táto komunikácia väčšinou prebieha po sériovej linke. Aby bola komunikácia s telefónom a jeho nastavovanie cez sériovú linku jednoduchá, bol vytvorený súbor príkazov, ktoré telefóny podporujú. Tieto príkazy nazývame AT príkazmi.

3.1 Štruktúra AT príkazov

Komunikácia medzi mobilným telefónom a pripojeným zariadením prebieha cez sériovú komunikáciu v textovom režime. Každý príkaz sa začína dvojicou znakov „AT“, za ktorou nasleduje obsah príkazu ukončený znakom <CR>. Telefón na každý správne zadaný príkaz odpovie dvojicou znakov „OK“. Najjednoduchším príkazom na otestovanie správnosti komunikácie medzi mobilným telefónom a pripojeným zariadením je teda odoslanie postupnosti znakov „AT<CR>“. Mobilný telefón na správne doručený príkaz odpovedá sekvenciou znakov „<CR><LF>OK<CR><LF>“. V nasledujúcej tabuľke uvádzame pre lepšie predstavenie fungovania komunikácie niektoré základné AT príkazy s vysvetlením ich funkcie a formát odpovede od mobilného telefónu.

AT príkaz	Štruktúra príkazu	Popis príkazu	Odpoveď od MT
ATA	ATA<CR>	Zdvihnutie prichádzajúceho hovoru	Telefón odpovedá OK, ak hovor neprichádza, odpoveď je ERROR
AT+CLIP	AT+CLIP=1<CR>	Aktivácia CLIP	OK
ATE0	ATE0<CR>	Vypnutie echa MT	OK

Tab. 1 AT príkazy s vysvetlenou funkciou [4]

V predchádzajúcej tabuľke sme si mohli všimnúť príkazu „ATE0“, ktorý podľa popisu vypína echo mobilného telefónu. Echo od mobilného telefónu je funkcia, ktorá spätnoväzobne pomáha overovať správnosť posielaných príkazov. V praxi to funguje tak, že mobilný telefón posiela na svoj výstup okrem odpovedí aj všetky prijaté znaky. Existuje veľké množstvo AT príkazov, ale môžeme sa stretnúť s tým, že niektoré z príkazov telefón neakceptuje, resp. nereaguje korektne. Preto je pred komunikáciou s telefónom cez AT príkazy dôležité získať a prezrieť si zoznam AT príkazov podporovaných daným telefónom.

3.2 Štruktúra AT príkazu pre odoslanie SMS

Na odoslanie SMS z mobilného telefónu slúži príkaz „AT+CMGS=xy<CR>“, kde namiesto písmen xy udávame parameter dĺžky správy v PDU formáte. PDU (Protocol Description Unit) je špeciálny formát na prenos SMS správy z pripojeného zariadenia do mobilného telefónu. Ide o PDU hlavičku správy, ktorá obsahuje informácie o správe (jej formát, príjemcu, dĺžku...), za ktorou nasleduje samotný text správy zakódovaný vo formáte PDU. Na obrázku (obr. 3) uvádzame príklad jednoduchej SMS správy v PDU formáte s zakódovaným textom „System Herbie“. Fialová časť textu na konci obrázka je samotný kódovaný text, dáta pred ním predstavujú PDU hlavičku.



```
0001000C912143658709210000DD3FC9C5E6E839065B9385D06
```

Obr. 3 Príklad SMS správy v PDU formáte

Niektoré dnešné mobilné telefóny podporujú zasielanie SMS cez AT príkazy v textovom režime. Keďže je ale v tejto práci použitý mobilný telefón podporujúci len odosielanie SMS vo formáte PDU, tak je v nasledujúcich odsekoch vysvetlený obsah a tvorenie hlavičky PDU, princíp kódovania správy do PDU formátu, ako aj finálny postup odosielania SMS pomocou AT príkazu.

3.2.1 Hlavička PDU

Hlavička PDU obsahuje typ SMS správy, číslo príjemcu, informáciu o formáte tohto telefónneho čísla a informáciu o dĺžke textu ešte nezakódovaného do formátu PDU. V nasledujúcej tabuľke je rozobraná hlavička ukážkovej PDU správy a vysvetlený význam jednotlivých jej častí.

00	2 úvodné bajty PDU rámca, ktoré sa nezapočítavajú do jeho dĺžky
0100	Špecifikácia funkcií SMS správy
0C	Dĺžka telefónneho čísla v hex formáte
91	Špecifikácia formátu tel. čísla. V tomto prípade medzinárodný.
214365870921	Telefónne číslo príjemcu s vymenenými číslami v dvojiciach. V tomto prípade je príjemca tel. číslo: 123456789012
00000D	Dĺžka nezakódovaného textu SMS správy v hex formáte. V tomto prípade je dĺžka textu "System Herbie" 13 znakov.
D3F3C9C.....	Samotný text SMS správy zakódovaný do PDU.

Tab. 2 Vysvetlenie jednotlivých položiek PDU hlavičky [3]

3.2.2 Kódovanie správy do PDU formátu

Na prenos každého znaku SMS správy v skutočnosti stačí len 7 bitov, preto kvôli úspore znakov a zároveň rozoznateľnej neporušenosti správy bolo zavedené PDU kódovanie. Jeho princíp je jednoduchý. Keďže potrebujeme na prenesenie jedného znaku SMS správy len sedem bitov z ASCII hodnoty znaku, ôsmy bit nahradíme prvým bitom nasledujúceho znaku a v tomto znaku rotujeme potrebné bity doprava. Tento postup aplikujeme na každé ďalšie prenášané písmeno v binárnej reprezentácii s tým, že sa v každom ďalšom byte analogicky zväčšuje počet bitov použitých z binárnej reprezentácie nasledujúceho znaku. Výsledkom je, že v zakódovanej správe nám prenos každého ôsmeho bitu odpadá. Pre lepšie pochopenie slúži nasledujúci obrázok s tabuľkou, v ktorej je predvedené kódovanie začiatkových písmen vzorovej správy. Posúvané aj prenášané bloky bitov sú označené rovnakou farbou.

Písmeno	S	y	s	t	e	m		H
Binárne	01010011	01111001	01110011	01110100	01100101	01101101	00100000	01001000
Kódované	11010011	11111100	10011100	01011110	01101110	10000011	10010000	nič
Hex tvar.	D3	FC	9C	5E	6E	83	90	nič

Obr. 4 Ukážka kódovania textu do PDU formátu

3.2.3 Postup odoslania SMS pomocou AT príkazov

S už pripraveným PDU rámcom správy je jednoduché odoslať túto SMS správu cez mobilný telefón pomocou AT príkazov. Prvý pošleme príkaz AT+CMGS=XY, kde znaky XY nahradíme veľkosťou PDU rámca v BCD formáte (nepočítame prvé dve nuly). Túto veľkosť vypočítame spočítaním dvojíc jednotlivých znakov PDU rámca, čo je v našom vzorovom prípade 25. Telefón pri akceptovaní tohto príkazu vracia znak > a čaká na zadávanie PDU rámca. Toto zadávanie ukončíme odoslaním znaku <CTRL+Z>, ktorý je v ASCII tabuľke označovaný tiež ako znak SUB (substitute) s hodnotou 1A hex. Na obrázku (obr. 5) je výsledný tok dát idúcich zo sériovej linky telefónu so zapnutým echom pre náš vzorový PDU rámec správy. Dáta zadané užívateľom sú zobrazené modrou farbou a dáta prijaté od telefónu sú zobrazené červenou farbou:

```

AT+CMGS=25
>0001000C9121436587092100000DD3FC9C5E6E839065B9385D06<CTRL+Z>
OK

```

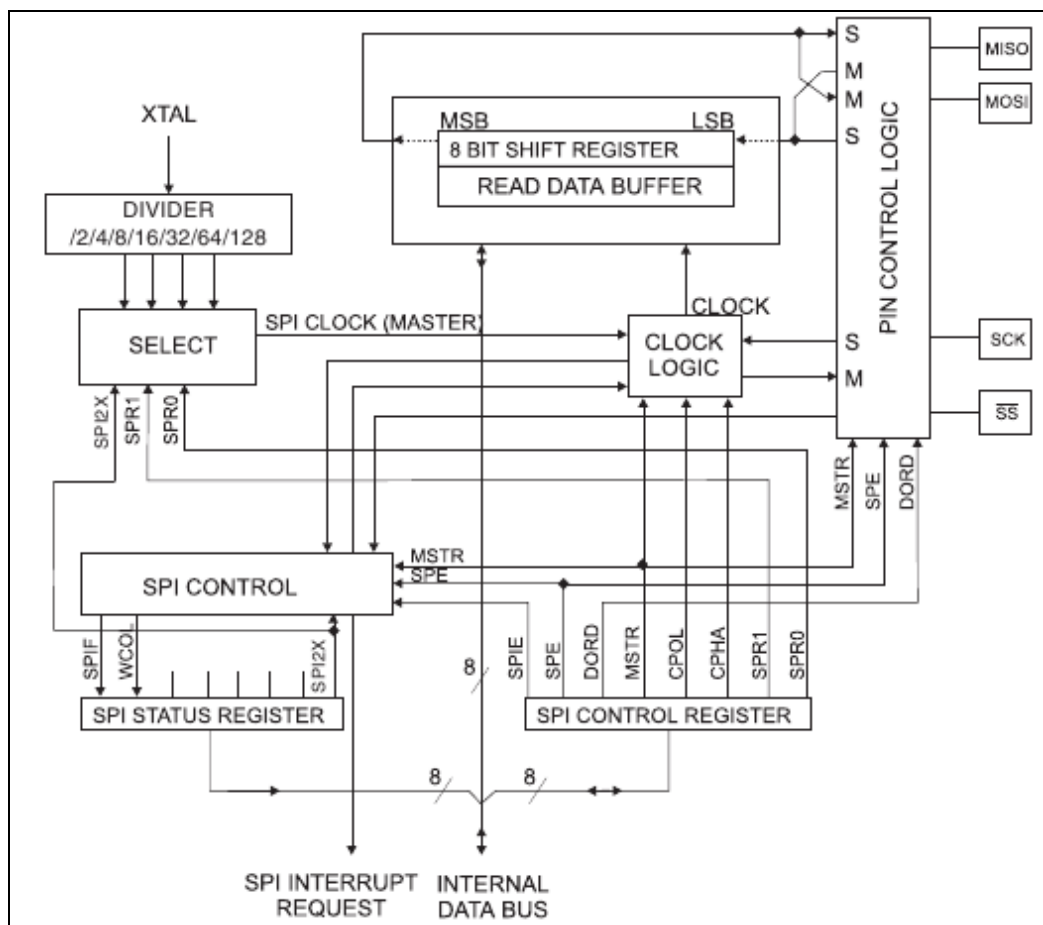
Obr. 5 Výstup z mobilného telefónu pri odosielaní vzorovej SMS

3.3 Komunikácia cez SPI zbernicu

SPI (Serial Peripheral Interface) je názov pre zbernicu navrhnutú spoločnosťou Motorola, ktorá dovoľuje používať vysokorychlostnú synchronnú a duplexnú sériovú komunikáciu. Táto komunikácia môže byť prerušovaná. Hlavné využitie tejto zbernice je pri komunikácii medzi mikrokontrolérmi alebo pri komunikácii medzi mikrokontrolérom a jeho prídavným zariadením ako napr. AD prevodníkom, alebo externou flash pamäťou. V nasledujúcich odsekoch je vysvetlená architektúra SPI a priebeh komunikácie medzi zariadeniami na tejto zbernici.

3.3.1 Architektúra SPI

SPI radiče použité v tejto práci sa nachádzajú v čipoch atmega8L. Na nasledujúcom obrázku (obr. 6) je uvedená architektúra SPI radiča, ktorý sa nachádza v týchto čipoch.



Obr. 6 Architektúra SPI radiča v MCU Atmega8L [6]

3.3.2 Princíp funkcie SPI

SPI prenosy sú realizované synchrónne. V každom prenose je jedno zo zariadení nakonfigurované v režime Master a druhé zariadenie nakonfigurované v režime Slave. Mikropočítač nakonfigurovaný ako Master riadi priebeh celého prenosu a určuje prenosovú rýchlosť udávaním taktovacích impulzov prenosu. Slave zariadenie prijíma posielané informácie od mastera a zároveň podľa taktovacej frekvencie prenosu od mastera odosiela informáciu naspäť masterovi. Pre správny chod takéhoto prenosu potrebujeme mať zariadenie prepojené tromi signálnymi vodičmi:

MOSI – Dátový výstup z Master a vstup Slave zariadenia (Master Output Slave Input)

MISO – Dátový vstup z Master a výstup Slave zariadenia (Master Input Slave Output)

SCK – Výstup hodinových impulzov z Master zariadenia a vstup hodinových impulzov do Slave zariadenia (SPI Bus Master clock Input)

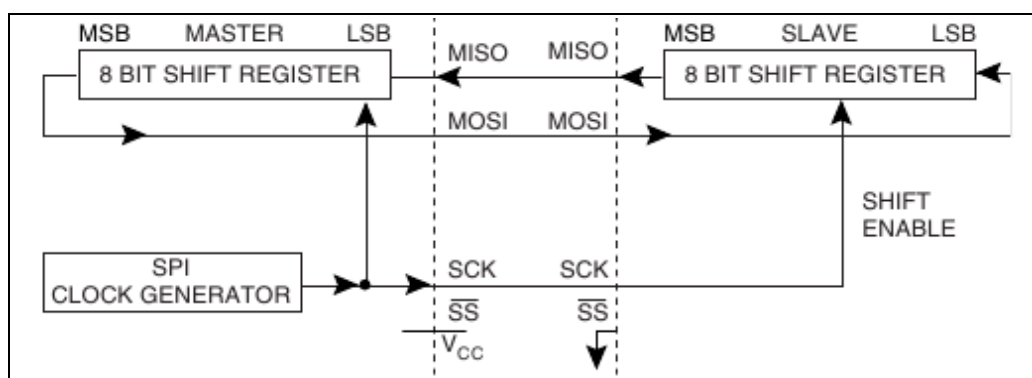
Často sa však pre lepšiu funkcionálnosť a využiteľnosť SPI radiča používajú na prenos aj signály:

CS – Signál aktivujúci SPI zbernicu na Slave zariadení (Chip Select)

WP – Signál zakazujúci zápis do externej flash pamäte (Write Protect)

RST – Signál resetujúci slave zariadenie (RST)

Celý prenos SPI prebieha medzi dvoma 8 bitovými buffermi, ktoré sa nazývajú shift registre a sú medzi sebou prepojené, ako je to znázornené na nasledujúcom obrázku:



Obr. 7 Grafické znázornenie SPI prenosu [6]

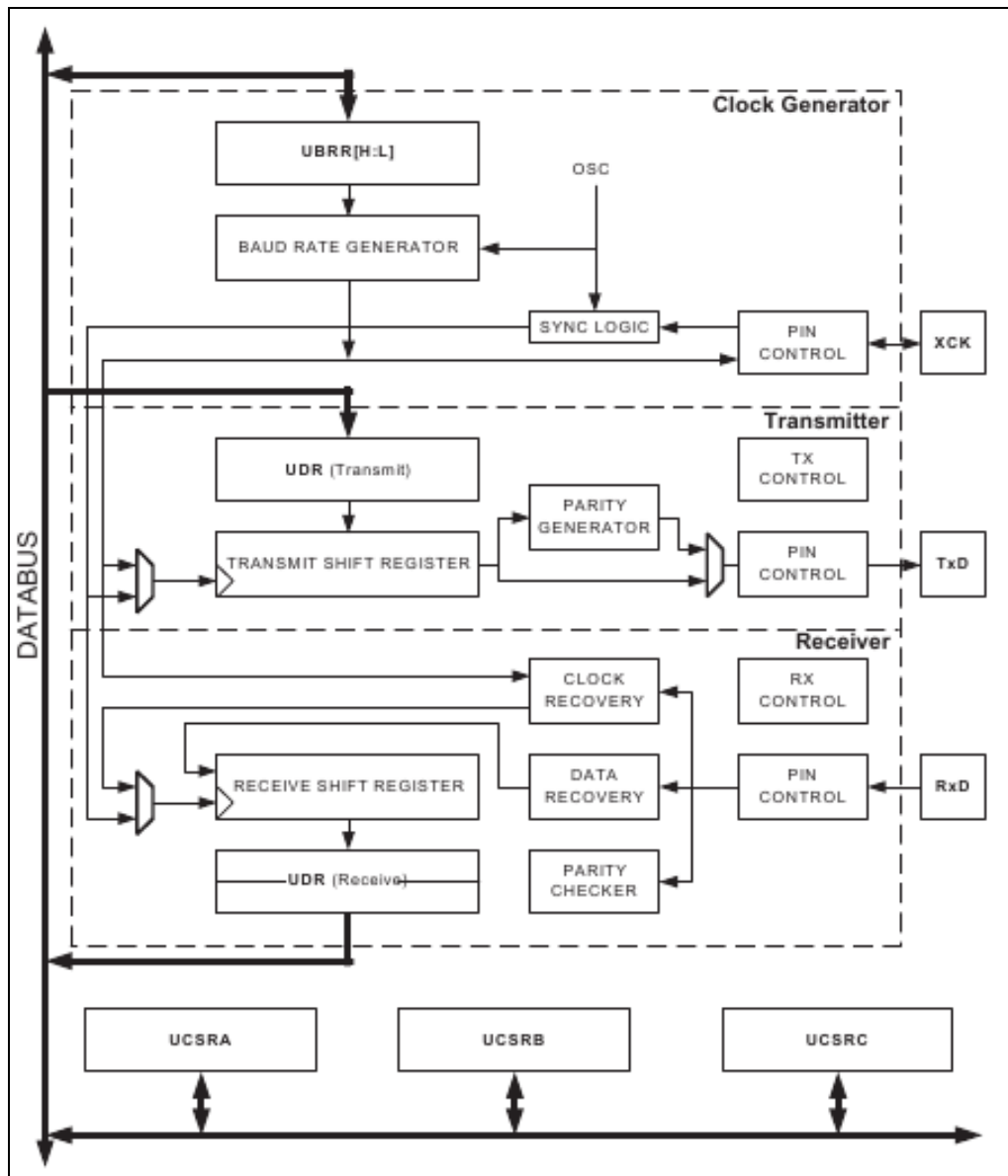
SPI komunikácia teda prebieha tak, že každé zo zariadení na aktívnej SPI zbernici naplní svoj shift register bytom, ktorý chce odoslať. Po zahájení prenosu Masterom celá komunikácia prebieha tak, že v taktovacej frekvencii rotujú obsahy týchto shift registrov v smere šípok doľava. To znamená, že pri každom taktovacom impulze prenosu sa odošle po sériovej linke najvyšší bit z shift registra a celý register rotuje doľava. Najnižší bit tohto registra sa naplní prijatým bitom. Z tohto princípu vyplýva, že po vložení bytu určeného na prenos do shift registra SPDR a úspešnom prenose sa v shift registri SPDR nachádza byt, ktorý bol prijatý od zariadenia, s ktorým komunikácia prebiehala. Priebeh prenosu môžeme sledovať a kontrolovať v Master aj Slave zariadení čítaním príznakov z príznakového registra SPISR alebo spustením a obsluhou prerušenia programu po úspešnom alebo neúspešnom SPI prenose.

3.4 Komunikácia cez sériovú linku

Sériovú komunikáciu v dnešnej dobe využíva už takmer každé zariadenie, ktoré má za úlohu nejakým spôsobom komunikovať so svojim okolím. V oblasti mikrokontrolérov je najčastejšie používaná trojvodičová plne obojstranná komunikácia. Komunikačné signály sú: RX (prijímacia linka), TX (odosielacia linka), a GND (zem). Pri porovnaní sériovej komunikácie cez sériovú linku s SPI sériovou komunikáciou popísanou v predchádzajúcej kapitole je možné všimnúť si rozdiel v tom, že štandardná komunikácia cez sériovú linku nemusí byť v prípade asynchrónnej komunikácie časovaná centrálnou od Master zariadenia, ale každé z komunikujúcich zariadení musí mať vnútorné hodiny zbernice nastavené na rovnakej frekvencii ako je frekvencia prenosu. Taktiež nie je nevyhnutne potrebné určovať si Master a Slave zariadenia na linke, týmto spôsobom prebiehajú len synchronne prenosi. V nasledujúcich odsekoch je popísaná sériová komunikácia cez zbernicu USART na mikropočítači Atmega8L použitom v praktickej realizácii tejto práce.

3.4.1 Architektúra zariadení sériovej komunikácie v mikropočítači

Ako zariadenia sprostredkujúce sériovú komunikáciu sú v tejto práci použité USART periférie integrované v procesoroch Atmega8L. Na nasledujúcom obrázku (obr. 8) je uvedená architektúra týchto komunikačných zariadení.



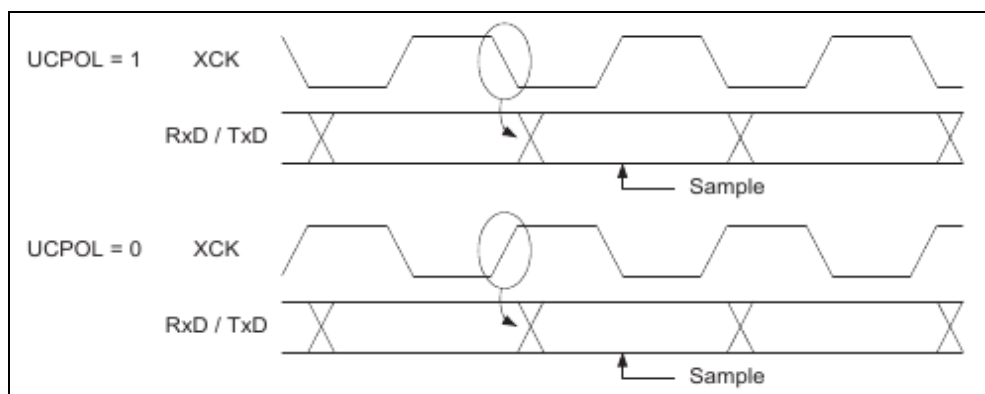
Obr. 8 Architektúra USART periférie v mikrokontroléri Atmega8L [6]

3.4.2 Princíp komunikácie cez sériovú linku

Komunikácia na linke môže prebiehať medzi dvoma zariadeniami v troch režimoch:

- asynchrónny prenos,
- asynchrónny prenos s dvojnásobnou rýchlosťou,
- synchronný prenos.

Asynchrónne prenosi prebiehajú tak, že komunikácia medzi zariadeniami funguje na vopred dohodnutej frekvencii. Tieto zariadenia nie sú prepojené žiadnym spoločným taktovacím signálom, na vysielanie aj príjem dát používajú vlastné hodinové impulzy s dohodnutou frekvenciou. Synchronizácia prenosov nastáva zaslaním štart bitu od vysielajúceho zariadenia. Naopak synchronný prenos prebieha pomocou spoločných taktovacích impulzov. Ak chceme prenášať dáta týmto spôsobom, musíme jedno zariadenie nastaviť ako Master a druhé ako Slave. Do Slave zariadenia sú od Mastera cez pin XCK odosielané taktovacie impulzy komunikácie, čo zabezpečí, že komunikácia prebieha naraz. V nasledujúcom obrázku (obr. 9) je uvedený príklad komunikácie dvoch zariadení v tomto režime.

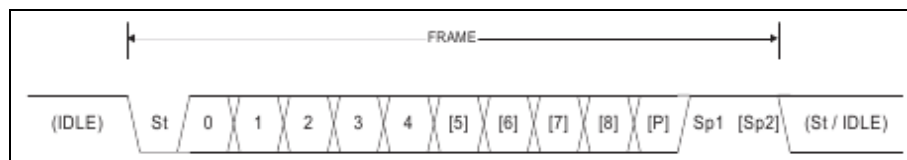


Obr. 9 Príklad synchronnej sériovej komunikácie [6]

Zariadenia komunikujú posielaním si tzv. komunikačných rámcov, ktoré môžu mať tieto parametre:

- 1 Start bit,
- 5,6,7,8 alebo 9 data bitov,
- žiadny, párnny alebo nepárny paritný bit,
- 1 alebo 2 Stop bity.

Pre vysvetlenie zloženia prenášaných rámcov je na nasledujúcom obrázku (obr. 10) uvedený prenášaný rámec s popísaným významom každého preneseného bitu. Bity s názvom v hranatých zátvorkách sú nepovinné, ich použitie závisí na nastavení komunikácie.



Obr. 10 Zloženie rámca prenášaného po sériovej linke [6]

Popis názvov bitov z obr.10:

St – štart bit

0...8 – prenášané bity

P – paritný bit

Sp1,Sp2 – Stop bity

IDLE – Stav nepoužívanej linky

Prenosové rýchlosti sériovej linky sa udávajú v baudoch. Tento údaj vyjadruje počet zmien na vodiči prenášajúcom informáciu za jednu sekundu. Maximálna rýchlosť tejto komunikácie závisí na použítom prenosovom kábli a rušení v okolí.

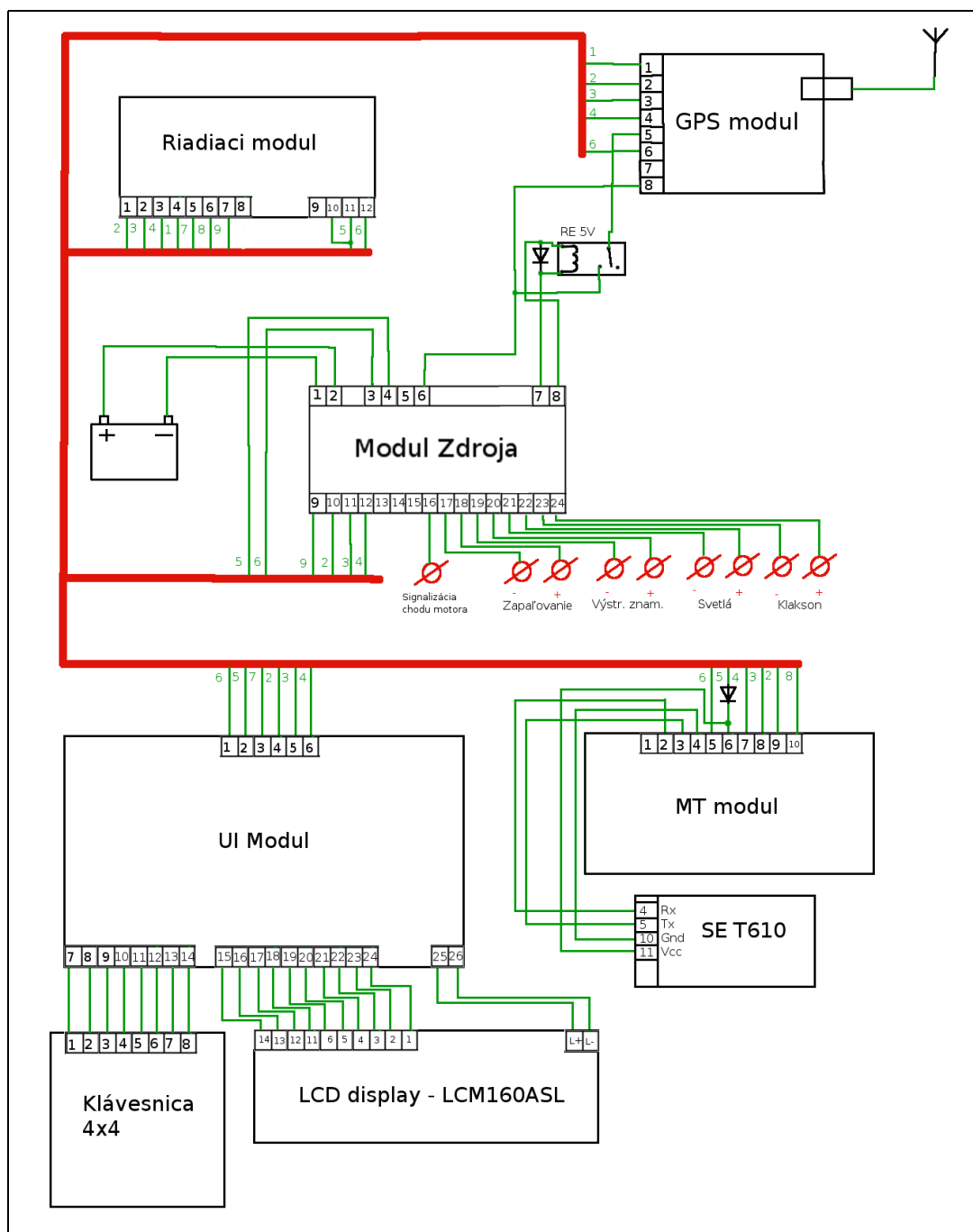
II. PRAKTICKÁ ČASŤ

4 HARDVÉROVÉ VYBAVENIE

V nasledujúcich podkapitolách je uvedená bloková schéma zapojenia celého systému ako aj schémy zapojení a návrhy plošných spojov jednotlivých modulov. Počas vývoja toto zariadenie dostalo názov: Systém Herbie.

4.1 Blokové zapojenie a popis architektúry systému

Na nasledujúcom obrázku je zakreslená schéma prepojenia jednotlivých modulov systému.



Obr. 11 Schéma zapojenia systému Herbie

Ako môžeme vidieť z predchádzajúceho obrázku (obr. 11), systém Herbie sa skladá z piatich modulov: riadiaceho modulu, UI (User Interface) modulu, GPS modulu, MT (Mobile Telephone) modulu, PS (Power Supply) modulu. Každý z týchto modulov má v systéme špecifickú úlohu.

4.1.1 Popis riadiaceho modulu

Tento modul má za úlohu zadávanie povelov jednotlivým modulom, kontrolu ich správnej funkcie, príjem a preposielanie údajov o pozícii, pohybe, autorizácii a spracovávanie ostatných dôležitých informácií o stave vozidla a systému. Komunikácia medzi riadiacim modulom a ostatnými modulmi prebieha cez SPI zbernicu. Riadiaci modul pomocou signálu Chip Select aktivuje modul, s ktorým chce nadviazať komunikáciu a následne spustí SPI prenos, v ktorom si so Slave modulom vymení Shift register. Je dôležité, aby táto komunikácia prebiehala bezproblémovo, závisí na nej plynulý a bezproblémový chod systému.

4.1.2 Popis GPS modulu

GPS modul sa skladá z dvoch zariadení. Jedným z nich je samotný GPS modul JUPITER 610F. Výhodou tohto modulu je možnosť fungovať už pri napájacom napätí 3.3 V. Druhým zariadením, ktoré tvorí tento modul, je mikrokontrolér Atmega8L, ktorý tiež funguje už pri napájacom napätí 3.3 V. Tento mikrokontrolér prijíma informácie o polohe, rýchlosti, čase a kurze a spracováva ich. Na príkaz riadiacej jednotky sú tieto informácie poskytované ďalej do systému na ich zobrazenie, uloženie, alebo zaslanie pomocou SMS.

4.1.3 Popis UI modulu

Vďaka tomuto modulu je kontrolovaný prístup a oprávnené používanie pomocou systémového hesla. Modul má k sebe pripojenú klávesnicu 4x4 znaky a 2x16 znakový LCD displej. Umožňuje zobrazovať aktuálny stav systému, výzvy používateľovi a po úspešnom zadaní hesla tiež aktuálnu rýchlosť, polohu alebo čas. Je jedným z modulov, ktoré umožňujú prehľadnú prácu so systémom.

4.1.4 Popis MT modulu

Práve tento modul má za úlohu udržiavať v pohotovosti komunikáciu so sieťou GSM. Je k nemu cez sériovú linku pripojený mobilný telefón, ktorý je týmto modulom ovládaný pomocou AT príkazov. Vďaka tomuto modulu je spracovaný každý prichádzajúci hovor do pripojeného telefónu a tiež sú v ňom tvorené SMS správy, ktoré sa pomocou AT príkazov a pripojeného mobilného telefónu odosielať vlastníčkovi.

4.1.5 Popis PS modulu

Najdôležitejší modul z hľadiska ovládania vozidla a zisťovania jeho stavu je práve PS (Power Supply) modul. Tento modul obsahuje päť mosfet tranzistorov, pomocou ktorých sú ovládané systémové a dôležité automobilové okruhy. Týmto okruhmi sú: okruh spínania klaksónu, okruh spínania svetiel, okruh spínania výstražného znamenia a okruh zaisťujúci chod motora. Modul tiež monitoruje obvod vnútorného osvetlenia vozidla a obvod signalizujúci chod motora, pomocou ktorých zaznamenáva otvorenie dverí vozidla a spustenie motora. Vďaka ovládaniu spínacími tranzistormi má modul tiež možnosť spustiť poplach striedavým trúbením, blikaním svetiel a výstražných znamení.

4.1.6 Spôsob prepojenia modulov

Keďže jednotlivé moduly medzi sebou komunikujú po zbernici SPI, sú pripájané k riadiacemu modulu pomocou odrušeného F/UTP kábla. Tento kábel obsahuje 4 krútené dvojice káblov, cez ktoré je realizovaná komunikácia. Jednotlivé signály vedené káblom sú rozdelené v kábli podľa farieb žíl. Toto rozdelenie je zobrazené v nasledujúcej tabuľke:

Farba vodiča	Prenášaný signál
Oranžový	CS – pre každý modul zvlášť
Modrý	SCK
Zelený	MISO
Hnedý	MOSI
Bielo-oranžový	Vcc +5V
Bielo- zelený, modrý, hnedý	GND
Tienenie	GND

Tab. 3 Signály prenášané v F/UTP kábli podľa farieb

Použitý F/UTP kábel zároveň odrušuje SPI komunikáciu voči elektrickému rušeniu vďaka tieneniu prepojenému s GND a krúteniu, v ktorom v každej krútenej dvojici (okrem oranžového páru) je vedený jeden GND signál. Toto opatrenie voči rušeniu zvyšuje schopnosť bezporuchového prenosu po SPI z niekoľkých centimetrov pri použití netieneného kábla až na niekoľko metrov s použitím F/UTP kábla.

4.1.7 Ostatné použité diely

V zapojení systému (obr. 11) je okrem modulov a prepojovacích káblov vložené ešte jedno relé so spínacím napätím 5V. Toto relé je spínané cez N-Fet tranzistor, riadiaci okruh 0 – spúšťanie GPS modulu. Dôvod použitia tohoto relé spočíva v tom, že toto relé rozpája priamo 3.3 V napájacie napätie pre GPS modul. Keby bol tento obvod ovládaný priamo cez MOSFET, bol by prerušovaný GND prívod napájania GPS modulu, čo by znamenalo použitie ďalšieho kábla a stále budený GPS modul napätím 3.3V. Toto by mohlo spôsobiť problém pri pokuse riadiaceho modulu o komunikáciu s GPS modulom.

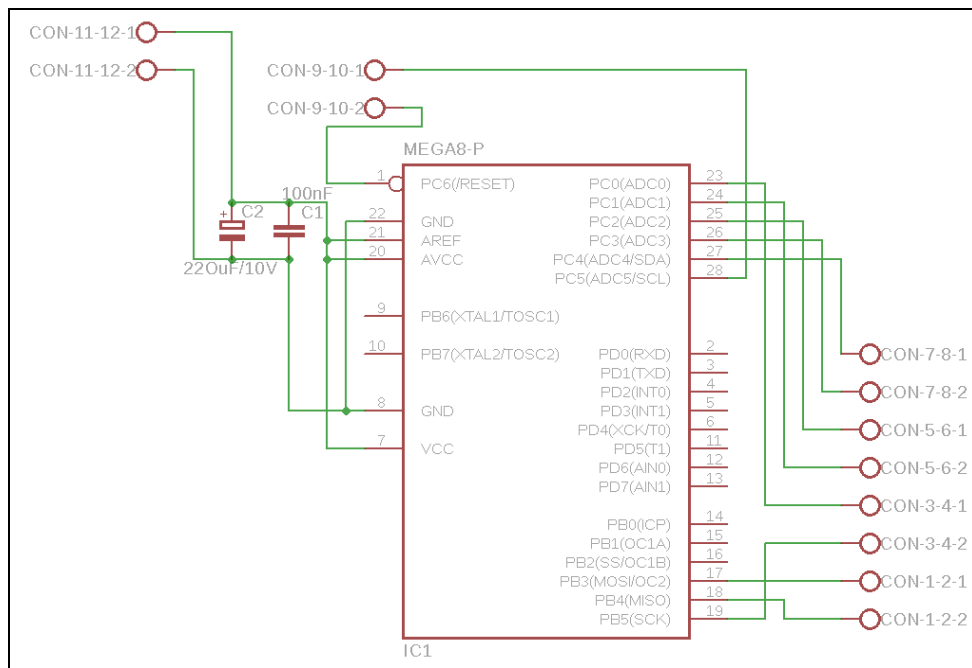
V schéme sú použité tiež dve usmerňovacie diódy. Jedna z nich je pripojená paralelne k záťaži MOSFET tranzistora. Táto dióda slúži na zníženie možnosti zničenia MOSFET tranzistora pri rozpojení napájania indukčnej záťaže (ktorou je aj cievka v relé), kde sa na cievke indukuje vysoký napät'ový impulz opačnej polaroty. Ďalšia dióda je použitá v napájacej vetve modulu v závernom smere k riadiacemu modulu. Po odpojení napájania tohoto modulu totiž mobilný telefón distribuuje napätie zo svojej batérie na napájacie kontakty. Toto napätie využívame na udržanie MT modulu vo funkčnosti.

4.2 Schémy zapojenia a návrhy plošných spojov

V nasledujúcich podkapitolách sú postupne uvedené a vysvetlené schémy všetkých modulov systému ako aj návrhy plošných spojov.

4.2.1 Schéma zapojenia a návrh DPS riadiaceho modulu

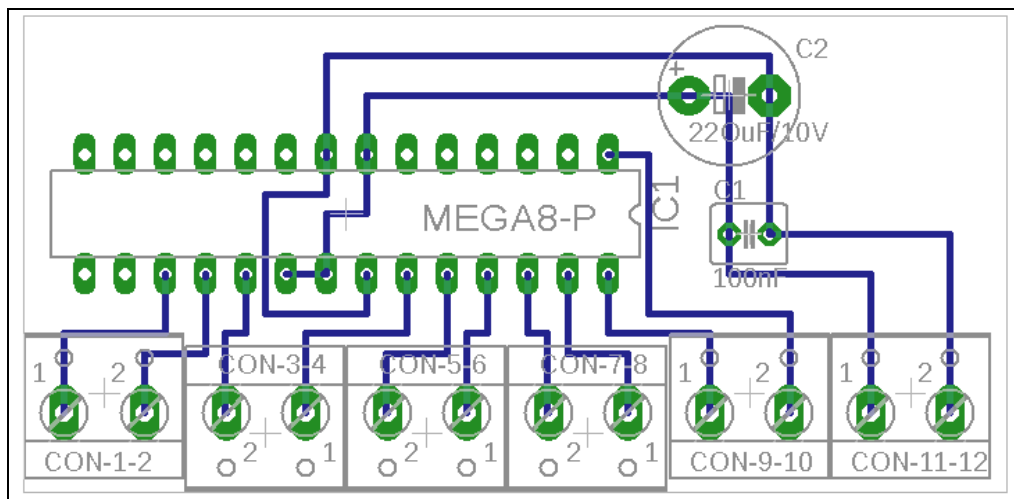
Návrh schémy zapojenia uvedenej na obrázku (obr. 12) ako aj ostatné návrhy schém zapojení boli realizované pomocou študentskej verzie softvéru Eagle 5.11.0 od spoločnosti Cadsoft.



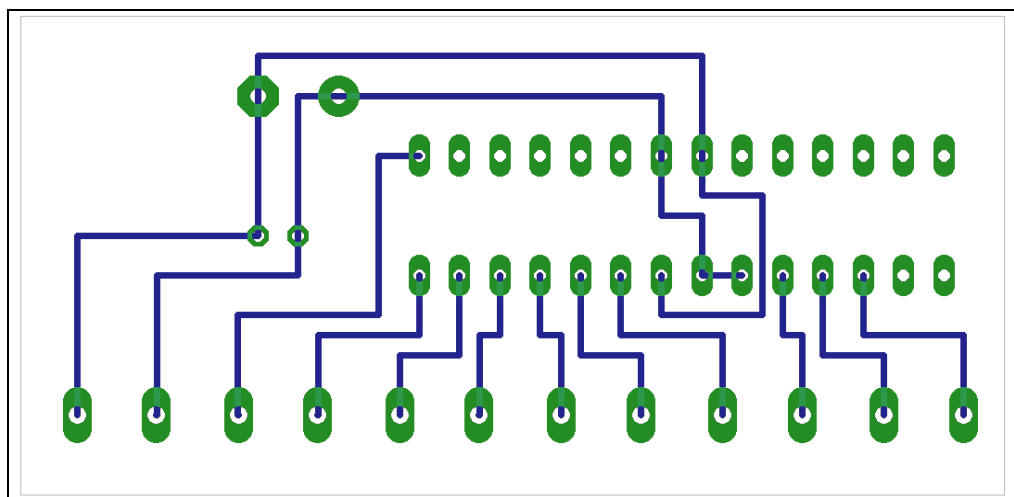
Obr. 12 Schéma zapojenia riadiaceho modulu

Najjednoduchšiu schému zapojenia v systéme Herbie má paradoxne práve jednotka riadiaceho modulu. Na tomto module je osadený mikrokontrolér Atmega8L, ktorý má pomocou svorkovnic sprístupnené kontakty zbernice SPI a nimi komunikuje cez túto zbernicu s ostatnými modulmi. Na svorky modulu je okrem napájacích napätí a signálu Reset privedených tiež šesť pinov z portu C spomínaného mikrokontroléra. Pomocou výstupných napätí na pinoch tohoto portu je mikrokontrolér schopný pred začatím SPI prenosu vybrať modul, s ktorým má komunikovať. Označenie jednotlivých dvojíc kontaktov svorkovnic zahŕňa označenie svorkovnice a poradové číslo pinu. Napr. označenie svorkovnice CON-1-2-2 označuje svorkovnicu, na ktorej sa nachádzajú piny modulu s označením 1 a 2. Číslo 2 na konci názvu upresňuje, o ktorý pin ide. Z daného označenia pinu teda vyplýva, že ide o svorku 2 uvedenú v celkovom zapojení systému.

Pre lepšiu predstavu o rozložení súčiastok a svorkovnic na riadiacom module je na nasledujúcich obrázkoch (obr. 13) a (obr. 14) zobrazený návrh dosky plošných spojov pre tento modul. Obrázok (obr. 13) predstavuje pohľad zhora na DPS s osadenými súčiastkami. Obrázok (obr. 14) predstavuje pohľad zdola na samotné spoje DPS.



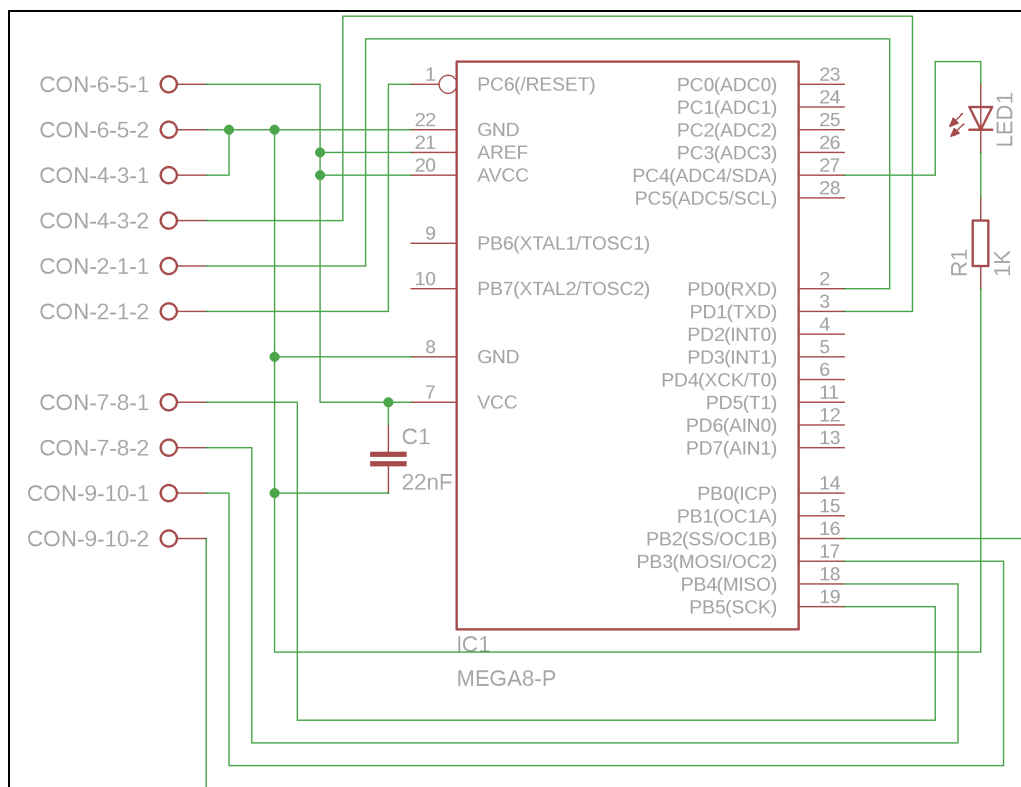
Obr. 13 Návrh DPS – pohľad zhora



Obr. 14 Návrh DPS – pohľad zdola

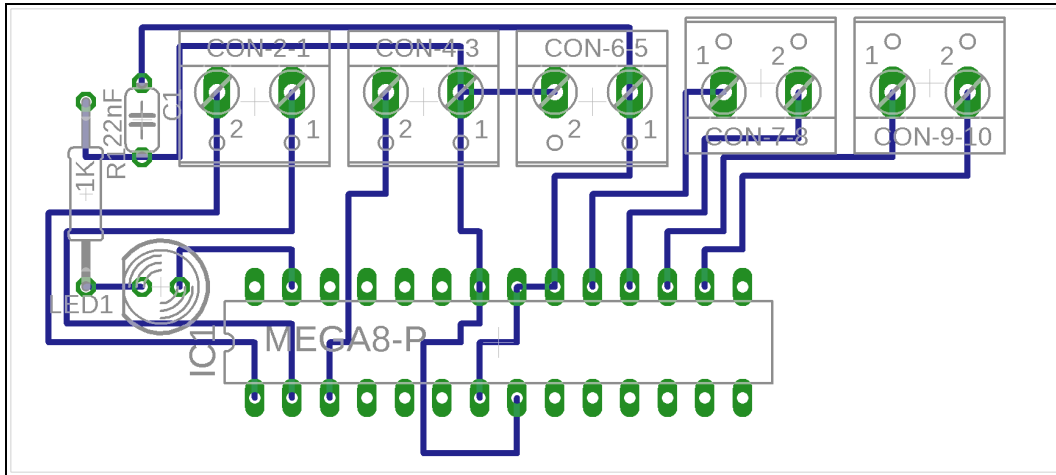
4.2.2 Schéma zapojenia a návrh DPS MT modulu

Schéma MT modulu sa od riadiaceho modulu líši v pár zmenách. Ide totiž o druhú najjednoduchšiu schému zapojenia modulu. Pre komunikovanie cez zbernicu SPI sú vyvedené svorky so signálmi MISO, MOSI, SCK, ale keďže toto zariadenie pracuje v SPI režime Slave, vyvedený je na svorkovnicu aj pin CS, umožňujúci výber tohto modulu pre komunikáciu cez SPI. MT modul má však kvôli komunikácii cez sériovú linku s mobilným telefónom vyvedené piny RX a TX. Po týchto dvoch signálnych vodičoch je modul schopný ovládať telefón zasielaním AT príkazov. K mikrokontroléru je oproti zemi pripojená ešte LED dióda, pomocou ktorej je signalizovaný stav komunikácie s mobilným telefónom. Na nasledujúcom obrázku (obr. 15) je uvedená schéma zapojenia modulu MT. Označenie svoriek svorkovnic v tejto schéme je vykonané podľa postupu v popise riadiaceho modulu.

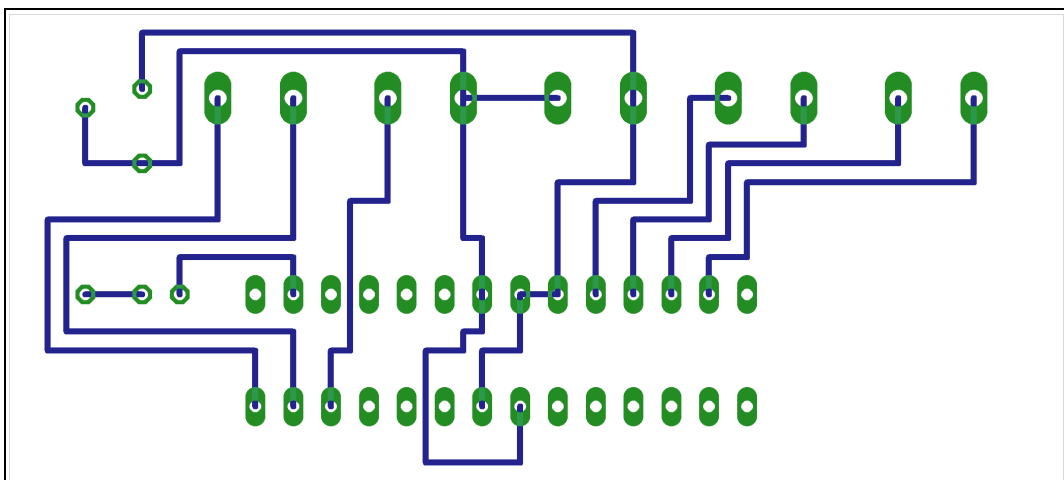


Obr. 15 Schéma zapojenia modulu MT

V nasledujúcich obrázkoch (obr. 16) a (obr. 17) sú pre lepšie predstavenie rozloženia súčiastok a konektorov na DPS zobrazené návrhy DPS z pohľadu zhora a z pohľadu zdola.



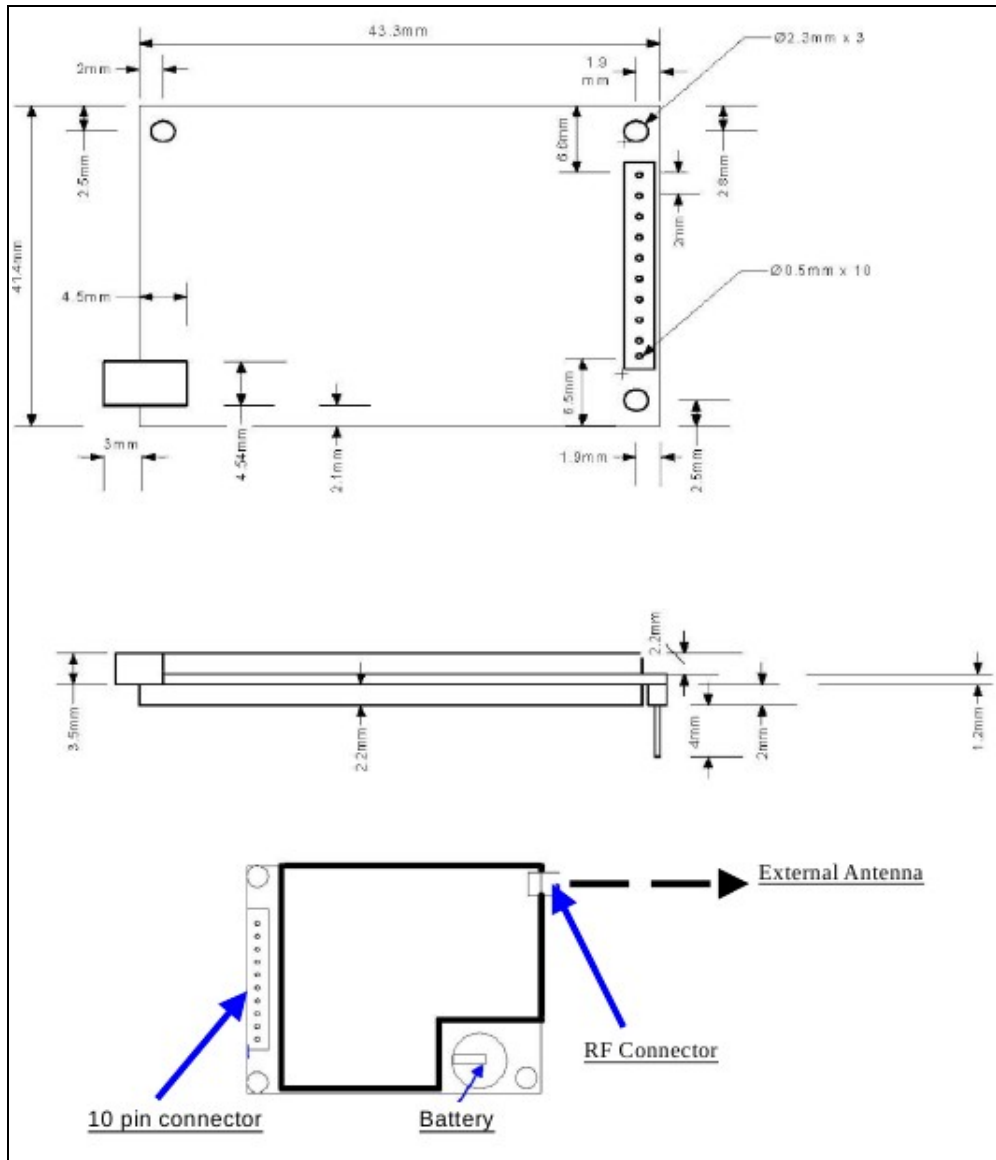
Obr.16 Návrh DPS MT modulu – pohľad zhora



Obr. 17 Návrh DPS MT modulu – pohľad zospodu

4.2.3 Schéma zapojenia a návrh DPS GPS modulu

GPS modul sprostredkováva komunikáciu riadiacej jednotky a GPS lokátora JUPITER-610F. Tento modul GPS prijímača je pripojený k modulu GPS pomocou 10-pinového konektora, v ktorom sú funkcie jednotlivých pinov určené výrobcom. Okrem spomínaného konektora je GPS prijímač osadený konektorom MMCX, pomocou ktorého sa do prijímača pripája externá GPS anténa, ktorá je veľmi dôležitá pre funkciu tohto modelu prijímača. Anténa môže byť pasívna, ale aj aktívna. Pre napájanie aktívnej antény (taká je použitá aj v tomto prípade) je vyhradený pin v 10-pinovej päťici GPS prijímača. V tomto zapojení je použitá externá aktívna GPS anténa s konektorom MMCX, ktorá funguje na napájacie napätie v rozsahu 2,7 – 6V. Zisk zosilňovača tejto antény je 27dB. Zisk samotnej antény je 4 dBic min. Modul GPS je ďalej osadený miktokontrolérom Atmega8L, ktorý zabezpečuje uchovávanie informácií z GPS prijímača a ich sprostredkovanie pre riadiaci modul. GPS prijímač má okrem napájacieho pinu zo svojho konektora vyvedený aj pin pre napätie udržiavajúce v RAM pamäti prijímača dáta o poslednej lokalizácii a aktuálnom čase. Použitím tohto pomocného napájacieho signálu, ktorý musí byť privedený na GPS modul neustále, niekoľkonásobne zrýchľujeme dobu načítania aktuálnych súradníc po každom spustení prijímača. Keďže je GPS prijímač navrhnutý a skonštruovaný na napájacie napätie 3.3 V, tak je toto napájanie použité aj pre miktokontrolér. Týmto je zabezpečené že nenastane chyba prenosu po sériovej linke medzi miktokontrolérom a GPS prijímačom z dôvodu rozdielnych logických úrovní na sériovej linke, ktorou sú prepojené. Komunikácia miktokontroléra s riadiacim modulom prebieha tak ako v ostatných prípadoch cez SPI. Kvôli rozdielnym logickým úrovniam na vstupe a výstupe tejto komunikačnej SPI linky boli k vstupným pinom miktokontroléra (SCK, CS, MOSI) predradené odporové deliče, ktoré prispôsobujú vstupné napätie 5 V na napätie približne 3.4 V. Z 10-pinovej päťice GPS prijímača je tiež vyvedený signál indikujúci stav GPS prijímača. Tento stav je indikovaný pomocou LED diódy pripojenej k tomuto pinu voči GND. Na nasledujúcom obrázku (obr. 18) je zobrazený nákres GPS prijímača so zakótovanými rozmermi, pochádzajúci z dokumentácie daného prijímača [7]. Za ním nasleduje tabuľka (tab. 4) s popisom jednotlivých pinov komunikačného konektora tohto prijímača.

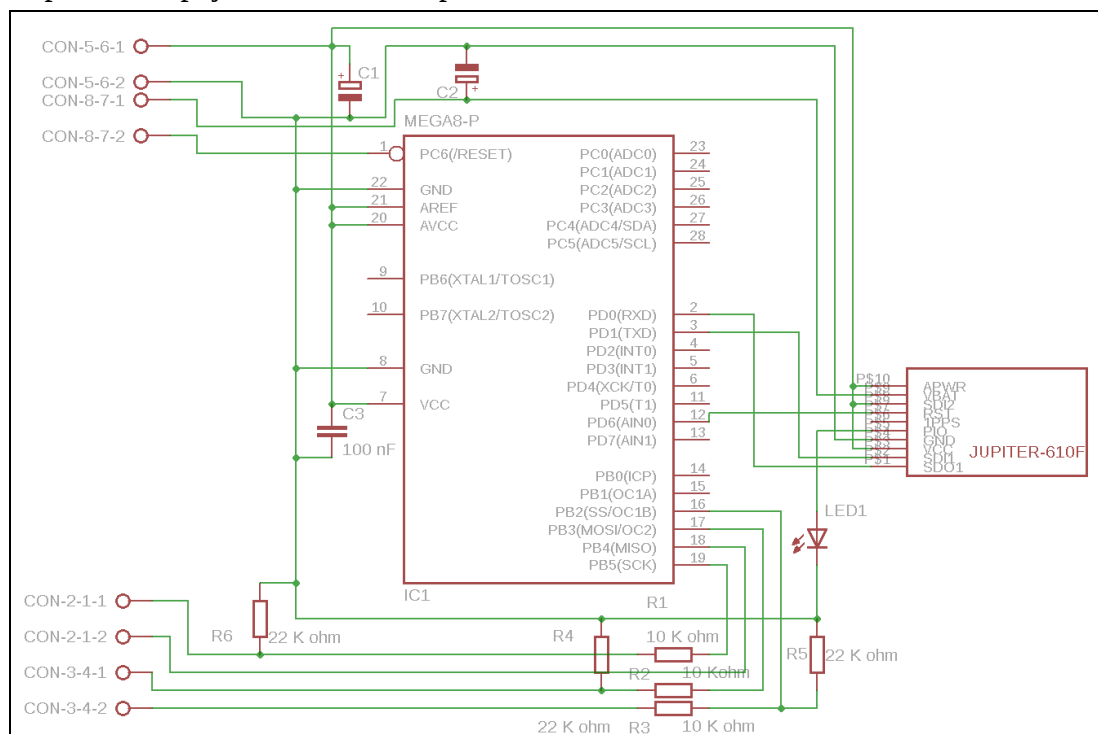


Obr. 18 Nákres GPS modulu [7]

Číslo pinu	Názov signálu	Popis
1	Serial Data Out1	Asynchrónny sériový LVTTTL výstup NMEA správ
2	Serial Data In1	Asynchrónny sériový LVTTTL vstup príkazov pre GPS, ak sa nepoužíva, na vstup dať log.1
3	Vcc	Napájacie napätie 3.3V
4	GND	GND pin napájania
5	PIO output	Indikácia stavu GPS prijímača
6	1PPS	Výstup 1 impulz za sekundu
7	RESET_IN	Vstup RESET signálu, aktívny pri log.0
8	Serial Data In2	Asynchrónny sériový LVTTTL vstup DGPS RCTM dát. Ak sa nepoužíva, na vstup dať log.1
9	Vbat	Vstup napájania pre udržiavanie časových a SRAM dát.
10	Antenna Power	Vstup napájania pre aktívnu anténu

Tab. 4 Popis funkcií pinov na 10 pin konektore GPS podľa [7]

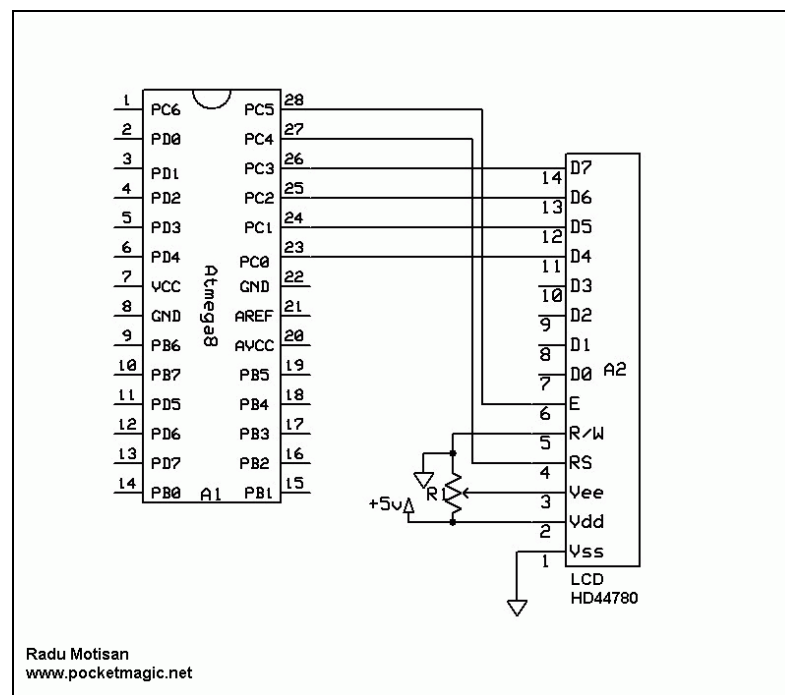
Na nasledujúcich obrázkoch: obr. 19, obr. 20 a obr. 21 je zobrazená schéma zapojenia a návrh plošného spoja GPS modulu z pohľadu zhora a zdola.



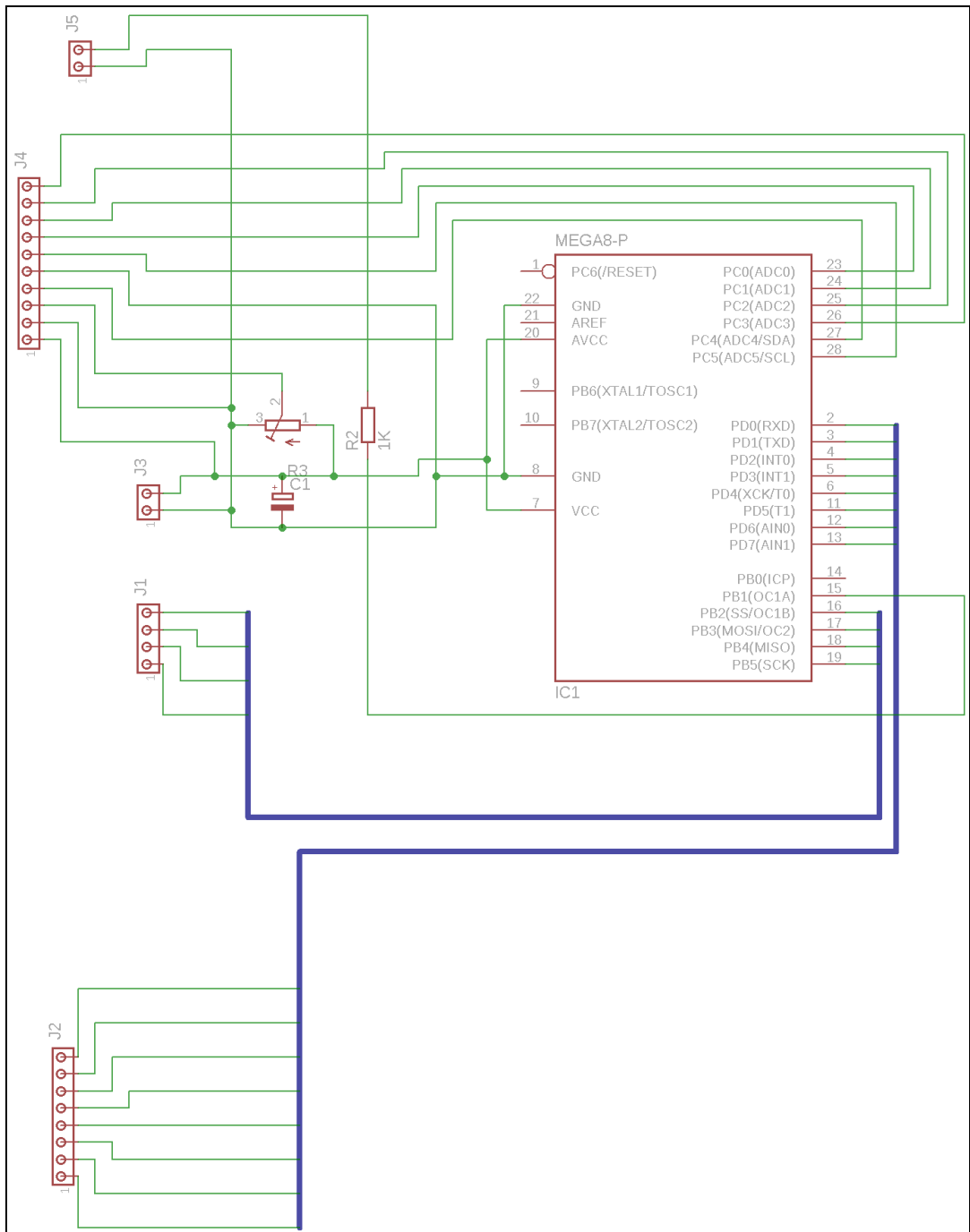
Obr. 19 Schéma zapojenia GPS modulu

4.2.4 Schéma zapojenia a návrh DPS UI Modulu

User Interface modul je jediný z modulov, ktoré umožňujú kontinuálne zobrazovanie a ovládanie systému pomocou LCD displeju a klávesnice. Jadrom tohoto modulu je mikrokontrolér Atmega8L, opakovane snímajúci klávesnicu a ovládajúci LCD displej. Ako klávesnica je v tomto module použitá klasická maticová klávesnica s veľkosťou 4x4 znaky, ktorá je pripojená k svorkovnici J2 . LCD displej použitý v tomto module je 2 x 16 znakový, s radičom HD44780 a je prepojený s mikrokontrolérom cez svorkovnicu J4. Tento displej umožňuje 8 bitovú aj 4 bitovú komunikáciu. V tejto práci je použitá štvorbítová komunikácia s displejom kvôli úspore prepojujúcich vodičov a vstupno-výstupných pinov na mikrokontroléri. Pri prepájaní LCD displeja s mikrokontrolérom bolo postupované podľa návodu zo stránky pocketmagic.com [8]. Kontrast displeja je možné nastavovať pomocou trimra R3. Podsvietenie displeja je pripojené cez 1K Ohmový rezistor medzi výstup PWM modulácie z mikrokontroléra a GND cez svorkovnicu J5. Toto umožňuje ovládať podsvietenie displeja plynulo a bez veľkého zaťažovania procesoru v slučke programu. Modul je napájaný napájacím napätím 5 V a komunikuje s riadiacou jednotkou pomocou SPI zbernice. U modulu UI ako aj u nasledujúceho modulu PS je RESET pin mikrokontroléra odpojený a počíta sa so zakázaním RESET signálu pri programovaní mikrokontroléra. Na nasledujúcich obrázkoch obr. 22 a obr. 23 je zobrazený spôsob prepojenia LCD displeja s mikrokontrolérom zo stránky pocketmagic.com [8] a schéma zapojenia UI modulu.

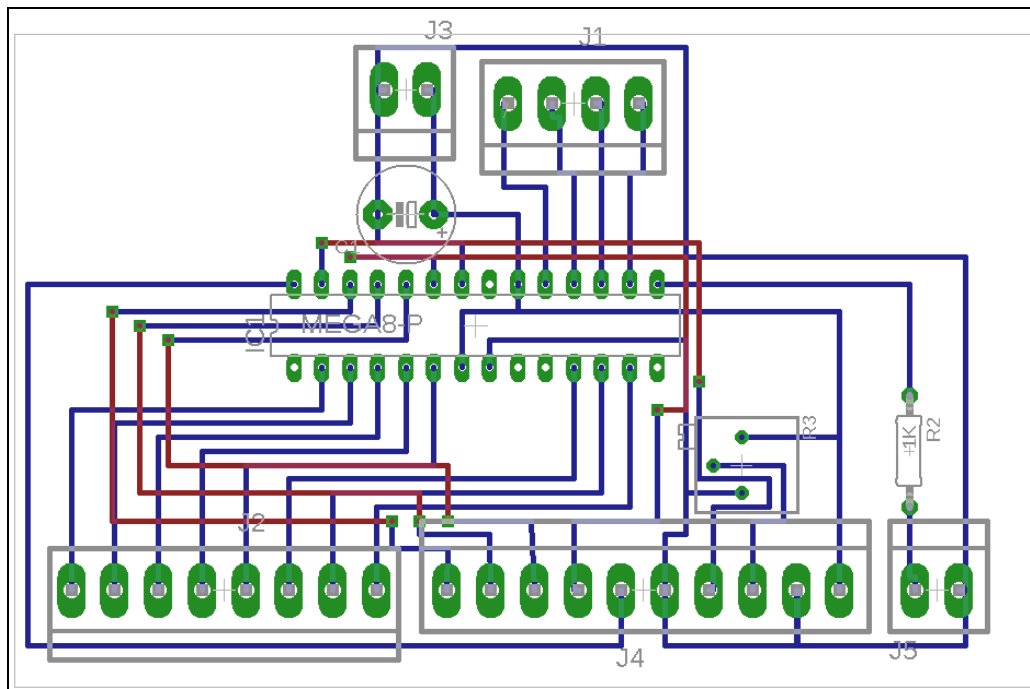


Obr. 22 Schéma pripojenia LCD k mikrokontroléru z [8]

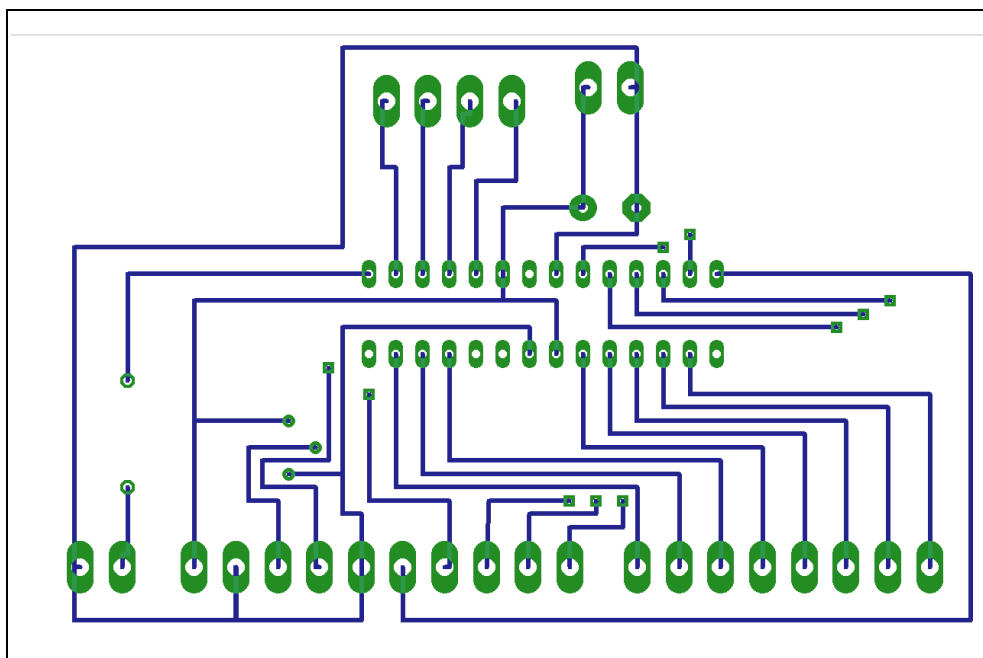


Obr. 23 Schéma zapojenia UI modulu

Na nasledujících obrázcích obr. 24 a obr. 25 je zobrazený návrh plošného spoja UI modulu z pohľadu zhora a z pohľadu zdola.



Obr. 24 Návrh DPS pre UI modul – pohľad zhora



Obr. 25 Návrh DPS pre modul UI – pohľad zdola

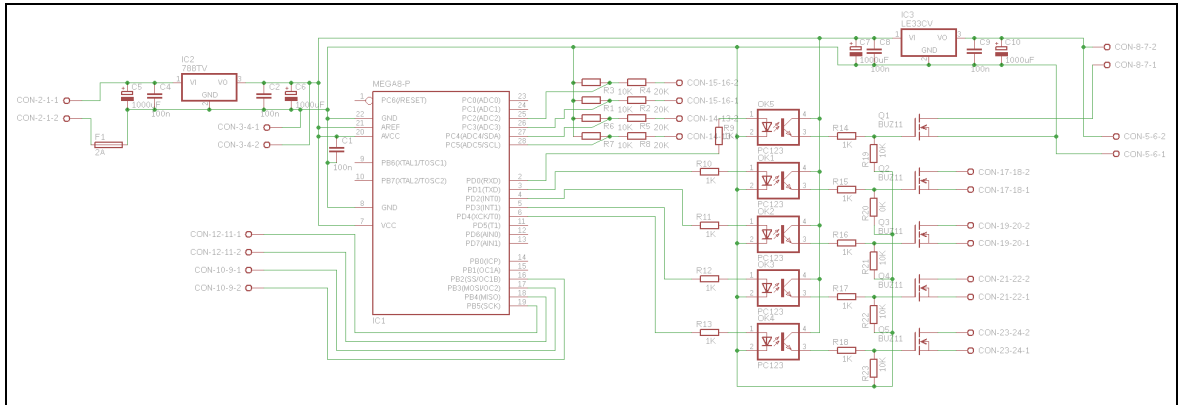
4.2.5 Schéma zapojenia a návrh DPS modulu PS

Modul PS je najdôležitejším modulom celého systému. Okrem samotného ovládania okruhov automobilu totiž obsahuje aj napájací zdroj. Tento zdroj pozostáva z filtračných kondenzátorov napájacieho napätia 12 V. Toto napätie je znižované stabilizátorom 7805, za ktorým je vyhladzované ďalšími filtračnými kondenzátormi. Napájacie napätie 5 V je používané ako napájanie pre riadiaci, UI, MT a aj samotný PS modul. K tomuto napätiu je pripojený ešte stabilizátor LE33CV s filtračnými kondenzátormi, z ktorého je vyvedené prerušované napájanie GPS modulu a neustále napájanie SRAM a batérie v GPS module. Samotný mikropočítač, ktorý ovláda PS modul, je spojený s riadiacim modulom tiež pomocou SPI zbernice. Okrem tohto pripojenia je zapojený k štyrom monitorovaným signálom a pomocou piatich riadiacich signálov ovláda spínacie tranzistory.

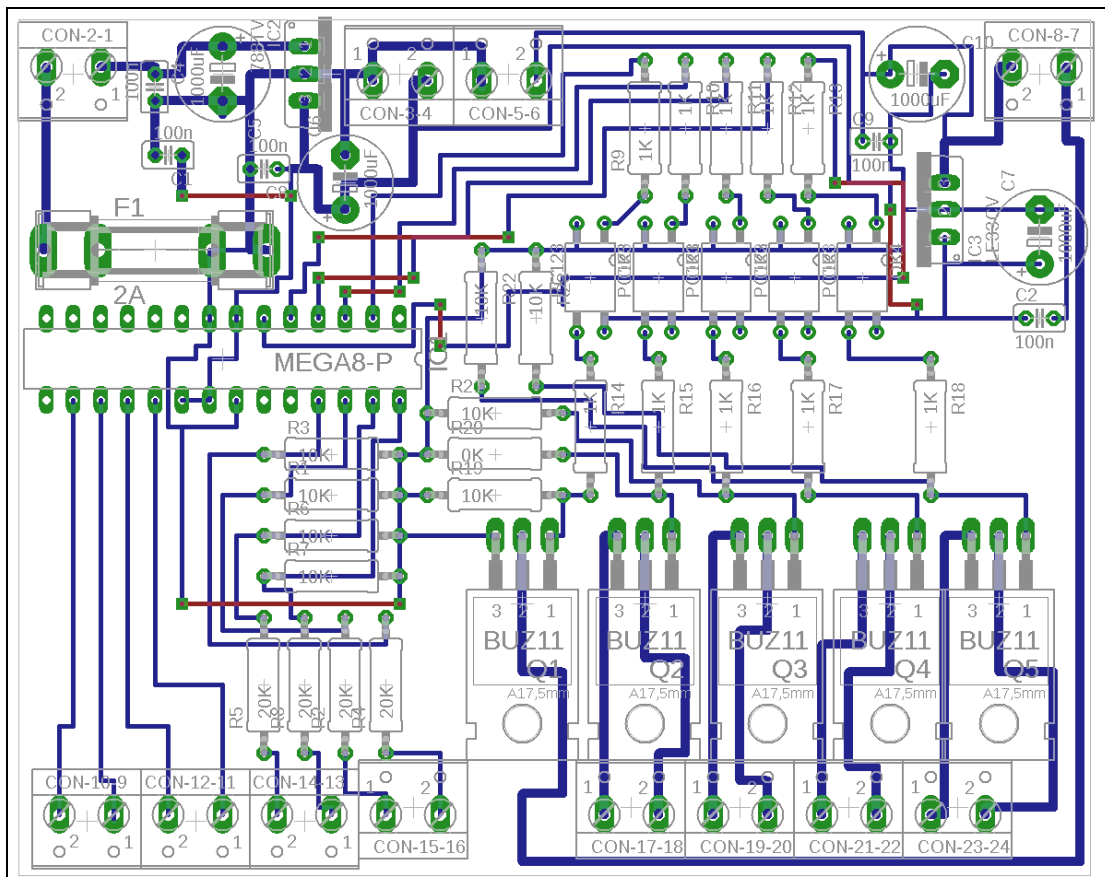
Monitorovacie signály sú navrhnuté na monitorovanie signálov s napätovými úrovňami High = 12V , Low = 0V. Aby mikrokontroléru vysoké vstupné napätie nespôsobovalo problémy, resp. ho nezničilo, je každý z týchto signálov pripojený k mikrokontroléru cez odporový delič zložený z 10K Ohm a 20K Ohm rezistorov. Tento delič zabezpečuje, že napätie 12 V na vstupe bude pri mikrokontroléri mať úroveň 4 V. Návrh bol vyrobený úmyselne na nižšiu úroveň výstupného napätia deliča kvôli možnosti vzrastu napätia na vstupe až na 14 V, pri ktorom bude napätie na vstupe mikrokontroléra 4,66 V.

Výstupné signály na ovládanie spínaných okruhov v automobile sú pripojené cez diódu optočlen PC123 a 1K Ohm-ový rezistor na GND. Tranzistory v optočlenoch sú pripojené kolektorom ku Vcc 5V a emitor majú spojený cez 1K Ohm-ový rezistor ku Gate kontaktu MOSFET tranzistorov BUZ11. Gate kontakt tranzistorov je pre prípad nebudenia pomocou vnútorných tranzistorov z optočlenov PC123 pripojený cez 10K Ohm-ový rezistor na GND, čo zabraňuje samovoľnému spúšťaniu okruhov tranzistorami na základe indukcie na Gate tranzistorov BUZ11. Prepojenie mikrokontroléra s výkonovými MOSFET tranzistorami pomocou optočlenov má aj ochrannú funkciu, kedy pri prípadnom prerazení spínacieho tranzistora nie je mikrokontrolér ohrozený skratom.

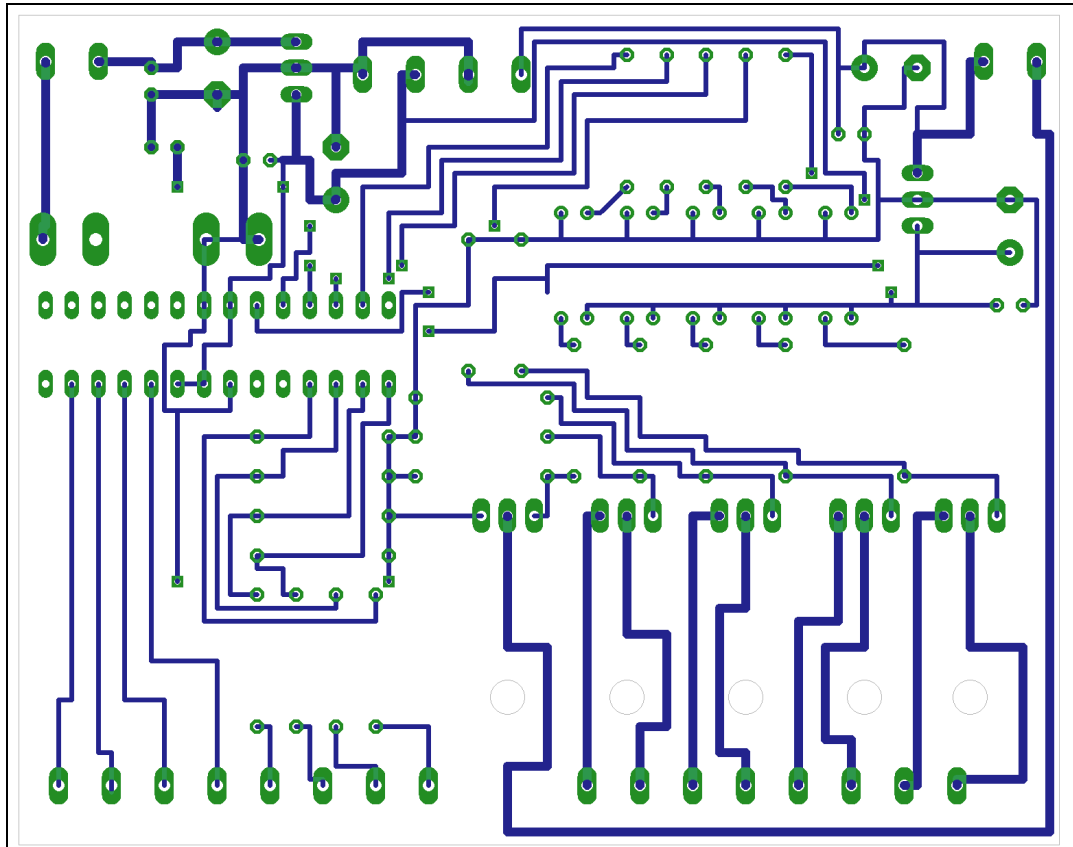
Na nasledujúcich obrázkoch obr. 26, obr. 27 a obr. 28 je schéma zapojenia modulu PS a tiež návrh DPS pre PS modul z pohľadu zhora a zdola.



Obr. 26 Schéma zapojenia modulu PS



Obr. 27 Návrh DPS modulu PS – pohľad zhora



Obr. 28 Návrh DPS modulu PS – pohľad zdola

5 SOFTVÉROVÉ VYBAVENIE

V tejto kapitole je popísaný komunikačný protokol vytvorený pri vývoji tohto zariadenia a princíp fungovania softvéru v jednotlivých moduloch. Programy do jednotlivých modulov boli vytvorené vo vývojovom prostredí *AVR studio* od spoločnosti Atmel. Tieto programy sú napísané v jazyku C. Pre väčšiu prehľadnosť princípu fungovania programov a lepšiu orientáciu v nich sú v nasledujúcich kapitolách uvedené vývojové diagramy jednotlivých programov. Zdrojové kódy v jazyku C sú dostupné na priloženom CD.

5.1 Použitý komunikačný protokol na zbernici SPI

Pri komunikácii na zbernici SPI medzi jednotlivými modulmi môže dochádzať k nesprávnemu prenosu informácie na základe použitia neodrušených vodičov v dátovom prepojení modulov alebo na základe miery elektrického a magnetického rušenia v prostredí, v ktorom sa zariadenie nachádza. Aby jednotlivé komunikujúce moduly boli schopné rozoznať správnosť prenesenej informácie, bol vytvorený jednoduchý komunikačný protokol, ktorý dokáže odhaliť chybné prenesenú informáciu. Priebeh správneho prenosu jednej inštrukcie medzi Master a Slave zariadením prebieha v pätnástich prenosoch shift registrov. Spôsob prenosov bol kvôli prehľadnosti zvolený tak, aby pri jednom prenose bol prenesený vždy len jeden Byte buď od Master zariadenia k Slave, alebo opačne. Ak prenos prebehol správne, Master zariadenie počas neho obdržalo zároveň návratovú hodnotu k inštrukcii, ktorú zaslalo. Návratovou hodnotou môžeme rozumieť buď potvrdenie správneho prijatia inštrukcie, alebo dáta vrátené Master zariadeniu ako odpoveď na inštrukciu. Celá táto komunikácia sa dá rozdeliť do štyroch fáz:

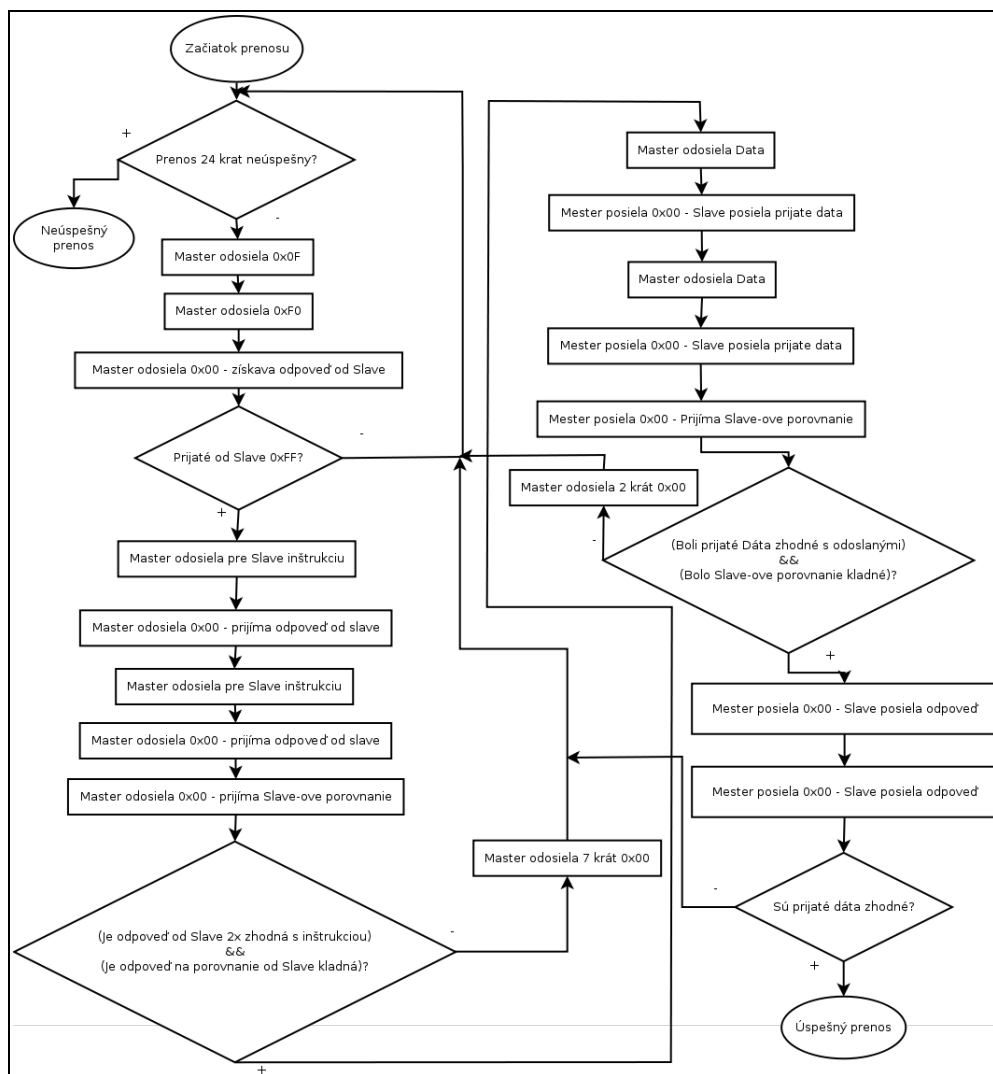
Prvá fáza je synchronizačná. Master posiela stále rovnakú sekvenciu 0x0F, 0xF0 a 0x00 bytov. Slave po správnom prijatí postupnosti 0x0F a 0xF0 odošle Master-ovi synchronizačné potvrdenie 0xFF počas vysielania 0x00 od Mastra.

V druhej fáze je prenášaná inštrukcia od Master-a. Master odošle sekvenciu, ktorá obsahuje: odosielaný Byte, 0x00, odosielaný Byte, 0x00 a 0x00. Počas druhého a tretieho odoslaného bytu Slave odosiela Masterovi prijaté dáta v predchádzajúcom prenose. Tieto dva prijaté Byty zároveň porovná a Masterovi pri treťom prijímaní Bytu 0x00 odosiela potvrdenie o zhode dvoch prijatých Bytov. Ak Master prijme kladné potvrdenie prenesenej inštrukcie, pokračuje v prenose ďalej. Ak je potvrdenie záporné, kvôli zachovaniu synchronizácie odošle sedemkrát Byte 0x00, čím sa dostane do synchronizačnej časti.

V tretej fáze sa odosielajú od Master zariadenia dáta. Komunikácia medzi zariadeniami v tejto fáze prebieha rovnakým spôsobom ako pri prenose inštrukcie, len pri nesprávnom odoslaní dát Master pre reštartovanie komunikácie odosiela Byte 0x00 len dvakrát.

Medzi treťou a štvrtou fázou vďaka vysokej rýchlosti taktovania mikroprocesorov stihne Slave zariadenie vyhodnotiť inštrukciu a dáta prijaté od Master zariadenia. Dáta vyplývajúce z vykonania inštrukcie sú prenášané vo štvrtej fáze prenosu.

Vo štvrtej fáze prenosu Master prijíma pomocou odoslania dvoch Bytov s hodnotou 0x00 výsledok zadanej inštrukcie a dát od Slave zariadenia. Výsledkom môže byť len potvrdenie o správnom realizovaní inštrukcie alebo byte obsahujúci dáta. Na konci tejto fázy sa prijaté dáta porovnávajú a na základe ich zhody alebo odlišností sa vyhodnotí, či sa má prenos opakovať, alebo nie. Pre lepší priebeh jednotlivých prenosov je na nasledujúcom obrázku (obr. 29) zobrazený vývojový diagram prenosu inštrukcie a dát medzi Master a Slave zariadením.



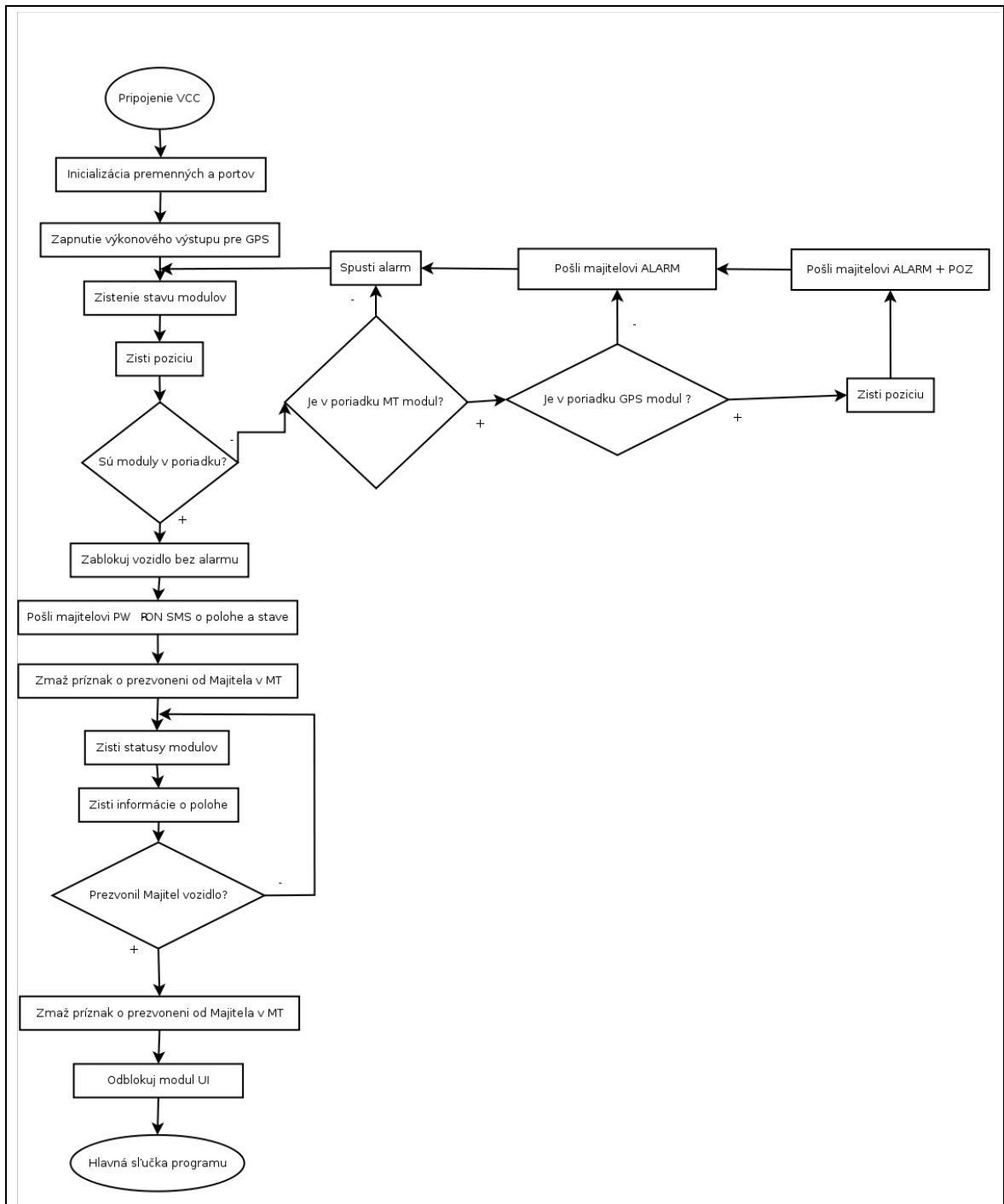
Obr. 29 Vývojový diagram komunikačného protokolu

5.2 Programové vybavenie riadiaceho modulu

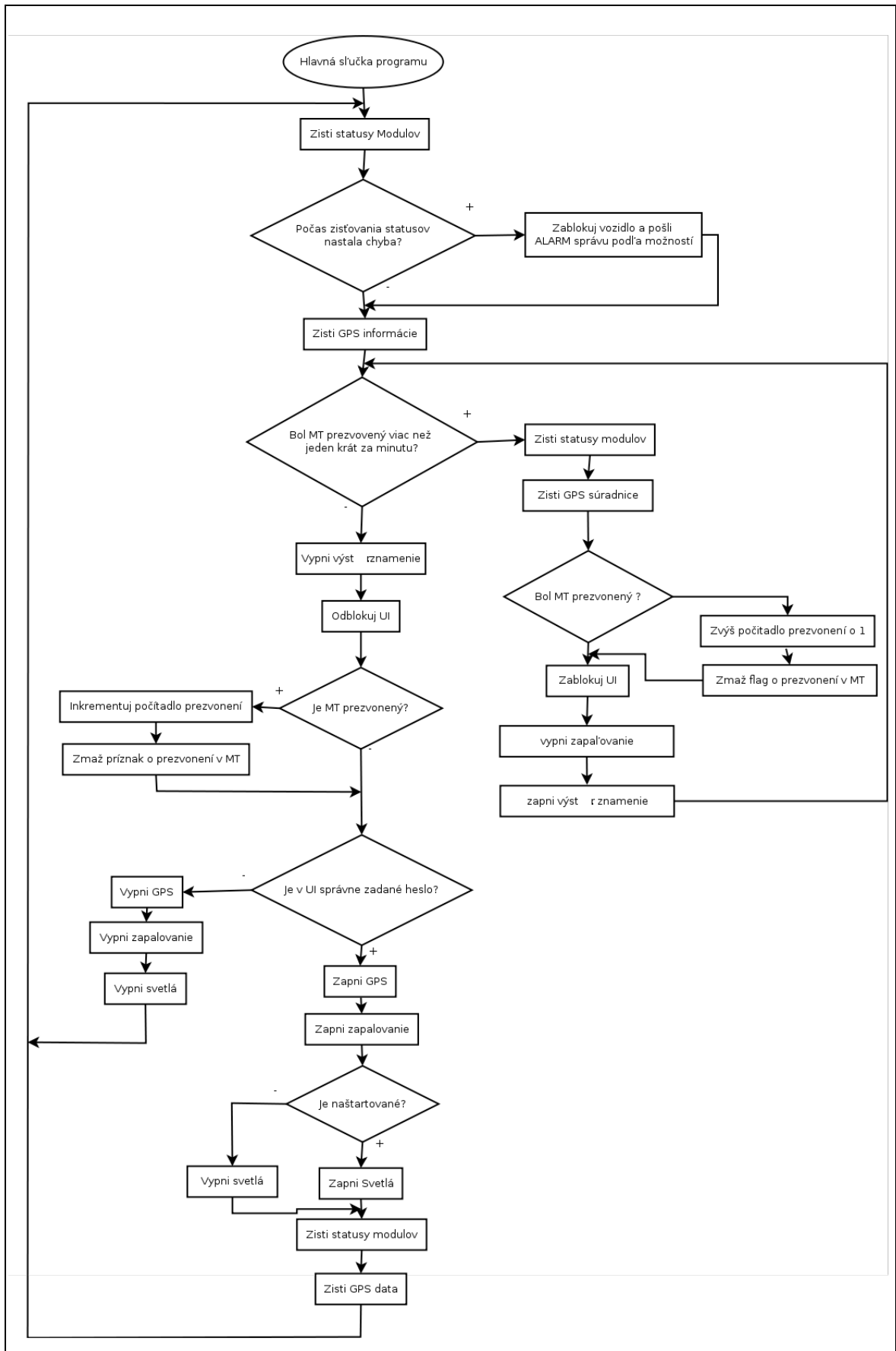
Keďže riadiaci modul je jednotka, ktorá monitoruje, kontroluje a nastavuje ostatné moduly, jej mikropočítač okrem hlavného programu, ktorý je popísaný v tejto kapitole, obsluhuje aj prerušenia časovača, ktoré sledujú splnenie/nesplnenie podmienok v danom čase. Týmito podmienkami konkrétne rozumieme prezvonenia modulu MT od vlastníka. V prerušeniach časovača sa nastaví príznak, ktorý neskôr skúma hlavný program a vyhodnocuje aktuálnu situáciu v systéme. Riadiaci modul po oživení pripojením k napájaniu nastaví svoje porty, časovač, inicializuje premenné a spustí globálne prerušenia. Po tomto kroku riadiaci modul čaká na spustenie všetkých ostatných modulov systému okrem GPS modulu. Tento je spustený až po komunikácii s PS modulom a zadaním mu príkazu na spustenie napájania GPS modulu. Po spustení GPS modulu riadiaci modul chvíľu čaká na inicializáciu a načítania hodnôt poslednej lokalizácie GPS modulu. Po týchto krokoch nasleduje preverenie stavu všetkých modulov. Ak je niektorý z modulov nedostupný, riadiaci modul vyhodnotí funkčnosť ostatných modulov, zadá možné príkazy na zablokovanie vozidla, ako aj príkaz na upozornenie majiteľa vozidla (trúbením a blikaním alebo SMS správou). Ak sú všetky moduly dostupné, znamená to, že systém nabehol v poriadku a riadiaci modul pokračuje vo svojom programe. GPS modul zostáva naďalej aktívovaný a zablokuje sa UI modul spolu s vypnutím zapaľovania. Riadiaci modul odošle príkaz na odoslanie správy majiteľovi vozidla. Táto správa obsahuje aktuálnu polohu, rýchlosť a smer vozidla ako aj stav systému (zamknutý, zablokovaný). Program potom stále testuje stav modulov, zisťuje polohu z GPS modulu a čaká na prezvonenie MT modulu od majiteľa vozidla. Po prečítaní príznaku o prezvonení z modulu MT riadiaci modul pošle tomuto modulu príkaz na zmazanie príznaku o prichádzajúcom hovore, odblokuje pomocou príkazu aj UI modul a pokračuje už v hlavnej programovej slučke.

Na začiatku hlavnej programovej slučky sa znovu zistí funkcionálnosť všetkých modulov, a GPS informácie o polohe vozidla. Potom riadiaci modul testuje príznak blokovania vozidla spôsobeného dvojnásobným prezvonením mobilného telefónu za jednu minútu. Pri zablokovaní vozidla dvojitým prezvonením za minútu prechádza program do slučky, v ktorej testuje dostupnosť modulov, GPS dáta a prichádzajúce hovory z MT. Zároveň sa v tejto slučke opakovane odosiela príkazy pre vypnutie zapaľovania, zablokovanie UI modulu a zapnutie výstražného znamenia. Pri ďalšom dvojnásobnom prezvonení za minútu obsluha prerušenia časovača automaticky vynuluje príznak pre blokovanie zariadenia. Vtedy program opúšťa blokovaciu slučku, pokračuje vypnutím výstražného zariadenia a odblokováním modulu UI. Program ďalej testuje prezvonenie MT modulu kvôli priebežnej

inkrementácii počítadla prezvonení pre časovač. Po tomto kroku sa testuje a vyhodnocuje stav UI modulu. Ak je UI modul zamknutý – nie je zadané heslo, vypína sa napájanie GPS modulu, zapalovania a svetiel. Po tomto kroku program začína znovu prechádzať hlavnú programovú slučku. Pri zistení odomknutého UI modulu sa spustí napájanie GPS modulu a zapne sa okruh zapalovania. Nasleduje kontrola spusteného motora. Pri nájdení úrovne log.1 na pine detekujúcom chod motora sa automaticky zapnú svetlá. Pri zistení, že motor nebeží, svetlá zostávajú vypnuté. Ďalej sa overuje dostupnosť modulov systému, aktualizujú sa GPS informácie a program pokračuje na začiatok hlavnej slučky programu. V nasledujúcich obrázkoch je zobrazený priebeh programu riadiacej jednotky. Pre svoju veľkosť je rozdelený na dve časti: inicializačnú (obr. 30) a hlavnú programovú slučku (obr. 31).



Obr. 30 Vývojový diagram štartu riadiaceho modulu



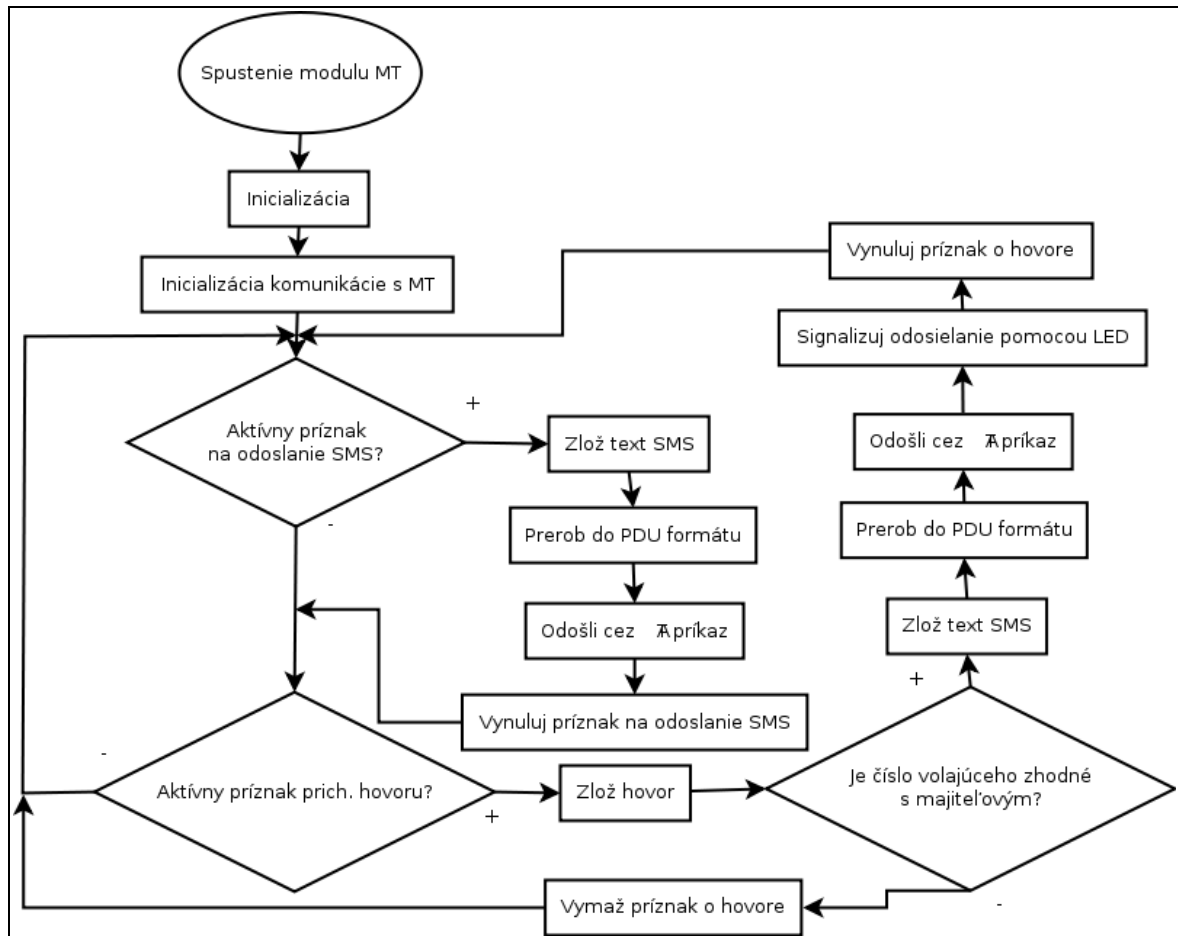
Obr. 31 Vývojový diagram hlavnej slučky programu riadiaceho modulu

5.3 Programové vybavenie modulu MT

Softvérové vybavenie modulu MT funguje vďaka inicializácii, hlavnej slučky programu, ktorá obsluhuje prezvonenia, ale popritom aj obsluhuje dvoch prerušení: prerušenia prijatej informácie od SPI a prerušenia prijatej informácie od mobilného telefónu cez sériovú linku. Každú z týchto programových častí v nasledujúcich odsekoch popíšem zvlášť pomocou vývojových diagramov.

Hlavná slučka programu

Po pripojení modulu MT na napájacie napätie sa hneď po úvodnej inicializácii portov, zberníc a časovačov program dostane do nekonečnej hlavnej programovej slučky. V tejto slučke procesor stále dokola zisťuje, či nebol vydaný príkaz na zaslanie SMS správy majiteľovi, alebo či nebol prezvonený mobilný telefón pripojený k modulu. Ak je príznak o požiadavke zaslať SMS správy vlastníčkovi aktívny, mikropočítač z pravidelne aktualizovaných dát GPS a informácií o systéme zloží text SMS správy, ktorý následne zakóduje do PDU formátu, a cez sériovú linku pomocou AT príkazu CMGS odošle SMS správu vlastníčkovi a príznak s požiadavkou o odoslanie deaktivuje. Spôsob tvorby PDU formátu a odosielanie cez AT príkazy je vysvetlené v teoretickej časti tejto práce. Ak príznak o požiadavke zaslať SMS vlastníčkovi nie je aktívny, program pokračuje v testovaní príznaku prichádzajúceho hovoru. Ak je tento príznak aktívny, porovnáva sa telefónne číslo, z ktorého hovor prichádza. Ak nie je zhodné s telefónnym číslom vlastníka, hovor sa ukončí, program pokračuje v hlavnej slučke. Ak sa však telefónne čísla zhodujú, mikropočítač aktualizuje svoj statusbyte o príznak prichádzajúceho hovoru a podobne ako v prípade požiadavky na zaslanie SMS od riadiaceho modulu poskladá text SMS správy, prerobí ho do PDU formátu. Tento PDU rámec pomocou AT príkazu CMGS správu odošle. Následne program deaktivuje príznak o prichádzajúcom hovore a vráti sa do hlavnej slučky programu. Na nasledujúcom obrázku (obr. 32) je vývojový diagram hlavnej programovej slučky.



Obr. 32 Vývojový diagram hlavnej programovej slučky modulu MT

Obsluha prerušenia SPI

Po prijatí Bytu cez SPI sa v mikrokontroléri spustí obsluha prerušenia. V tejto obsluhe sú nedefinované pravidlá na synchronizáciu a správnu komunikáciu pomocou protokolu použitého v tomto zariadení, ktorý je popísaný na začiatku tejto kapitoly. Medzi treťou a štvrtou fázou prenosu procesor vyhodnocuje inštrukciu a prijaté dáta. Podľa týchto inštrukcií vykoná procesor požadovanú informáciu a vracia dáta určené pre riadiaci modul.

Obsluha prerušenia komunikácie s MT cez sériovú linku

Po prijatí znaku od mobilného telefónu cez sériovú linku sa každý znak uloží do poľa znakov, v ktorom sa takýmto spôsobom skladá prijatý text. Ak je prijatý znak <LF>, ktorý znamená ukončenie výpisu riadku, spustí sa analýza prijatej správy a zároveň sa resetuje prijímanie správy tak, aby každý nový prijatý znak bol zapisovaný na začiatok poľa. Analýza prebieha rozoznávaním prvých znakov správy.

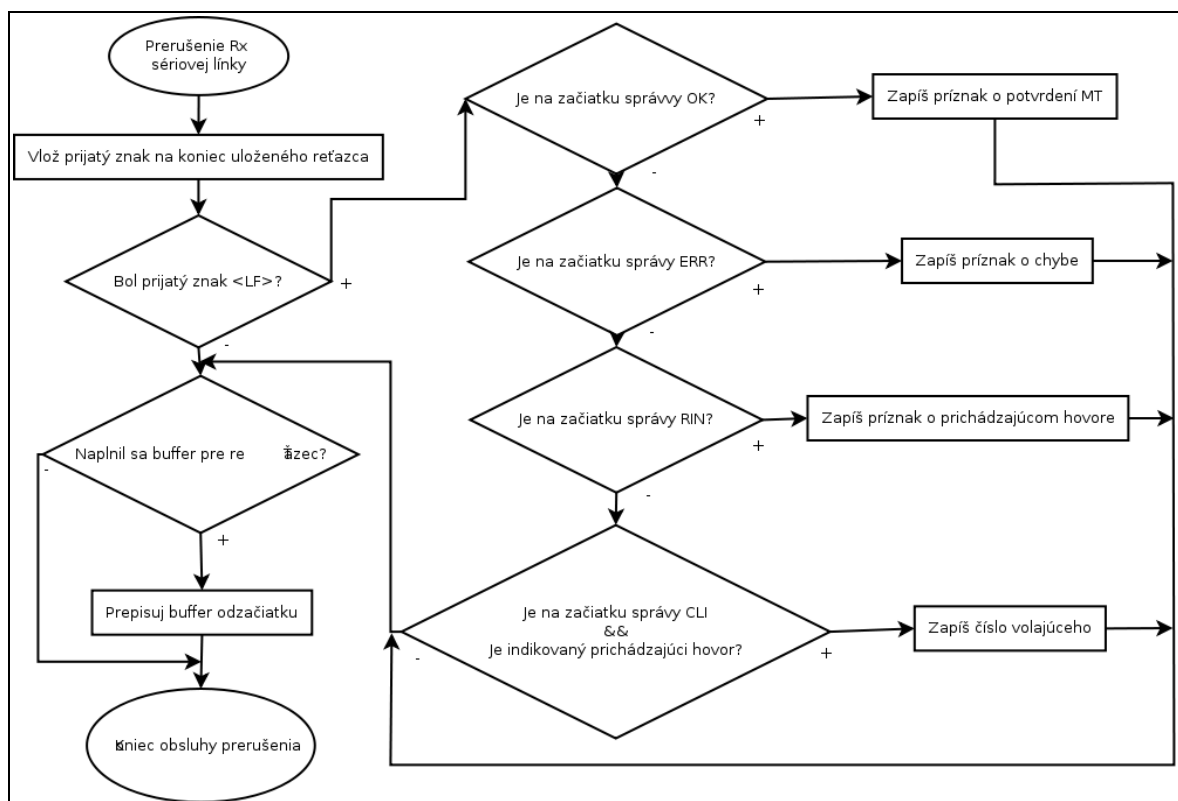
Ak sú prvé dva znaky správy OK, v procesore sa nastaví príznak prijatého potvrdenia od mobilného telefónu.

Ak sa ako prvé tri písmená správy rozoznajú znaky E, R, R, nastaví sa v procesore príznak prijatej chybovej správy od mobilného telefónu - „ERROR“.

Pri prijatej správe začínajúcej písmenami R,I,N procesor rozoznáva hlásenie o zvonení mobilného telefónu a nastaví príslušný príznak o zvonení, ktorý sa ďalej používa v programe.

Ak sa prijatá správa začína znakmi +, C, L ,I ,P, a príznak o prijatom zvonení je aktívny, môžeme z tejto správy vyčítať telefónne číslo volajúceho, ktoré skopírujeme do premennej programu na ďalšie porovnávanie s povolenými číslami.

Na obrázku (obr. 33) je znázornený vývojový diagram obsluhy prerušenia sériovej linky pri prijatí znaku.



Obr. 33 Vývojový diagram prerušenia prijatým znakom z MT

5.4 Programové vybavenie GPS modulu

Keďže GPS modul má za úlohu poskytovať systému dáta o aktuálnej pozícii, rýchlosti, čase a kurze, jeho programové vybavenie vyhodnocuje prijaté dáta z GPS modulu cez sériovú linku a na žiadosť riadiaceho modulu preposiela tieto informácie cez SPI zbernicu. Z tohto spôsobu funkcie modulu vyplýva používanie obslúh prerušení SPI a sériovej linky USART pri dokončení prenosu. Keďže sa v týchto prerušeníach vykonávajú všetky akcie potrebné pre správne fungovanie tohto modulu, nie je v hlavnom programe okrem inicializácie portov a periférií potrebné vykonávať žiadne akcie. Preto hlavnú slučku programu tvorí nekonečný prázdny cyklus While. Po prijatí prerušenia od SPI sa podľa vyššie popisovaného protokolu použitého na prenos cez SPI obsluhujú jednotlivé inštrukcie riadiaceho modulu a tým sa na jeho žiadosť odosielajú informácie o latitúde, longitúde, rýchlosti, kurze, čase a stavovom registre GPS modulu.

Obsluha prerušenia prijatého znaku cez sériovú linku

GPS modul po rozpoznaní svojej polohy automaticky posiela cez sériovú linku mikrokontroléru informácie o svojej polohe, kurze, rýchlosti, dátume, čase a ostatných lokalizačných parametroch. Tieto informácie sú formátované podľa štandardu „NMEA 0183 Verize 3.01“. Na výstupe GPS modulu každú sekundu prichádza sekvencia informácií o polohe v rôznych formátoch, ako napríklad: \$GPGA, \$GPLL a ďalšie. Pre určenie všetkých potrebných informácií o pozícii bol vybraný formát \$GPRMC – RECOMMENDED MINIMUM SPECIFIC GPS/TRANSIT DATA. Z tohto formátu je možné získať všetky potrebné informácie o polohe, rýchlosti, smere pohybu a čase.

Po prijatí každého znaku cez sériovú linku sa podobne ako pri komunikácii MT modulu s mobilným telefónom prijatý znak pridá na koniec bufferu, obsahujúceho všetky prijaté znaky od posledného prijatia znaku <LF>. Po každom nasledujúcom prijatí znaku <LF> sa skúma, či sa prijatá sekvencia znakov začína textom \$GPRMC. Ak sa prijatá sekvencia začína inou postupnosťou dát, je zamietnutá a príjem ďalších znakov pokračuje znovu od začiatku buffera. Ak sa začiatok prijatej sekvencie znakov zhoduje s reťazcom \$GPRMC, začína sa rozbor prijatej správy na jednotlivé informácie. Ako prvý sa preverí kontrolný súčet doručený za znakom hviezdička na konci tohto informačného reťazca. Vzájomne sa prepočítavajú všetky prijaté znaky pomocou funkcie XOR až po znak * prijatý pred kontrolným číslom. Výsledok tejto operácie sa musí rovnať číselnej hodnote v šesnástkovom formáte uvedenej za hviezdičkou. Ak sa tieto čísla nerovnajú, je správa rovnako ako v prípade prijatia nesprávneho reťazca zamietnutá. V opačnom prípade je správa prijatá a rozobraná na jednotlivé informácie o polohe. Na obrázku (obr. 34) je

znázornené zoradenie informácií vo formáte \$GPRMC. Následne za ním je na obrázku (obr. 35) zobrazený vývojový diagram obsluhy prerušenia pri prijatí znaku cez sériovú linku.

Structure:
 \$GPRMC,hhmmss.sss,A,dddmm.mmmm,a,dddmm.mmmm,a,x.x,x.x,ddmmyy,x.x,a,*hh

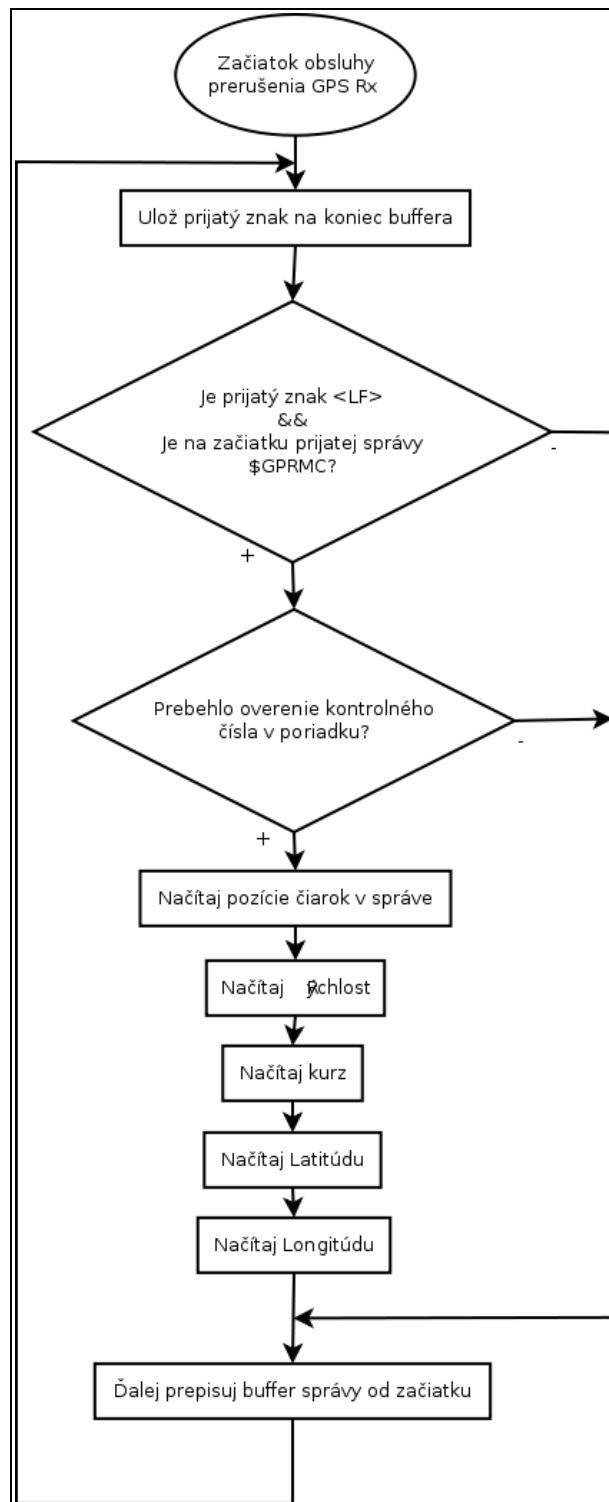
 ><LF>

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

Example:
 \$GPRMC,092204.999,A,4250.5589,S,14718.5084,E,0.00,89.68,211200,,A*25<CR><LF>

Field	NaME	Example	Description
1	UTC time	092204.999	UTC time in hhmmss.sss format (000000.00 ~ 235959.999)
2	Status	A	Status 'V' = Navigation receiver warning 'A' = Data Valid
3	Latitude	4250.5589	Latitude in dddmm.mmmm format Leading zeros transmitted
4	N/S indicator	S	Latitude hemisphere indicator 'N' = North 'S' = South
5	Longitude	14718.5084	Longitude in dddmm.mmmm format Leading zeros transmitted
6	E/W Indicator	E	Longitude hemisphere indicator 'E' = East 'W' = West
7	Speed over ground	000.0	Speed over ground in knots (000.0 ~ 999.9)
8	Course over ground	000.0	Course over ground in degrees (000.0 ~ 359.9)
9	UTC Date	211200	UTC date of position fix, ddmmyy format
10	Magnetic variation		Magnetic variation in degrees (000.0 ~ 180.0)
11	Magnetic Variation		Magnetic variation direction 'E' = East 'W' = West
12	Mode indicator	A	Mode indicator 'N' = Data not valid 'A' = Autonomous mode 'D' = Differential mode 'E' = Estimated (dead reckoning) mode 'M' = Manual input mode 'S' = Simulator mode
13	checksum	25	

Obr. 34 Popis formátu \$GPRMC [7]

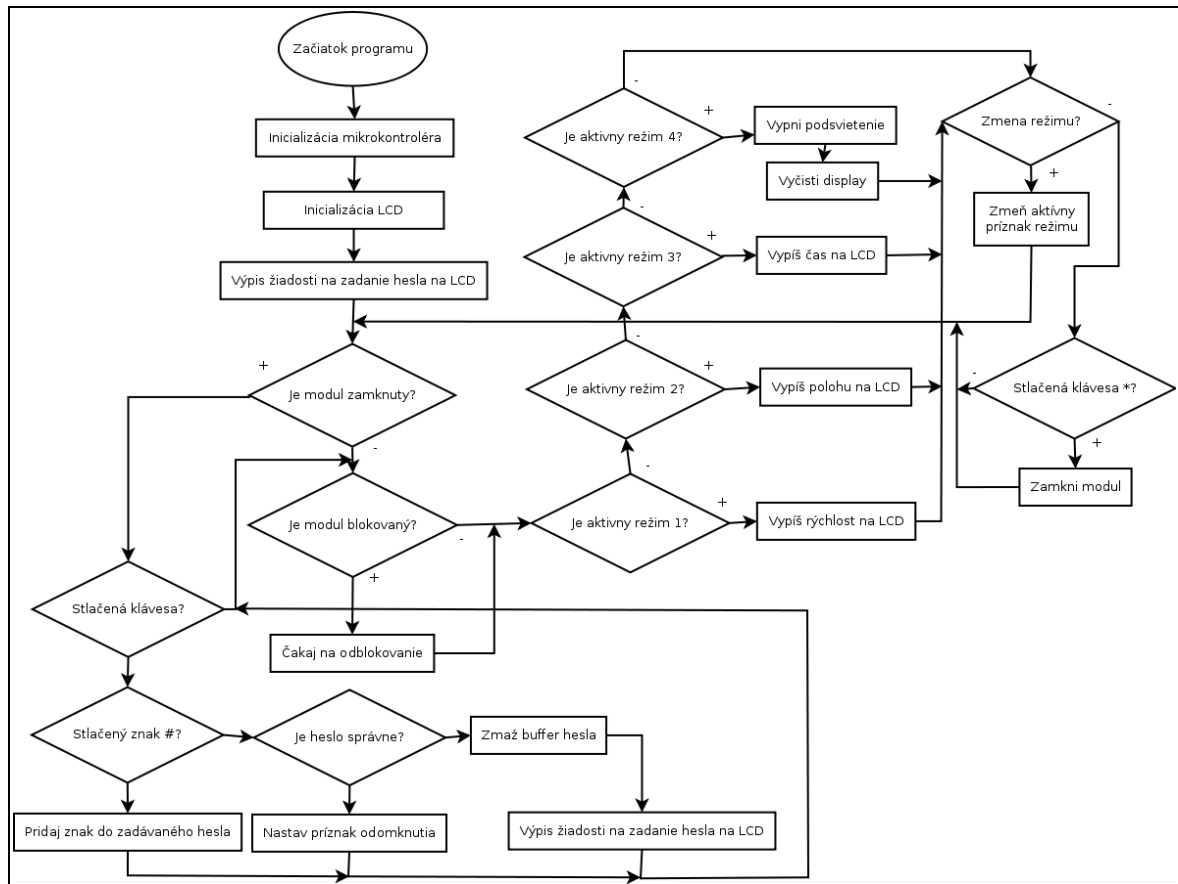


Obr. 35 Vývojový diagram GPS Rx prerušenia

5.5 Programové vybavenie UI modulu

UI modul je jediným nástrojom, ktorým môžeme systému zadávať príkazy priamo, bez sprostredkovania GSM spojením. Softvérové vybavenie tohto modulu pozostáva okrem štandardnej komunikačnej obsluhy prerušenia od SPI ešte z týchto programových častí: obsluhu prerušení časovača, v ktorej sa aktualizuje stav podsvietenia na nastavenú intenzitu (o ktorú sa ďalej stará nastavený PWM časovač), aktualizuje status register podľa aktuálneho stavu systému a skúma sa, či nie je stlačená niektorá klávesa na klávesnici. Ak obsluha prerušenia nájde stlačenú klávesu, nastaví jej príznak v programe, aby program v hlavnej slučke vedel vyhodnotiť jej stlačenie.

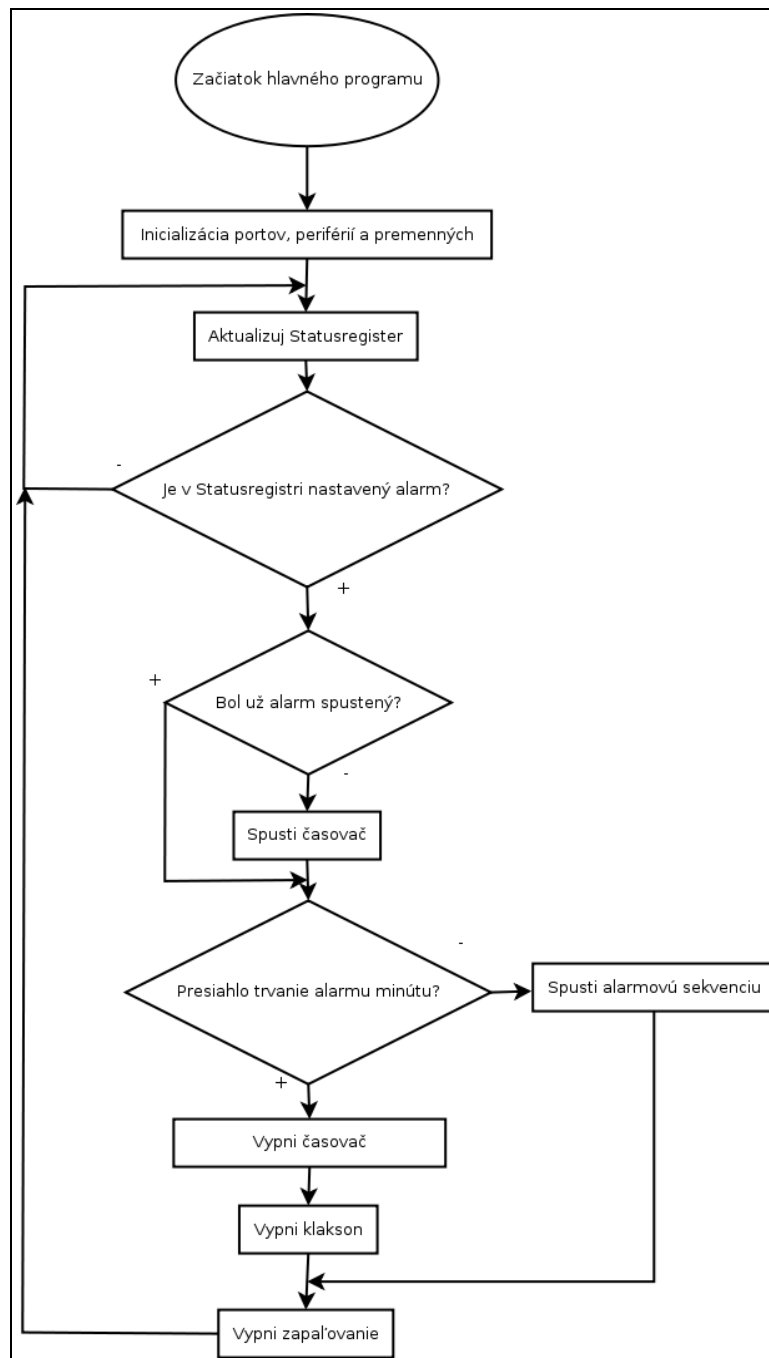
Po spustení mikrokontroléra, inicializácii jeho portov, periférií a LCD displeja sa program dostáva do zamknutého stavu, kde v hlavnej slučke stále kontroluje stav príznakov zamknutia. Tento stav je kontrolovaný v slučke, v ktorej sa okrem príznaku zamknutia modulu kontrolujú aj príznaky stlačených kláves a tak aj vyhodnocuje zadané heslo. Po správne zadanom hesle potvrdenom stlačením tlačidla # sa premaže LCD displej a zruší sa príznak zamknutia modulu, čím sa program dostáva do ďalšej časti, v ktorej testuje príznak blokovania modulu. Pri zistení nastaveného príznaku blokovania modulu program vypíše na displej informáciu o blokovaní a vojde do slučky, v ktorej neustále testuje príznak o blokovaní modulu. V prípade, že príznak blokovania nie je aktívny, program testuje, v ktorom režime zobrazenia sa zariadenie nachádza a vypisuje na obrazovku požadované informácie prijaté od riadiaceho modulu cez SPI zbernicu. Po vypísaní údajov v aktuálnom režime na LCD displej program otestuje, či nebolo stlačené tlačidlo na zmenu režimu. Ak zmena režimu nie je požadovaná, program, sa vracia na začiatok programovej slučky. Ak je však zaznamenané stlačenie tlačidla pre zmenu režimu, program ešte pred návratom na začiatok hlavnej programovej slučky zmení príznak aktívneho režimu na požadovaný režim. Na nasledujúcom obrázku (obr. 36) je vývojový diagram hlavnej slučky programu modulu UI.



Obr. 36 Vývojový diagram hlavnej slučky programovej slučky UI

5.6 Programové vybavenie modulu PS

Modul PS patrí medzi najdôležitejšie moduly systému, no paradoxne je jeho softvérové vybavenie najjednoduchšie. Okrem hlavnej slučky programu sú aktívne dve prerušenia: prerušenie po prijatí dát cez SPI a prerušenie minútového časovača. Tento modul je principiálne úplne ovládaný pomocou SPI cez zmeny v status registri od riadiaceho modulu. Jediné zmeny, ktoré robí samočinne, sú: aktualizácia status registra a vypnutie alarmu po viac ako minúte jeho činnosti. Práve na toto vypnutie alarmu slúži minútový časovač, ktorý je v mikrokontroléri aktivovaný pri spustení alarmu. Akonáhle doba trvania alarmu presiahne dobu minúty, akustické a vizuálne signály sa automaticky vypnú a zapalovanie zostane vypnuté tiež. Toto spôsobí, že vozidlo síce stíchne, ale vďaka vypnutému zapalovaniu ostáva aj naďalej znepojazdené. Status register tohto modulu obsahuje informácie o spustených a vypnutých okruhoch, ale aj o stave vstupov a stave alarmu. Tento register sa v hlavnej slučke programu automaticky aktualizuje. Pre vysvetlenie princípu funkcie hlavnej programovej slučky je na obrázku (obr. 37) jej vývojový diagram.



Obr. 37 Vývojový diagram hlavného programu modulu PS

6 MONTÁŽ A POUŽITIE VYROBENÉHO SYSTÉMU

V nasledujúcich kapitolách je popísaný navrhovaný spôsob montáže systému Herbie do automobilu a popísané spôsoby použitia tohto systému v reálnom živote. V prílohách tejto práce sú uvedené fotografie jednotlivých modulov systému ako aj systém zapojený mimo automobilu.

6.1 Navrhovaný spôsob montáže systému do automobilu

Pred samotnou montážou systému do automobilu je potrebné každý modul umiestniť do nehorľavého nevodivého obalu, ktorý bude možné pevne prichytiť pod palubovou doskou automobilu.

Moduly je vhodné rozmiestniť do ťažšie prístupných miest pod palubovou doskou a upevniť tak, aby boli čo najmenej vystavované otrasom a vibráciám. Modul GSM a anténu GPS modulu je vhodné kvôli dostatočnému signálu umiestniť pod palubnou doskou čo najbližšie pod okno, aby mali mobilný telefón a anténa GPS modulu dostatočný signál.

Pripojované komunikačné a napájacie vodiče by mali byť pevne prichytené k podkladu, na ktorom je pripevnený modul, aby vibráciami a chvením voľných vodičov nedochádzalo k ich uvoľňovaniu v svorkovniciach modulov, alebo ich vykývaniu. Táto porucha odpojením vodiča od modulu môže spôsobiť nedostupnosť daného modulu a spustenie alarmu detekovaním poruchy v systéme.

Vodiče, ktoré sú určené na napájanie systému alebo na monitorovanie, či ovládanie elektrických okruhov vozidla, je potrebné použiť také, aby maximálny prúd tečúci vodičom udávaný od výrobcu bol vyšší než poistka istiacia daný okruh automobilu. Tieto vodiče musia byť určené pre použitie do automobilu, aby ich izolácia odolávala prehrievaniu a mechanickému namáhaniu.

Systém by do automobilu mala montovať osoba s elektrotechnickým vzdelaním, vlastniaca osvedčenie podľa platného zákona, ktoré ju oprávňuje zasahovať do elektrickej inštalácie vozidla.

6.2 Spôsob použitia systému Herbie v reálnom živote

V nasledujúcich podkapitolách je popísaný spôsob uvedenia systému do prevádzky, spôsob používania systému a riešenie prípadných problémov.

6.2.1 Spôsob uvedenia systému do prevádzky

Po správnej inštalácii systému Herbie do automobilu systém po inicializácii modulov odošle na telefónne číslo, ktoré je preddefinované v programe GSM modulu, SMS správu, obsahujúcu informácie o aktuálnej polohe a stave systému. Zariadenie zostáva zablokované dovtedy, pokiaľ ho majiteľ vozidla jedným zavolaním neodblokuje. GSM modul po akceptovaní prichádzajúceho hovoru tento hovor automaticky ukončí. Po tejto akcii sa systém dostáva do odblokovaného, zamknutého režimu.

6.2.2 Spôsob bežného používania systému

Po nastúpení do vozidla je vodič na LCD displeji systémom vyzývaný zadať heslo na odomknutie vozidla. Pred týmto odomknutím nie je vozidlo schopné naštartovať. Po zadaní správneho hesla na systémovej klávesnici a stlačení klávesy # systém odblokuje zapalovanie vozidla, vozidlo je možné naštartovať a po naštartovaní používať.

Pri odomknutí sa na displeji automaticky zobrazujú dáta v naposledy používanom režime. Pri prvom spustení systému je štandardne nastavený režim zobrazovania rýchlosti vozidla.

Aktuálny zobrazovací režim je možné zmeniť na iný nasledujúcimi klávesami:

- A – Režim zobrazovania aktuálnej rýchlosti
- B – Režim zobrazovania aktuálnej polohy
- C – Režim zobrazovania aktuálneho času
- D – Režim vypnutého LCD displeja

Po zastavení vozidla pred jeho opustením je systém možné zamknúť stlačením klávesy *.

6.2.3 Spôsob zistenia polohy, zablokovania a odblokovania vozidla

Pre zistenie aktuálnej polohy systému stačí zavolať z predvoleného mobilného telefónu na telefónne číslo mobilného telefónu umiestneného vo vozidle. Hovor bude automaticky zrušený a obratom je majiteľovi vozidla doručená SMS s informáciami o lokalizácii a stave systému.

POZOR!! pri viacnásobnom prezvonení mobilného telefónu v automobile od predvoleného čísla počas jednej minúty systém prechádza do blokovaneho stavu.

Odblokovanie vozidla je možné tým istým spôsobom, t. j. viacnásobným prezvonením od predvoleného čísla v priebehu jednej minúty. Systém sa odblokuje a vracia sa do stavu pred zablokovaním.

6.2.4 Riešenie možných problémov

Ak dochádza k samovoľnému blokovaníu vozidla a spúšťaniu alarmu bez cudzieho príčinenia, je vysoko pravdepodobná porucha niektorého z modulov alebo jeho prepojenia so systémom. V tomto prípade je potrebné systém odpojiť od napájania, odpojiť tiež mobilný telefón od modulu MT, lokalizovať poruchu a zabezpečiť jej opravu.

ZÁVER

Cieľom tejto práce bol návrh a praktické vytvorenie bezpečnostného zariadenia do automobilu s GPS modulom a možnosťou odosielať dáta cez mobilnú sieť. Toto zariadenie sa skladá z piatich modulov, vďaka čomu je komplikovanejšie v prípade vlámania sa do vozidla tento systém odstaviť. Pri návrhu a praktickej realizácii tohto zariadenia sme museli riešiť niekoľko problémov spojených s rušením prenosu na zbernici SPI, správnym nastavením sériovej komunikácie medzi mikrokontrolérom a GPS, odosielaním SMS správ cez mobilný telefón a poklesom taktovacej frekvencie mikrokontroléra pri nižšom napájacom napätí. Všetky tieto problémy sa však podarilo vyriešiť. Vytvorený prototyp tohoto zariadenia je plne funkčný a poskytuje funkcionality univerzálneho prídavného bezpečnostného zariadenia do automobilu, ktoré je nezávislé od riadiacej jednotky.

Toto zariadenie spája výhody autoalarmu, imobilizéra a súkromného pátracieho systému. Výhodou navrhnutého prototypu je jeho možné rozšírenie o množstvo ďalších funkcií pridaním nových modulov. Nemalou výhodou tejto práce je tiež priama komunikácia zariadenia s majiteľom vozidla. Vďaka tejto vlastnosti zariadenie ušetrí poplatky za paušálne platby spoločnostiam, prevádzkujúcim súkromné pátracie systémy, kedy je vozidlo možné vystopovať len s ich pomocou.

Hlavným prínosom tejto práce je vytvorenie univerzálneho bezpečnostného systému do automobilu komunikujúceho priamo s majiteľom cez mobilný telefón, pričom tento systém nie je závislý od riadiacej jednotky automobilu a spája v sebe funkcionality autoalarmu, imobilizéra a súkromného pátracieho systému dostupného takmer pre každého.

ZÁVER V ANGLICKOM JAZYKU

The aim of this thesis was to design and to create a car alarm with GPS module and the ability to send data via the mobile network. This device consists of five modules, thanks to which the shut-down of the system is way more complicated in case of breaking in the car. During designing and creation of this alarm, a number of problems were discovered, strictly speaking problems connected with disruptions of data transfer on the SPI bus, correct setting-up of the serial communication between the microcontroller and GPS, sending SMS through the use of a mobile phone and a decline of the microcontroller's clock frequency under lower supply voltage. However, all these problems were successfully solved. The final prototype of the alarm is fully functional and provides functionality of a universal additional car alarm, which is not dependent on the control unit. This device provides advantages of a car alarm, an immobiliser and a private localization system. The huge advantage of the designed prototype is the possible extension of a number of functions by adding new modules. Another benefit might be found in the direct communication between the device and the car's owner. Therefore, the user saves his/her money used for paying fixed payment tariffs to companies, which provide private search systems, as the user would not be able to find the car without the help of these companies. The main advantage of this thesis is the creation of a universal car alarm, which communicates directly with the owner via the mobile phone; it is not dependent on the car control unit and connects the functionality of a car alarm, an immobiliser and a private search system.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATURY

- [1] *Depe.sk - Čo je GPS?* [online]. 2006 [cit. 2012-05-14]. Dostupné z: <http://www.depe.sk/gps/gps01.htm>
- [2] *GPS explained: History of the GPS-System* [online]. 2009 [cit. 2012-05-14]. Dostupné z: <http://www.kowoma.de/en/gps/history.htm>
- [3] DH SERVIS. *SMS - vytvoření formátu PDU jednočipem* [online]. 2010 [cit. 2012-05-14]. Dostupné z: http://www.dhservis.cz/dalsi/construction_pdu.htm
- [4] DH SERVIS. *AT příkazy mobilních telefonů a popis dekódování SMS - formátu PDU* [online]. 2010 [cit. 2012-05-14]. Dostupné z: http://www.dhservis.cz/dalsi/at_prikazy.htm
- [5] JELÍNEK, Josef. *Jak zabezpečit byt, dům, chatu, automobil*. 1. vyd. Praha : Grada, 2000, 80 s. ISBN 80-716-9931-4.
- [6] ATmega8 Datasheet [online]. Atmel Corporation, 2009 [cit. 2010-05-14]. Dostupné z: <http://www.atmel.com/atmel/acrobat/doc2486.pdf>
- [7] TEKDIS.COM. *Jupiter-610F datasheet* [online]. 2009 [cit. 2012-05-14]. Dostupné z: http://tekdis.com.au/data/pdf/product_563.pdf
- [8] *ATmega and 2x16 HD44780 LCD << PocketMagic* [online]. 2009 [cit. 2012-05-14]. Dostupné z: <http://www.pocketmagic.net/?p=447>
- [9] MANN, Burkhard. *C pro mikrokontroléry: ANSI-C, kompilátory C, spojovací programy - linkery, práce s ATMEL AVR a MSC-51, příklady programování v jazyce C, nástroje pro programování, tipy a triky*. Vyd. 1. Praha: BEN, 2003, 279 s. ISBN 80-730-0077-6.
- [10] PINKER, Jiří. *Mikroprocesory a mikropočítače: ANSI-C, kompilátory C, spojovací programy - linkery, práce s ATMEL AVR a MSC-51, příklady programování v jazyce C, nástroje pro programování, tipy a triky*. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2004, 159 s. ISBN 80-730-0110-1.

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obr. 1 Rozloženie GPS segmentov [1].....	14
Obr. 2 Rozloženie MEO orbitov [1].....	15
Obr. 3 Príklad SMS správy v PDU formáte	17
Obr. 4 Ukážka kódovania textu do PDU formátu.....	19
Obr. 5 Výstup z mobilného telefónu pri odosielaní vzorovej SMS	19
Obr. 6 Architektúra SPI radiča v MCU Atmega8L [6].....	20
Obr. 7 Grafické znázornenie SPI prenosu [6].....	21
Obr. 8 Architektúra USART periférie v mikrokontroléri Atmega8L [6].....	23
Obr. 9 Príklad synchronnej sériovej komunikácie [6].....	24
Obr. 10 Zloženie rámca prenášaného po sériovej linke [6].....	25
Obr. 11 Schéma zapojenia systému Herbie.....	27
Obr. 12 Schéma zapojenia riadiaceho modulu.....	31
Obr. 13 Návrh DPS – pohľad zhora.....	32
Obr. 14 Návrh DPS – pohľad zdola.....	32
Obr. 15 Schéma zapojenia modulu MT.....	33
Obr.16 Návrh DPS MT modulu – pohľad zhora.....	34
Obr. 17 Návrh DPS MT modulu – pohľad zospodu.....	34
Obr. 18 Nákras GPS modulu [7].....	36
Obr. 19 Schéma zapojenia GPS modulu.....	37
Obr. 20 Návrh DPS GPS modulu – pohľad zhora.....	38
Obr. 21 Návrh DPS GPS modulu - pohľad zdola.....	38
Obr. 22 Schéma pripojenia LCD k mikrokontroléru z [8].....	39
Obr. 23 Schéma zapojenia UI modulu.....	40
Obr. 24 Návrh DPS pre UI modul – pohľad zhora.....	41
Obr. 25 Návrh DPS pre modul UI – pohľad zdola.....	41

Obr. 26 Schéma zapojenia modulu PS.....	43
Obr. 27 Návrh DPS modulu PS – pohľad zhora.....	43
Obr. 28 Návrh DPS modulu PS – pohľad zdola.....	44
Obr. 29 Vývojový diagram komunikačného protokolu.....	46
Obr. 30 Vývojový diagram štartu riadiaceho modulu.....	49
Obr. 31 Vývojový diagram hlavnej slučky programu riadiaceho modulu.....	50
Obr. 32 Vývojový diagram hlavnej programovej slučky modulu MT.....	52
Obr. 33 Vývojový diagram prerušenia prijatým znakom z MT.....	53
Obr. 34 Popis formátu \$GPRMC [7].....	55
Obr. 35 Vývojový diagram GPS Rx prerušenia.....	56
Obr. 36 Vývojový diagram hlavnej slučky programovej slučky UI.....	58
Obr. 37 Vývojový diagram hlavného programu modulu PS.....	59

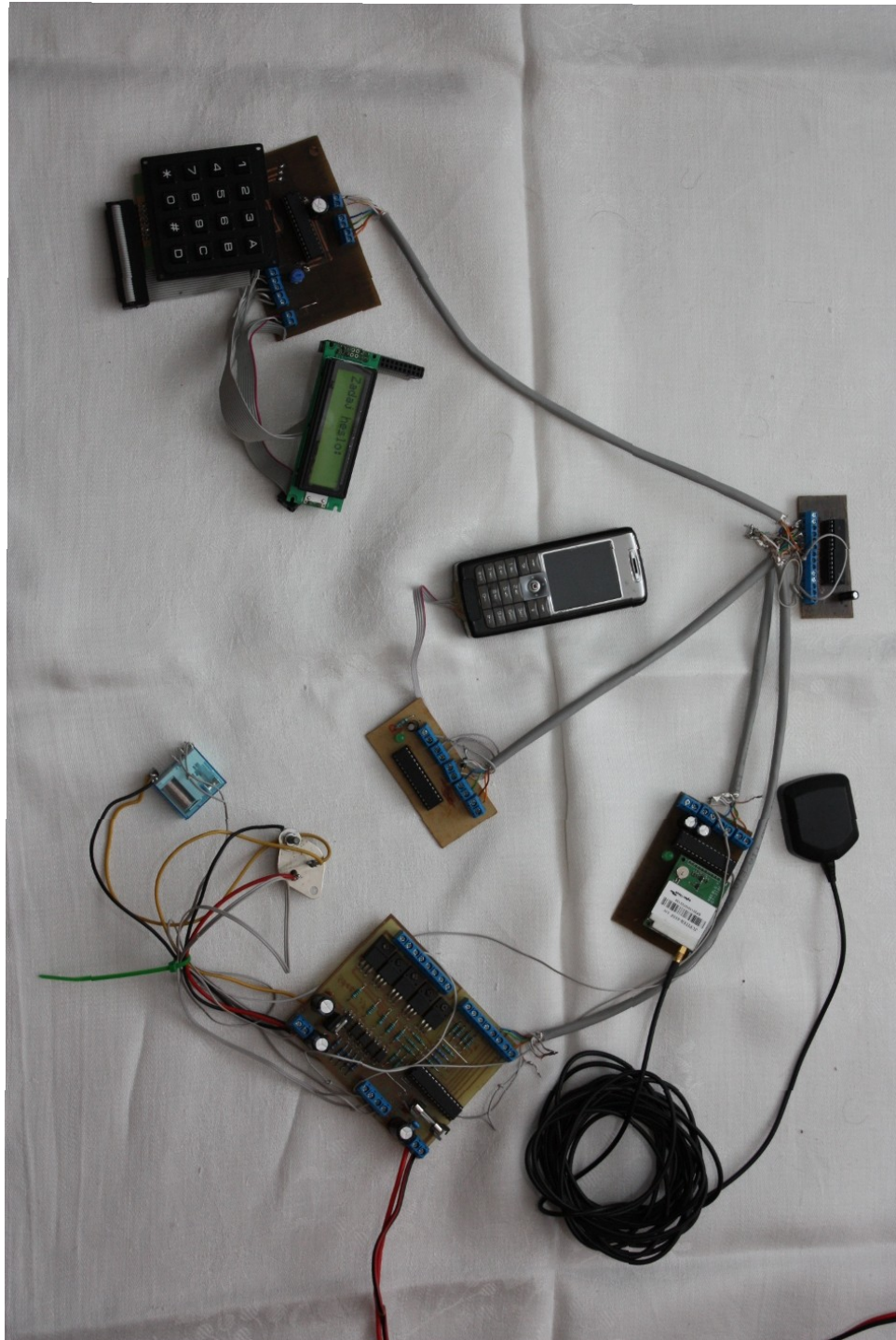
ZOZNAM TABULIEK

Tab. 1 AT príkazy s vysvetlenou funkciou [4].....	16
Tab. 2 Vysvetlenie jednotlivých položiek PDU hlavičky [3].....	18
Tab. 3 Signály prenášané v F/UTP kábli podľa farieb.....	30
Tab. 4 Popis funkcií pinov na 10 pin konektore GPS podľa [7].....	37

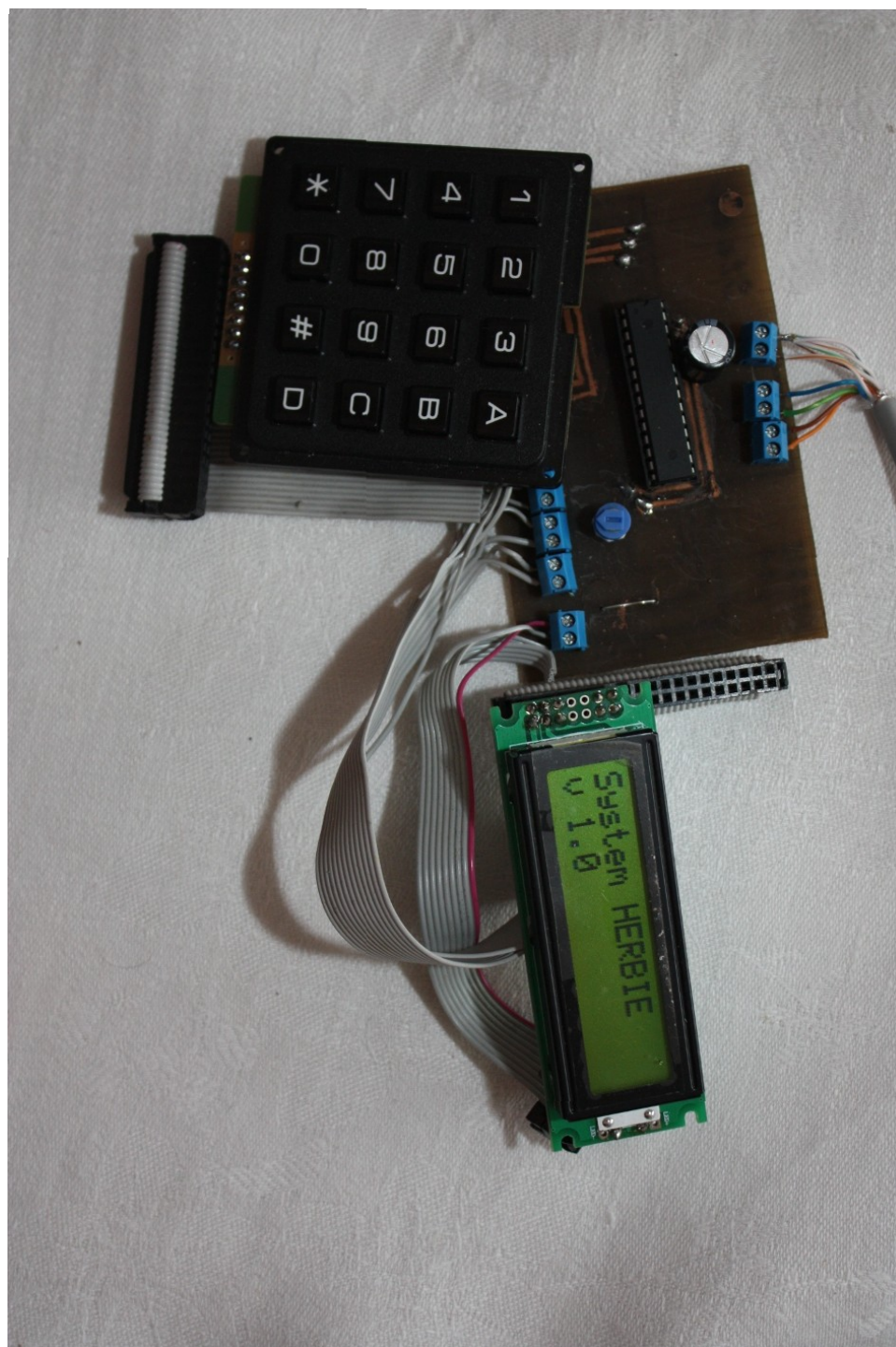
ZOZNAM PRÍLOH

PRÍLOHA P I: ZOSTAVENÝ PROTOTYP SYSTÉMU HERBIE.....	70
PRÍLOHA P II: FOTOGRAFIA PROTOTYPU UI MODULU.....	71
PRÍLOHA P III: FOTO. PROTOTYPU RIADIACEHO MODULU.....	72
PRÍLOHA P IV: FOTOGRAFIA PROTOTYPU GPS MODULU.....	73
PRÍLOHA P V: FOTOGRAFIA PROTOTYPU MODULU PS.....	74
PRÍLOHA P VI: FOTOGRAFIA PROTOTYPU MODULU MT.....	75

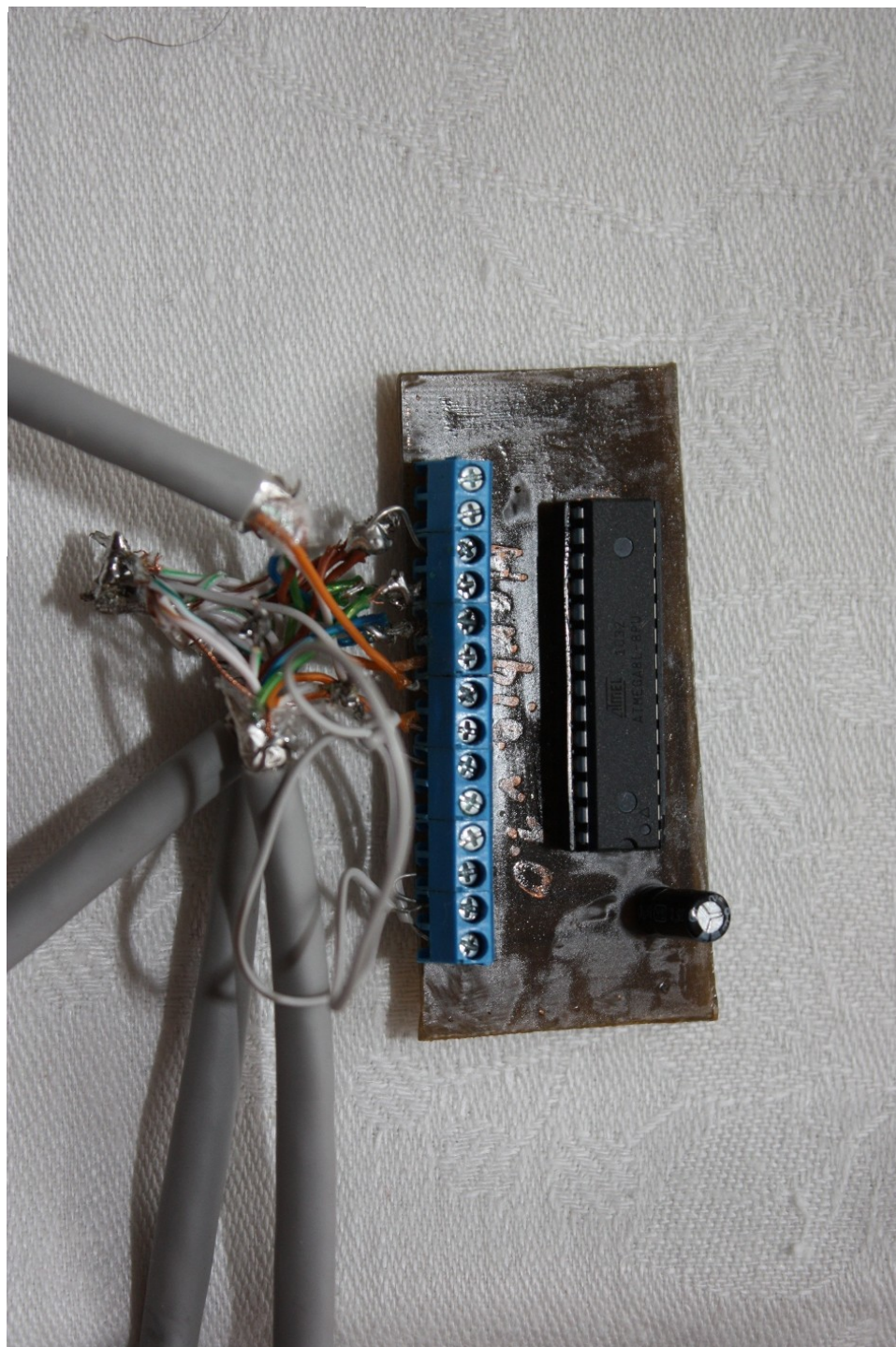
PRÍLOHA P I: ZOSTAVENÝ PROTOTYP SYSTÉMU HERBIE



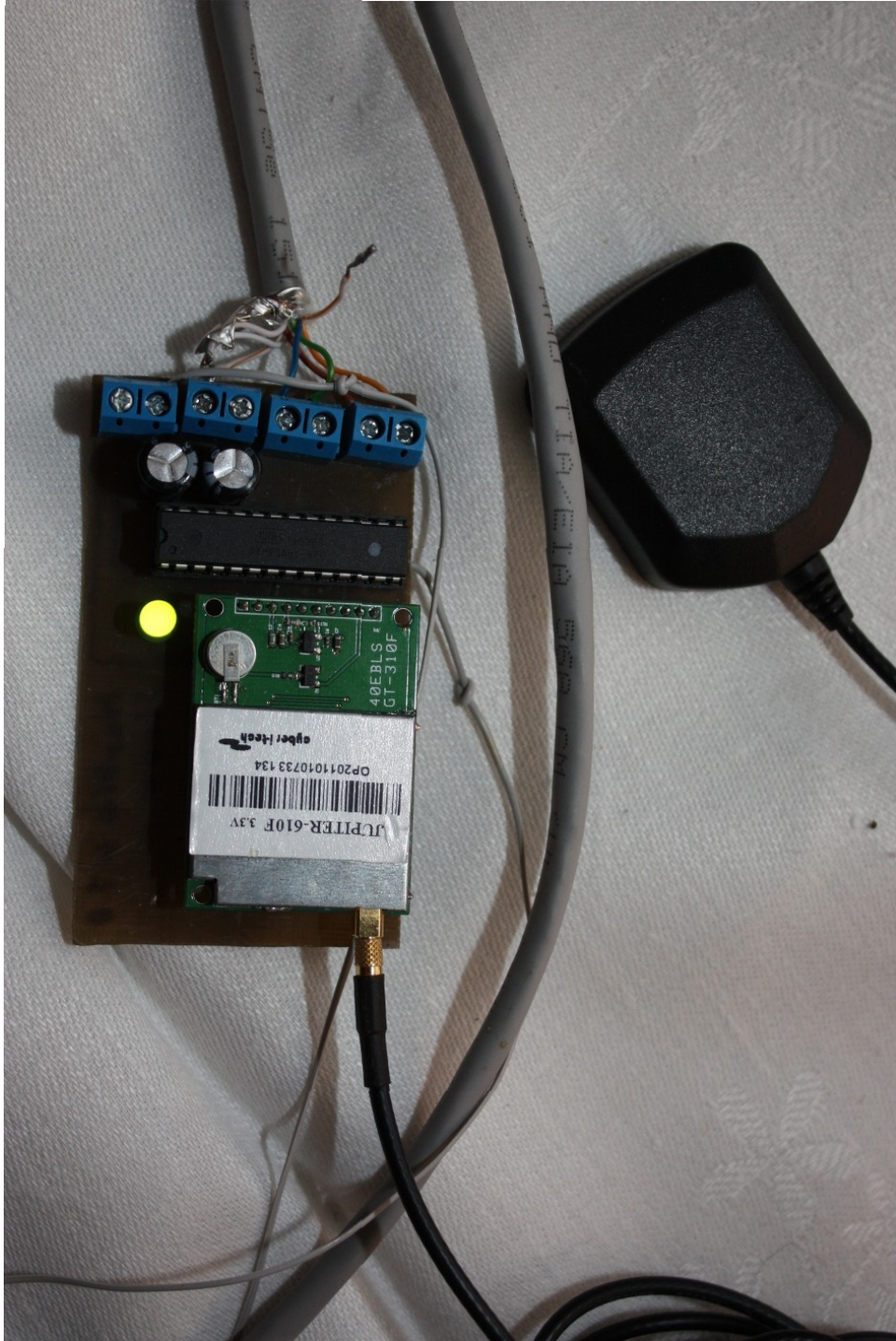
PRÍLOHA P II: FOTOGRAFIA PROTOTYPU UI MODULU



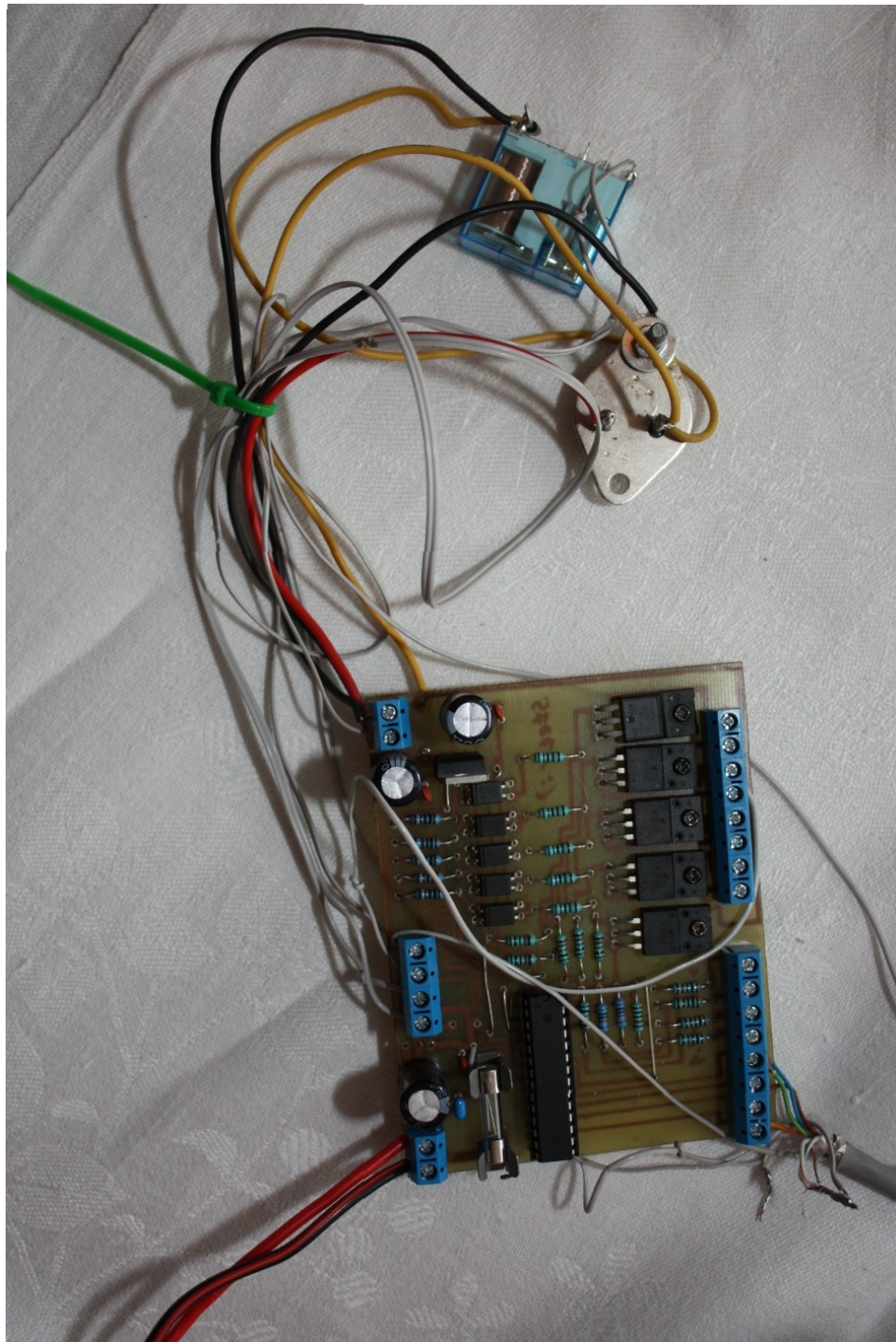
PRÍLOHA P III: FOTO. PROTOTYPU RIADIACEHO MODULU



PRÍLOHA P IV: FOTOGRAFIA PROTOTYPU GPS MODULU



PRÍLOHA P V: FOTOGRAFIA PROTOTYPU MODULU PS



PRÍLOHA P VI: FOTOGRAFIA PROTOTYPU MODULU MT

