

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Liberec 2009

Martin Nosek

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií

Studijní program: B2612 – Elektrotechnika a informatika

Studijní obor: 1234R567 – Elektronické informační a řídicí systémy

**Zabezpečovací systém pro automobil s využitím
GPS a GSM**

Security system for the car using GPS and GSM

Bakalářská práce

Autor:	Martin Nosek
Vedoucí práce:	Ing. Tomáš Martinec
Konzultant:	Ing. Přemysl Svoboda

V Liberci 1. 2. 2009

Prohlášení

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé bakalářské práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé bakalářské práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom(a) toho, že užít své bakalářské práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

Bakalářskou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

Datum

Podpis

Poděkování

Nejvíce bych chtěl poděkovat Ing. Tomáši Martincovi, který mi pomohl vybrat téma této práce a našel si čas, aby mi vysvětlil všechny nejasnosti. Svými odbornými znalostmi mě dovedl k úspěšnému dokončení mé bakalářské práce.

Dále děkuji rodině za pomoc při přepisu do elektronické podoby a za jazykovou kontrolu textu. V neposlední řadě také za jejich všeobecnou podporu, mého vysokoškolského studia.

Abstrakt

Cílem této práce je seznámit se s technologiemi GSM a GPS. Pochopit základní princip jejich funkčnosti, naznačit možnosti využití, poskytnout přehled o vývoji, zdokonalování a především se seznámit s obsluhou GSM a GPS zařízení pomocí AT příkazů. Poté bychom měli dokázat obě tyto technologie synchronizovat a použít při realizaci zabezpečovacího zařízení pro automobily a jiné vhodné dopravní prostředky.

Realizace spočívá ve výběru vhodných komponent k detekci stavu vozidla, řízení a GSM a GPS zařízení. Dále mezi těmito segmenty zprostředkovat komunikaci a naprogramovat software pro řídicí obvod tak, aby dokázal zpracovat přicházející toky dat.

Klíčová slova: GSM/GPS modul, akcelerometr, kompilátor SDCC.

Abstract

The aim of this work is to become familiar with GPS and GSM technologies. To understand the basic principle of functionality, suggest the possibility of usage, to provide an overview of the development, improvement and is especially familiar with service the GSM and GPS devices using the AT commands. Then we should prove both of these technologies to synchronize and use in the implementation of safety equipment for cars and other appropriate means of transport.

Implementation is the selection of appropriate components to detect the state of the vehicle, control and GSM and GPS devices. Furthermore, between those segments mediate communication and make program software for control circuits so that the process was able to evaluate incoming data flows.

Keywords: GSM / GPS module, accelerometer, compiler SDCC.

Obsah

1	Úvod	9
2	GSM.....	11
2.1	Historie systému GSM	11
2.2	Architektura GSM sítě	12
2.3	Zabezpečení systému GSM	14
2.4	Rádiové rozhraní systému GSM	15
2.5	SIM Karta	16
3	GPS	19
3.1	Historie	19
3.2	Princip funkce	20
3.3	Radiové vysílání.....	20
3.4	Struktura GPS systému	21
3.5	Navigační kanál	22
3.6	Zdroje chyb v GPS	23
4	AT příkazy	25
4.1	Základní popis AT příkazů	25
4.2	Základní odpovědi modulu na AT příkazy	26
4.3	Seznam a popis použitých AT příkazů.....	26
5	Výběr a vlastnosti součástek	30
5.1	Řídící jednotka - mikroprocesor	30
5.2	GSM-GPS modul	32
5.3	Akcelerometr	32
5.4	RS232 - TTL převodník	35
6	Realizace	36
6.1	Napájení a spotřeba.....	36
6.2	Mikroprocesor.....	36

6.3	GSM/GPS modul	37
6.4	MAX 233A	40
6.5	ADXL330	41
6.6	Návrh DPS	41
7	Software	42
7.1	SDCC	42
7.2	Programování	42
8	Ovládání bezpečnostního zařízení.....	45
9	Návrhy vylepšení a modifikací.....	46
9.1	Úsporné režimy	46
9.2	Další možnosti detekce cizí manipulace	47
9.3	Doplňující funkce	48
10	Závěr	50
	Seznam použité literatury	51
	Příloha A – Schéma zapojení a návrh desky	I

Seznam obrázků

<i>Obrázek 2.1 Blokové schéma sítě GSM.....</i>	<i>12</i>
<i>Obrázek 5.1 Blokové schéma C8051F930.....</i>	<i>31</i>
<i>Obrázek 5.2 Základní princip MEMS akcelerometru</i>	<i>34</i>
<i>Obrázek 5.3 Blokové schéma ADXL330.....</i>	<i>34</i>
<i>Obrázek 6.1 Tlačítko zapojené ve funkci přepínače</i>	<i>37</i>
<i>Obrázek 6.2 Lineární regulátor</i>	<i>39</i>
<i>Obrázek 6.3 Kapacitní zdroj.....</i>	<i>39</i>
<i>Obrázek 6.4 Kombinovaný zdroj.....</i>	<i>40</i>
<i>Obrázek A. 1 Schéma zapojení</i>	<i>I</i>
<i>Obrázek A. 2 Schéma desky ze strany TOP</i>	<i>II</i>
<i>Obrázek A. 3 Schéma desky ze strany BOTTOM.....</i>	<i>III</i>

1 Úvod

Zabezpečovací zařízení jsou důležitou a rychle se vyvíjející oblastí dnešní doby. Každý si pod těmito slovy dokáže představit hlavní účel jejich vzniku, vývoje a použití. Již v pravěku se používaly primitivní zabezpečení k ochraně majetku. Postupem času se zlepšovala a stávala se z nich již složitější zařízení až po dnešní, téměř dokonalá zabezpečení. Dnes se používají skoro všude. Především k ochraně soukromého majetku a lidí samotných. Dělí se do několika druhů [5]:

Základní druhy zabezpečení:

- Mechanické zábranné systémy (Klasická ochrana)
- *Elektronické zabezpečovací systémy (Technická ochrana)*
- Kamerové systémy (Fyzická ochrana)
- Přístupové systémy (Režimová ochrana)

Mezi prvky elektronických zabezpečovacích systémů patří:

- prvky plášťové ochrany
- prvky prostorové ochrany
- *prvky předmětové ochrany*
- prvky venkovní obvodové (perimetrické) ochrany
- poplachové ústředny EZS
- přenosová zařízení

Projekt se týká zhotovení elektronického zabezpečovacího systému pro předmětovou ochranu. Jedná se především o automobily a jiné jízdní prostředky, neboť je detekce neoprávněné manipulace založena na sledování zrychlení. Zařízení bude obsluhováno formou SMS zprávy nebo manuálně. Když bude vyhodnocen neoprávněný pohyb, odešle se varovná SMS na zvolené mobilní číslo. Při odcizení vozu bude možné zjistit jeho pozici pouhým prozvoněním čísla SIM karty modulu. Následně bude poslána zpráva s aktuálními GPS souřadnicemi. Nalézt takto vybavené auto je možné po celém světě s přesností 10m, pokud je v dosahu mobilní sítě a GPS má dostatečný signál z družic.

Řídicí segment celého zařízení je mikroprocesor od firmy Silabs, ten přijímá, zpracovává a odesílá data mezi detekčním a výstupním zařízením. V našem případě mezi akcelerometrem a GSM-GPS modulem. Protože se jedná o bateriovou aplikaci, je nutné požadovat co nejmenší spotřebu energie, takže je při návrhu kladen důraz na výběr součástek s nízkým příkonem.

Bakalářskou práci v tomto znění jsem si vybral pro její rozsáhlé možnosti využití. Jde o spojení dnes široce využívaných systémů jako je GSM a GPS, výrobek je možné zdokonalovat a upravovat vždy podle aktuálních novinek, daných jejich technologickým vývojem. Záměrem je popsat postupy a technologie použité k realizaci prototypu zařízení a pokusit se nastínit široké možnosti vylepšení tak, aby tento zabezpečovací systém byl vhodný pro použití v praxi.

2 GSM

Tato kapitola pojednává o systému GSM. Zabývá se jeho vznikem, zdokonalováním, strukturou a funkcemi jednotlivých podsystémů. Dále čtenář nalezne informace o používaných frekvenčních pásmech a bezpečnosti GSM. Podrobně je popsána funkce SIM karty.

2.1 Historie systému GSM

V průběhu 80. let byl rychlý nárůst analogových celulárních systémů v Evropě, především pak ve Skandinávii, Velké Británii, Francii a Německu. Každá země měla vyvinutý svůj systém, který však byl nekompatibilní s jakýmkoliv jiným systémem v ostatních zemích. Tato situace byla z dlouhodobého hlediska neudržitelná z důvodu nepoužitelnosti zařízení za hranicemi země, což ztrácelo ve sjednocující se Evropě svůj význam. Také z důvodu velmi omezeného trhu pro jednotlivé typy zařízení. To bránilo ekonomickému vývoji a s tím související i technologickému vývoji. Proto Konference evropských správ a pošt CEPT vytvořila v roce 1982 novou standardizační skupinu GSM (Groupe Special Mobile), která měla za úkol vytvořit normy pro nový digitální systém, který by byl slučitelný v zemích celé Evropy potažmo světa.

Kritéria, která musel splňovat navrhovaný systém:

- Perfektní subjektivní kvalita přenášené řeči
- Nízká cena vybavení a služeb
- Podpora mezinárodního roamingu
- Frekvenční hospodárnost
- ISDN slučitelnost
- Efektivitu v budoucnosti

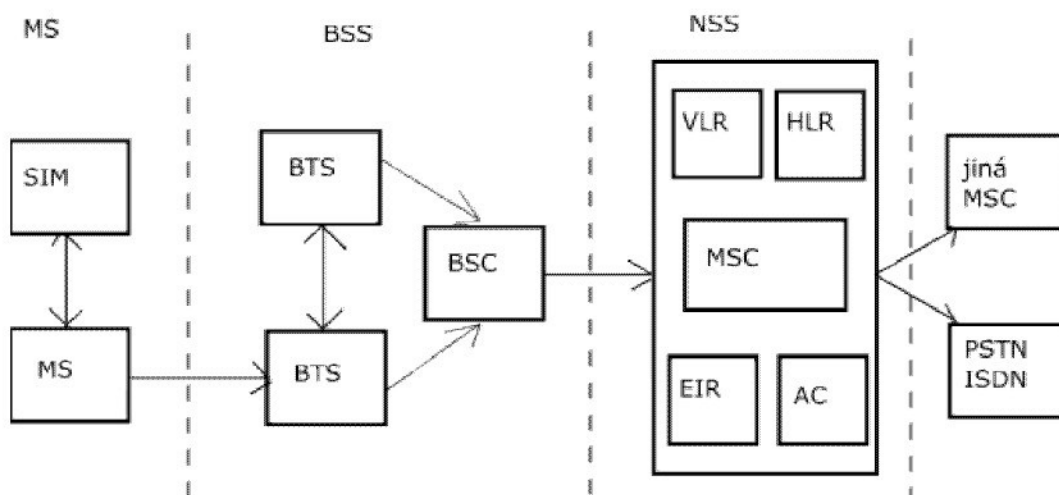
V roce 1989 byla přesunuta odpovědnost za standardizaci tohoto systému na Evropský telekomunikační normalizační institut (ETSI) a v dalším roce byla specifikace fáze 1 sítě GSM prohlášena standardem.

Provoz první komerční GSM sítě začal v polovině roku 1991 a již v roce 1993 existovalo 36 GSM sítí v 22 zemích. Přestože byl standardizován v Evropě, GSM není jen evropský standard. Například Jižní Afrika, Austrálie a mnoho dalších zemí středního a dálného východu zvolily z hlediska kompatibility tento systém. S určitým zpožděním použili tuto technologii i v USA pod názvem PCS 1900 a pracuje na odlišných frekvencích. Systém GSM je tak zaveden na všech kontinentech a zkratka GSM je podávána jako *Global System for Mobile Communication*, tedy Globální systém pro mobilní komunikaci. Analogové buňkové systémy jako třeba TACS ve Velké Británii nebo AMPS v USA začaly pomalu upadat a v současné době je systém GSM velice rozšířeným mobilním komunikačním prostředkem. Počet uživatelů GSM 900/1800/1900 dosáhl v květnu 2001 500 miliónů na celém světě. V České republice byl systém GSM spuštěn společností Eurotel v roce 1996 a následně společnostmi Radiomobil a Český mobil.

2.2 Architektura GSM sítě

GSM síť je rozdělena na 3 základní části:

- Mobilní stanice (MS) a základnová stanice (BTS) - udržují mezi sebou radiové spojení (900MHz)
- Subsystem základnových stanic (BSS)
- Síťový a spínací podsystém (NSS) - provádí spojení mezi jednotlivými účastníky a účastníky jiných telekomunikačních sítí.



Obrázek 2.1 Blokové schéma sítě GSM

2.2.1 Mobilní stanice (MS)

Obsahuje: fullduplexní transceiver, displej, digitální signálový procesor (DSP), smart (SIM) kartu.

SIM karta - obsahuje seznam tel. čísel, uložených SMS a informace o uživateli. SIM lze použít v jakémkoliv mobilním telefonu kromě těch, které jsou blokovány operátorem pouze pro svou síť (viz kapitola 2.5 SIM karta)

Mobilní telefon je identifikován číslem IMEI (International Mobile Equipment Identity). Nejčastěji, se používá při odcizení mobilního telefonu a to tak, že operátor запиše tento kód na svůj seznam kradených telefonů, a pak takový pokus telefonu o přihlášení do sítě bude neúspěšný.

2.2.2 Systém základnových stanic (BSS)

Skládá se ze *Základnové stanice* (BTS - Base Transceiver Station) a *Základnové řídicí jednotky* (BSC - Base Station Controller), Systém základnových stanic (BSS) řídí pomocí radioreléových spojů jednu ale i více BTS stanic. BSS dynamicky přiděluje kanály během komunikace, předává hovory mezi BTS v případě že se pohybujete a přiděluje radiové kanály. BSC vytváří komunikační spojnici mezi MSC a MS a překládá 13kbps hlasový kanál do standardního 64kbps kanálu.

2.2.3 Síťový podsystém (NSS)

Do síťového podsystému patří mobilní stanice, domovský lokační registr, návštěvnický lokační registr, registr mobilních stanic a autentifikační centrum.

Mobilní spínací ústředna (MSC) - hlavní část, která plní funkci telefonní ústředny. Její hlavní prací je ověření legálního přístupu, zjištění polohy, přepojování, registrace a směrování volání, roaming a spojení s pevnou sítí. MSC komunikuje s GSM sítí pomocí jeho rozhraní používající protokoly SS7.

Domovský lokační registr (HLR - Home Location Register) - hlavní databáze se stálými informacemi o uživateli pro mobilní síť. Obsahuje odpovídající informace včetně stavu konta, adresy a předvoleb. HLR je řízen mobilní spínací ústřednou. Existuje pouze jedna HLR na GSM síť.

Návštěvní lokační registr (VLR - Visitor Location Register) - obsahuje dočasné uživatelské informace z HLR jako aktuální umístění, k tomu aby vyřizoval požadavky uživatelů, kteří jsou mimo oblasti kryté jejich domovskou spínací ústřednou.

Registr mobilních stanic (EIR - Equipment Identity Register) - registr obsahuje seznam čísel IMEI. Snižuje riziko ukradení telefonů, umožňuje jednotlivým operátorům zabránit použití daného telefonu v jejich sítích. To potenciálně může odradit zloděje, protože se pro něj stává přístroj bezcenným. Některé nadnárodní společnosti jako Vodafone může tyto IMEI čísla poslat do centrálního registru, čímž se může zabránit použití i v některých cizích zemích.

Autentifikační centrum (AuC - Authentication Center) - umožňuje přihlášení do sítě na základě porovnání klíčů. Originální jsou uloženy na SIM a jejich kopie právě v AuC.

2.3 Zabezpečení systému GSM

V systému je třeba, zabránit nejen zneužití ztraceného telefonu, odposlechu, ale také volání na cizí účet a podobně. Systém GSM má bezpečnost obecně rozdělenou na dvě hlavní kategorie. Jedna z nich je ověření totožnosti účastníka, mobilní stanice a SIM karty, druhá kategorie je oddělený proces šifrování přenášených dat.

Šifrování dat probíhá tak, že na základě klíče, což je nějaká kombinace znaků, se pomocí šifrovacího algoritmu generuje náhodná (šifrovací) posloupnost. Tato šifrovací posloupnost se pak sčítá s přenášenou bitovou posloupností.

Pomocí číselných kódů PIN, PIN2 a PUK se ověřuje totožnost uživatele SIM karty. S použitím tzv. IMEI, což je číslo uložené v mobilním telefonu a v registru EIR, můžeme

ověřit totožnost přístroje. Toto číslo je posláno do registru VLR, kde je ověřeno a zařazeno do jednoho ze seznamů:

- White list - stanice, jímž je přístup povolen
- Black list - kradená mobilní stanice
- Grey list - porouchaná stanice nebo nepodporující nutné aspekty k povolení

Radiová část přenosu dat je jediné slabé místo v systémech GSM. Data přenášená mezi základnou a mobilním přístrojem se dají zneužít. Uživatel má téměř neomezenou volnost a to dává potencionálně možnost telefonování na účet majitele nebo například jeho odposlechu. Systém GSM proto používá řadu mechanismů, jak tomuto předejít. Jedná se o použité formáty dat a protokoly, kanálové kódování, digitální modulaci GMSK, neustálé přeladování stanice na různé frekvence a výše popsané ověření totožnosti účastníka a mobilní stanice.

2.4 Rádiové rozhraní systému GSM

Mobilní telefony se do sítě připojují přes nejbližší buňku, proto je GSM buňková síť. Dělí se na 4 různé velikosti buněk. *Makro, mikro, piko a deštníkové buňky.*

Za makrobuňky jsou považovány ty základové stanice, jejichž antény jsou nad úroveň střech, nejčastěji na stožárech, věžích a podobně. Mikrobuňky mají anténu pod úroveň střech, pikobuňky, mají dosah antén už jen v desítkách metrů, a proto se hodí především uvnitř budov. Rádiové vlny se sice šíří i skrz zdi, ale na frekventovaných místech, jako jsou nádražní haly a obchodní centra, je jejich použití vhodné. Deštníkové buňky slouží především na vyplnění nepokrytých míst mezi jednotlivými většími buňkami.

Dosah signálu je závislý na více faktorech, asi nejdůležitější je výkon a výška antény a nemalý vliv má i aktuální počasí. Zpravidla se používá dosah nejvíce 35 km v rámci zajištění vyšší spolehlivosti pokrytí.

2.4.1 Frekvenční pásma

Mobilní telefony v GSM síti pracují nejčastěji na frekvenčních pásmech 900 MHz, 1800 MHz a 850 MHz, 1900 MHz. Původní síť pracovala v rozmezí 890 MHz až 960 MHz. Nazývá se standardní nebo primární a je označována zkratkou P-GSM, (Primary-GSM). Pro tzv. uplink neboli směr komunikace od mobilního telefonu k základové stanici se používá dolní část vyhrazeného pásma (890-915 MHz). Pro downlink, směr BTS→MS zase část horní (935-960 MHz). Frekvence mezi nimi slouží jako zakázané pásmo pro bezpečné oddělení, aby nedocházelo k rušení. Uvnitř obou pásem je vytvořeno 124 radiových kanálů. Brzy již počet kanálů nedokázal pokrýt všechny požadavky uživatelů. Vznikla rozšiřující varianta, takzvané EGSM (Extended-GSM). Pracuje na stejné frekvenci, ale poskytuje více kanálů pro komunikaci mezi mobilní stanicí a základovou stanicí, protože se okrajová pásma rozšířila o 10 MHz. To dává možnost vzniku dalším 50 duplexním kanálům (25 každým směrem). Obě varianty kmitočtově patří do *GSM 900*.

Systém *GSM 1800*, kterému se také říká DCS (Digital Cellular Service), je koncipován na použití v buňkách malých rozměrů. Má vyhrazené pásmo 1710 až 1795 pro uplink a 1805 až 1880 pro downlink. Je na něm vytvořeno 374 radiových kanálů o šířce každého z nich 200 kHz. Duplexní rozteč 95 MHz udává frekvenční vzdálenost mezi kanály pro vysílání a přijímání.

GSM 850 a *GSM 1900* se používá v Kanadě, Spojených Státech Amerických a celkově ve státech na území Ameriky. *GSM 850* má pro uplink vyhrazeno 824-849 MHz, downlink 869-894 MHz. *GSM 1900* využívá uplink od 1850 do 1910 MHz, downlink od 1930 do 1990 MHz.

2.5 SIM Karta

Zkratka z angličtiny pro *subscriber identity module*. Je to identifikační karta pro určení uživatele v síti. Obsahuje číslo IMSI, které je jednoznačné pro každého uživatele na celém světě. Nepoužívá se však jako telefonní číslo. Dále obsahuje malou paměť pro uložení SMS zpráv a telefonních čísel.

Tento malý mikropočítač se skládá z procesoru, paměti ROM, RAM, EEPROM a vstupními a výstupními obvody. První SIM karty byly větší, ale dnes se nejčastěji používá standardní o velikosti 25x15mm. Je z ní vyvedeno osm kontaktů. Datový pin (DATA), napájecí pin (Vcc), programovací napájecí pin (Vpp), pin pro reset (RST), hodiny (CLK) a zem (GND). Zbylé dva kontakty nejsou použity.

Přístupové kódy pro ověření uživatele:

- PIN1 - pro přístup k běžným funkcím stanice
- PIN2 - chrání vybrané speciální aplikace
- PUK1 - určen pro případ zablokování od PIN1
- PUK2 - určen pro případ zablokování od PIN2
- BPUK - pro GSM bankovníctví
- LPIN - slouží k lokalizaci SIM

2.5.1 Komunikace s kartou

Dle [10], karta komunikuje obousměrně po jednom vodiči sériovým přenosem. Rychlost záleží na hodinovém signálu. Přenos je osmi bitový se dvěma stop bity a lichou paritou. Nejdříve jsou posílány bity s vyšší vahou až postupně k nejnižšímu. Je zapotřebí dát si pozor na invertované logické úrovně třeba oproti sériovému UARTU. To znamená, že znak FFh poslaný kartou je ve skutečnosti 00h. Po resetu posílá karta svůj status a dál je nečinná a čeká na příkazy. Ty zpravidla posílá GSM telefon/modul. Jako první si ověří, zda je SIM vložena a to tak, že připojí napájecí napětí na kartu a pošle signál o přesném kmitočtu. Hned jak je karta přijata, telefon posílá dotaz na PIN, pokud je jeho zadávání vyžadováno. Jestliže se PIN zadá třikrát špatně, bude vyžadován PUK kód, v případě vyčerpání všech deseti pokusů na jeho správné zadání, telefon kartu zablokuje a již se nedá ničím odblokovat!

Po zadání správného PIN je přístup do karty povolen. Telefon čte nejdříve informace o síti a identifikačním čísle karty. Na základě těchto informací se připojuje do sítě. Během této doby probíhá další čtení informací jako nastavení jazyka, zjištění telefonních čísel a krátkých textových zpráv. Doba trvání těchto procesů může být deset až dvacet sekund, záleží na počtu kontaktů a zpráv, které telefon dokáže uložit do své paměti.

2.5.2 Využití karty pro identifikační systémy

V identifikačních systémech, kde je potřeba velmi vysoká úroveň zabezpečení, se přímo nabízí použití karty. Obsahuje jedinečný autorizační algoritmus, který je ve světě zatím nepřekonaný.

Pro spuštění algoritmu telefon od sítě obdrží 16 bytové náhodné číslo. Karta z něj vypočte číslo 12 bytové a předá se zpět síti. Pokud je vypočítané číslo v pořádku, uživatel má povolen vstup do sítě. Takto je jednoduše a velmi bezpečně zajištěn autorizovaný vstup do sítě. Pokud by se někdo pokusil o nepovolený přístup pomocí telefonu a zařízení simulující SIM, musel by nejdříve z pravé karty přechist a uložit všechny kombinace autorizačního algoritmu. Pro představu by byla paměť velká $2^{128} \times 96$ bitů.

2.5.3 Zapojení SIM karty

Není nutné, aby byl zapojený kontakt pro detekci přítomnosti karty, ale nastává tím určité riziko poškození karty a následně i zařízení. Při vytahování či zasouvání může dojít ke spojení napájení se zemí nebo s jiným vývodem. Zdroj kmitočtu může být stejný pro kartu i mikrokontroler. Ke spojení s obousměrným portem karty je lepší použít vstup s otevřeným kolektorem a rezistorem připojeným na Ucc. Třístavový vstup není vhodný.

Pokud karta slouží pouze k identifikaci, je vhodné číst z ní data pouze z první úrovně zabezpečení, to znamená, že není potřeba zadávat PIN a tím se zabrání problémům se zablokováním.

S výhodou se dá použít jakýkoli mobilní telefon, kde už je vše zapojené a funkční. Další možnost poskytuje lepší integrování do malého pouzdra a je použita v této práci. Využívá GSM modul, který také vše zařídí a obslouží. Rozdíl je, že spojení bude muset být provedené zvlášť na tištěném spoji (viz kapitola 6.3).

3 GPS

Systém GPS (Global Positioning System) je globální navigační satelitní systém využíván k vojenským i civilním účelům. S přijímačem GPS můžeme zjistit aktuální čas, rychlost a polohu kdekoli na Zemi i v přilehlém prostoru. Na oběžné dráze Země je používáno 24 až 32 satelitů, které vysílají kvalitní radiový signál. V roce 2000 došlo k významnému zvýšení přesnosti. Systém je schopný běžně určit souřadnice s přesností do 10 m. S ostatním vylepšením se můžeme dostat až na přesnost v řádech centimetrů. A protože ve vojenství je nestrategické veřejnosti odkrývat nejnovější technické pokroky, můžeme se jen domnívat co je s GPS systémem dnes možné a s jakou přesností. Provozovatelem jsou vzdušné síly USA a řízení spadá pod vládu USA. Oficiální název je NAVSTAR GPS.

Od roku 1994, kdy se dostal do plného provozu, je používán širokou veřejností k mnoha účelům. Navigace dopravních prostředků, práce s mapami, zeměměřičství, obchod, vědecká použití, ale také koníčky jako geocaching. To všechno dnes spolupracuje s GPS.

3.1 Historie

První navigační systém se jmenoval *Transit*, byl užíván armádou Spojených států amerických, byl prvně testován v roce 1960. Používal síť pěti satelitů. Zaměření pozice bylo možné přibližně jen jednou za hodinu. V roce 1967 vyvinula armáda USA systém družic *Timation*. Ten byl schopen navíc zjistit a přepočítat přesný čas v daném místě. V roce 1970 se stal prvním celosvětovým navigačním systémem *Omega Navigation System*.

Vývoj GPS byl zahájen v roce 1973. Je částečně navržený na pozemní radiové navigaci jako třeba LORAN nebo Decca navigator užívané během druhé světové války. Po pětiletém testování na pozemních stanicích bylo v roce 1978 vypuštěno 11 družic z původně plánovaných 18-ti. Jelikož byl tento počet nedostačující, změnil se plán na 24 satelitů. Impuls, aby byl navigační systém k dispozici i pro civilní účely, dalo sestřelení korejského civilního letadla Sovětským svazem při přeletu nad jejich územím. Od roku 1994, kdy bylo na oběžnou dráhu vysláno již všech 24 družic, je plná operační

dostupnost pro civilní účely. V roce 2008 se Rusko zasadilo o znovuoobnovení systému GNSS GLONASS s podpůrnými systémy SBAS, GBAS a LAAS. Ty nyní zajišťují sekundární podporu globálního pokrytí. Právě systém SBAS je podporovaný modulem XT65. Ve fázi vývoje je evropský projekt navigační sítě nazvaný Galileo. Počítá se s využitím pouze pro civilní účely. Projekt Galileo bude mít jednu velkou výhodu a to, že ho bude řídit Evropská rada. GPS je řízené Spojenými státy, takže ho můžou kdykoli vypnout. To by znamenalo kolaps hlavně v letecké dopravě.

3.2 Princip funkce

Princip funkce výpočtu polohy je dálkoměrný. To znamená, že se poloha objektu určuje pomocí bodů se známou polohou. Čím více těchto známých bodů máme, tím je výpočet přesnější. Radiové vlny mají známou rychlost šíření ve vzduchu, takže proměnnou ve výpočtu je časové zpoždění signálu. Radiové vlny jsou vysílány družicemi na oběžné dráze Země. Zařízením pro příjem signálu je počítáno zpoždění. Pomocí svých hodin porovnávají časové stopy z vysílače. Při této rychlosti šíření může pouhý zlomek sekundy znamenat změnu polohy až o stovky kilometrů. Družice nevysílají pouze časové stopy. Musí být zohledněna i rotace kolem Země, aby se dala určit jejich poloha. Takže dalším vysílaným parametrem je i dráha oběhu.

3.3 Radiové vysílání

Každá družice vysílá radiový signál o nějaké frekvenci, aby nedocházelo k rušení jednotlivých datových toků. Pro odlišení jednotlivých družic a filtraci jejich šumu se používá několik metod vysílání. Kódové, frekvenční a časové.

kódové - družice vysílají na stejné frekvenci, každá svůj kód, který pak přijímač na základě jeho znalosti snadno identifikuje a zesílí. Využívá GPS, Galileo.

frekvenční - každá družice vysílá na jiné frekvenci stejný kód. Tento způsob je méně výhodný, protože je potřeba víc volných frekvencí. Vzniká větší šumění. Využívá GLONASS.

časové - každá družice vysílá na stejné frekvenci stejný kód, ale v jiném čase. Tento způsob se nepoužívá kvůli náročné realizaci přijímače a vysílače.

3.4 Struktura GPS systému

Dělí se na 3 části:

- vesmírná
- řídicí
- uživatelská

3.4.1 Vesmírná část

Zahrnuje obíhající GPS družice. Původní projekt počítal s celkovým počtem 24 družic, ale nakonec byl modifikován na 32. Satelity jsou na orbitě uspořádány tak, aby vždy nejméně 6 bylo viditelných z každého místa na zemi. Obíhají v nadmořské výšce přibližně 20 200 km. Zemi oběhnou 2x za hvězdný den, to je 23 hodin 56 minut. Od března 2008 aktivně vysílá 31 satelitů a další 2 starší, které již slouží jen na náhradní díly. Se zvýšeným počtem družic byla jejich konstelace změněna na nestejnorodé uspořádání. To pomohlo k větší spolehlivosti v případě, že selže více satelitů najednou. Každá družice obsahuje atomové hodiny, několik druhů antén, senzory pro detekci výbuchu jaderných bomb nebo startu balistických raket. Napájení zajišťují baterie napojené na solární panely. Informační toky probíhají na pěti různých frekvencích. Ty byly zvoleny tak, aby se minimalizovaly vlivy počasí.

- L1 (1575,42 MHz) - K vysílání kódu pro civilní a vojenské účely, vojenský kód je šifrovaný.
- L2 (1227,62 MHz) - Vysílá vojenský kód a novější družice jsou připraveny vysílat i civilní kód.
- L3 (1381,05 MHz) - Nové typy družic vysílají informace o startu balistických raket, jaderných výbuchů a o jiných vysokoenergetických zdrojích.
- L4 (1841,40 MHz) - Pro měření zpoždění při průchodu ionosférou.
- L5 (1176,45 MHz) - Vyhrazeno pro leteckou dopravu kvůli malému rušení na této frekvenci.

3.4.2 Řídící část

Letové trasy družic jsou sledovány americkým letectvem pomocí 18 monitorovacích stanic na území Havaj, Kwajalein, Ascension Island, Diego Garcia a Colorado Springs. Dalších 13 stanic spravuje Národní Geokosmická Zpravodajská Agentura (NGA). Sledované informace jsou posílány do řídicího střediska na letecké základně Schriever v Colorado Springs, která je ovládána 2nd space operations squadron (2SOPS). Pak 2SOPS pravidelně kontaktuje každou družici, zašle povely a opraví dráhu letu. Tyto aktualizace také synchronizují atomové hodiny. Aktualizace tvoří Kalmanův filtr, zpracovává vstupy z monitorovacích stanic, informace o vesmírném počasí a různé další parametry. Při manévrování k dosažení správné dráhy nejsou družice ve správné poloze a musí být v daném okamžiku nastaveny jako nefunkční, aby jejich data nebyla zahrnuta do kalkulace.

V případě zničení pozemních stanic se družice přepnou do autonavigačního módu (AUTONAV). Tak dokážou pracovat až 6 měsíců, přičemž družice mezi sebou spolupracují a synchronizují hodiny. Tento stav však ještě nikdy nenastal a neproběhly ani žádné testy.

3.4.3 Uživatelská část

Do uživatelské části patří všechny GPS přijímače. Obecně jsou přijímače složené z antény, předzesilovače, procesoru, velmi přesných hodin (krystalový oscilátor) a komunikačního rozhraní. Mohou mít také displej pro poskytování informací uživateli. Parametrem přijímače je jeho počet kanálů, to znamená, kolik družic může současně monitorovat. Původně byly stavěné na 4 nebo 5 kanálů, ale v průběhu let se počet zvýšil a od roku 2007 mají přijímače obvykle mezi 12 - 20 kanály. Mnoho přijímačů může komunikovat a předávat data s počítačem nebo dalším zařízením. K tomu slouží protokol NMEA0183 nebo méně rozšířený NMEA2000. Další rozhraní pro komunikaci je např. sériový port.

3.5 Navigační kanál

Každý satelit vysílá spojitě navigační zprávy rychlostí 50 bit/s. Ty obsahují čas, týdenní číslo a informace o funkčnosti satelitu. To vše je přeneseno v první části zprávy.

Efemerida, což je predikovaná poloha družice, je obsahem druhé části a tzv. almanach, kde jsou uloženy údaje o pohybu všech družic systému je obsahem třetí části. Z těchto 3 posílaných zpráv se již dají spočítat všechny typické funkce poskytované GPS navigací.

3.6 Zdroje chyb v GPS

Existuje mnoho faktorů, které ovlivňují přesnost výpočtu polohy. S každým z nich se musí počítat. Pro každý zdroj chyby se navrhne kompenzační algoritmus a následně se s jeho pomocí upraví parametry pro určení polohy.

3.6.1 Ionosférická a troposférická refrakce

Refrakci neboli lom, způsobují volné elektrony a ionty, které jsou v těchto vrstvách atmosféry. To znamená od zemského povrchu až k výšce 500 km, dále už je téměř vakuum a vlivy jsou zanedbatelné. Při lomu dochází k prodloužení dráhy signálu a jeho zpoždění. Přijímače obsahují kompenzační segment, který zohledňuje tyto vlivy. Klíčový parametr používaný ke kompenzaci je výsledek analýzy signálu na různých kmitočtech, protože změna rychlosti signálu závisí na frekvenci. Množství iontů a elektronů v troposféře a ionosféře ovlivňují meteorologické podmínky jako teplota, tlak, vlhkost, dále aktivita Slunce, roční období a fáze dne.

3.6.2 Efemeridy

Výpočet předpokládané dráhy letu je z matematického hlediska relativně jednoduchý, protože se družice pohybují v elipsách. Přesto se vlivem kolísání tíhových sil Země, Slunce a Měsíce jejich dráha mírně mění a vznikají nepřesnosti. Tato chyba má vliv na správné určení polohy družice a dochází ke zkreslení výpočtu v přijímači.

3.6.3 Poloha družic

Další faktor mající vliv na přesnost určení pozice je rozestavění družic. Jestliže přijímač vidí 4 satelity a všechny jsou např. na severovýchodě, může dojít k nepřesnosti 100 - 150 m. V nejhorším případě se nedá poloha určit vůbec. Nejvýhodnější

konstelace je, pokud jsou družice rozmístěné rovnoměrně po obloze a signály přichází ze všech světových stran.

3.6.4 Šíření signálu více cestami

Je způsobeno odrazem satelitních radiových vln od objektů. Tento jev se nejvíce projevuje v okolí velkých budov nebo jiných vyvýšenin. Odražený signál má delší čas dopadu než signál přímý. Tato chyba způsobuje nepřesnost několik metrů.

3.6.5 Hodinové nepřesnosti a zaokrouhlovací chyby

Navzdory prováděné synchronizaci hodin přijímače s družicí pořád existuje nepatrný časový rozdíl, který společně s chybnou kalkulací a zaokrouhlováním způsobují až 3 metrovou nepřesnost.

3.6.6 Relativistický efekt

V normálním životě si člověk neuvědomuje relativní pojetí času. Avšak tento efekt má vliv na mnoho procesů včetně funkce GPS systému, ve kterém, jak již víme, hraje čas podstatnou roli. Přesnost hodin se musí pohybovat mezi 20 - 30 nanosekundami. Proto se musí vzít v úvahu rychlý pohyb družic (až 12 000 km/h) vůči Zemi. Teorie relativity říká, že čas u rychle pohybujících se předmětů běží pomaleji. To vede k nepřesnosti přibližně 7,2 mikrosekundy denně. Čas je relativní také v různě silném gravitačním poli. V našem případě je na Zemi větší gravitace než na oběžné dráze. Čas na Zemi běží pomaleji. Účinek rozdílu gravitačního pole má 6x větší vliv na čas než účinek rychlosti družice. Ve výsledku tedy běží čas na Zemi pomaleji než družicích. Rozdíl činí asi 38 ms za den. Frekvence krystalu na družicích je stanovena na 10,229 999 995 453 MHz, přičemž se počítá, jako by byla nastavena frekvence 10,23 MHz. Tímto trikem se kompenzují relativistické účinky. Existuje ještě jeden relativistický prvek, který se pro svůj malý vliv do výpočtu běžně nezahrnuje. Nazývá se Sagnacův Efekt. Je způsoben pohybem pozorovatele, který se pohybuje společně se Zemí otáčející se kolem své osy. Na rovníku tedy až 500m/s. Tento vliv je zohledněn jen ve zvláštních případech, protože jsou jeho výpočty náročné. Závisí ještě na směru pohybu.

4 AT příkazy

Zde se dozvíte to nejdůležitější k používání AT příkazů. V podkapitolách je popsáno vše, co bylo použito a s čím se můžete setkat při obsluze realizovaného GSM/GPS alarmu. V poslední části jsou uvedeny konkrétní příklady příkazů, které nastavují a ovládají modul tak, aby alarm plnil svoji funkci.

4.1 Základní popis AT příkazů

AT příkazy jsou skupina příkazů, s jejichž pomocí se dá ovládat každé GSM zařízení, které podporuje tzv. Hayes kód (podle firmy, která je poprvé použila). To znamená, že bez použití jakýchkoli hardwarových vstupních zařízení, typicky klávesnice a funkčních tlačítek na telefonu, se dají obsloužit všechny dostupné funkce telefonu. Jejich použití je velice jednoduché. Každý příkaz začíná výhradně prefixem AT a mohou mít 3 základní syntaxe zápisu.

- *AT+<příkaz>=? <CR>* tato forma zápisu obecně testuje, zdali přístroj příkazu rozumí, případně vypíše nápovědu s očekávanými parametry. Pokud je příkaz kompetentní, výpis zakončí potvrzením OK.
- *AT+<příkaz>? <CR>* načítá aktuálně nastavené hodnoty, které se upravují daným příkazem.
- *AT+<příkaz>=<parametr> <CR>* запиše nebo nastaví hodnoty do telefonu, pokud vše proběhlo v pořádku, odpovědí bude OK.

Nezákladnější příkaz je *AT<CR>*, slouží k ověření správně nastavené komunikace mezi vysílačem příkazů (počítač, mikroprocesor) a telefonem. Pokud ano → OK. Znak *<CR>* je potvrzení klávesou ENTER. Při nastavování z procesoru je tento znak interpretován číslem 0D v hexadecimální soustavě případně 13 v desítkové. Stane se, že ne vždy je zadaný příkaz zpracován tak, jak bychom si přáli. Špatně zadané příkazy jsou ignorovány, na špatné parametry telefon odpoví ERROR. Existuje ovšem více odpovědí, kterými GSM zařízení komunikují s uživatelem.

4.2 Základní odpovědi modulu na AT příkazy

OK - správně a bez chyb vykonaný příkaz

ERROR - odmítnutý, nesprávně vykonaný nebo neznámý příkaz

NO CARRIER - není signál nebo je zaneprázdněná linka

NO DIALTONE - nelze vytočit číslo, nepřichází oznamovací tón

RING - oznámení příchozího volání

BUSY - zaneprázdněný

4.3 Seznam a popis použitých AT příkazů

Zde, je seznam všech příkazů použitých při ladění, nastavování a ovládání modulu. Celý seznam AT příkazů pro modul XT65 je v [12]. V příkladech jsou uvedeny parametry příkazů stejné, jako v reálné aplikaci.

AT

Testuje správnou komunikaci, používán při ladění

ATH

Zruší probíhající hovor nebo volání, použit pro zavěšení při prozvánění modulu.

AT+CSQ

Vrátí hodnotu kvality GSM signálu.

AT+IPR

Nastavení rychlosti komunikace, stačí použít pouze jednou, modul si hodnotu pamatuje.

syntaxe:

AT+IPR=<rychlost>

<rychlost>

0	automatické nastavování rychlosti podle potřeby, z této volby, ale vyplývají určitá omezení, která jsou podrobně vysvětlena v [11]. Ostatní parametry odpovídají požadované rychlosti: 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 28800, 38400, 57600, 115200, 230400, 460800
---	--

zápis použitého nastavení:

AT+IPR=9600<CR>

odpověď:

OK

AT^SGPSS

Nastavení GPS zapíná nebo vypíná přijímač. Také můžeme nastavit mód, ve kterém bude GPS pracovat.

syntaxe:

AT^SGPSS=<akce>[, <mod>]

<akce>

- | | |
|---|--|
| 0 | vypne GPS přijímač |
| 1 | zapne přijímač, parametr <mod> je v tomto případě povinný |
| 2 | přepnutí do režimu spánku. Pokud je známa pozice, tak přepnutí nastává okamžitě. V opačném případě se počká 120 s. Když ani poté polohu přijímač nelokalizuje, přepne se do stavu spánku bez známých souřadnic |
| 3 | probuzení z režimu spánku |

<mod>

- | | |
|---|---|
| 0 | AT příkazový mód, GSP je ovládána pomocí AT příkazů |
| 1 | Transparentní mód, ovládání pomocí UBX protokolu, více v [14] |

zápis použitého nastavení:

AT^SGPSS=1,0<CR>

odpověď:

OK

AT^SGPSR

Podle parametru určuje, jaká data mají být přečtena, mohou to být informace o satelitech a pak samozřejmě poloha, rychlost a další

syntaxe:

AT^SGPSR= <TypDat>

<TypDat>	
0	datum, čas, zeměpisná šířka, indikátor N - S, zeměpisná délka, indikátor E - W, nadmořská výška, rychlost, kurs, status
1	výpis uložených dat z paměti
2	výpis uložených dat z paměti
3	podrobnosti o satelitech

zápis použitého nastavení:

AT^SGPSR= 0<CR>

odpověď:

AT^SGPSR=0

^SGPSR: 2009/04/015,13:59:35,50.7706053,N,015.0838638,E,164,0,152.75,0

OK

AT+CMGF

výběr SMS formátu, je na možno klasický PDU formát, který je nastavený výrobcem nebo přepnout na textový formát, který je velmi výhodný a usnadní v tomto případě hodně práce při programování.

syntaxe:

AT+CMGF=<mod>

<mod>	
0	PDU formát
1	textový formát

zápis použitého nastavení:

AT+CMGF= 1<CR>

odpověď:

OK

AT+CMGS

Pošle SMS na číslo zadané v parametru. Telefonní číslo musí být zadané v mezinárodním tvaru. Po odeslání čísla se čeká na znak ">" a poté se запиše text SMS. Posílání se dá přerušit znakem pro escape. Odezva telefonu bude OK i v případě že došlo k přerušení od escape.

syntaxe:

AT+CMGS="<tel. číslo>"

zápis použitého nastavení:

AT+CMGS= "+420728025012"<CR>

odpověď:

>(zde se nyní bude psát text sms)

zápis souřadnic:

>^SGPSR:

2009/04/015,13:59:35,50.7706053,N,015.0838638,E,164,0,152.75,0

<CTRL-Z>

odpověď:

+CMGS: 5

OK

AT+CMSS

Pošle uloženou sms ze zvolené pozice v paměti SIM karty.

syntaxe:

AT+CMSS=<číslo pozice>[,<tel. číslo>]

zápis použitého nastavení:

AT+CMSS= 2<CR>

odpověď:

OK

5 Výběr a vlastnosti součástek

Vhodný výběr součástek pro realizaci je velmi důležitý pro konečnou cenu výrobku. Můžeme narazit na součástku, která je podstatně dražší, protože má lepší parametr, který je pro nás nedůležitý a nijak ho nevyužijeme. Je třeba se zamyslet, které vlastnosti využijeme a které jsou pro nás rozhodující. Hlavními parametry pro výběr byly čtyři aspekty. *Elektrické vlastnosti, velikost pouzdra, cena a také dodací lhůta.* Nejdůležitější byly samozřejmě elektrické vlastnosti a velikost, takže byl kladen důraz na výběr SMD součástek. Když se naskytla možnost volby v nabízeném sortimentu, tak rozhodovala cena, ale stalo se, že dodací lhůta byla příliš dlouhá, proto se změnila selekce na úkor ceny. Samozřejmě při časové neomezenosti k realizaci může být rychlost dodání nepodstatný parametr a za určitých podmínek není rozhodující ani cena.

5.1 Řídící jednotka - mikroprocesor

Protože jsem zpočátku předpokládal, že použiji 2 moduly, jeden GSM a druhý GSP, byl třeba procesor, který má k dispozici 2 sériové linky. Zvolil jsem typ *C8051F342*.

Později jsem zjistil, že společnost Siemens má na trhu modul, ve kterém je integrováno GSM a GSP přijímač. Z toho vyplývá, že stačí použít procesor s jedním sériovým portem. Tím se podstatně rozšířil okruh hledání, a proto jsem se rozhodl pro typ *C8051F930*. Má několik zásadních výhod oproti předchozímu. Podstatně menší spotřebu energie, což je pro tuto aplikaci zásadní a výhodou je i interní oscilátor s taktovací frekvencí 24,5 MHz, ideální pro komunikaci prostřednictvím UART. Jako nevýhodu bychom mohli uvést, že má výkon jen 25 MIPS oproti 48MIPS u *C8051F342*, ale pro naše zařízení není rychlost rozhodující.

5.1.1 Silabs C8051F930

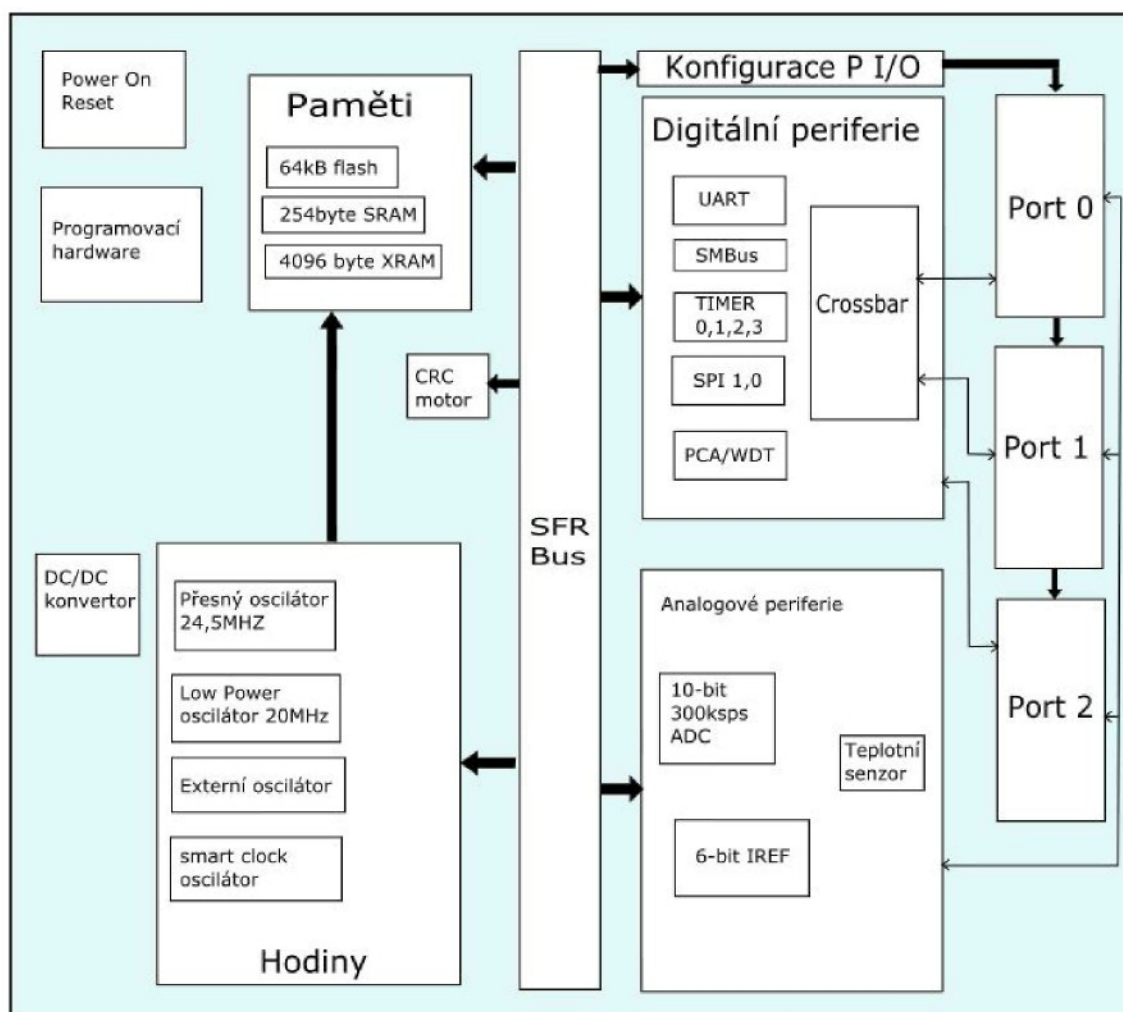
Firma Silabs se zabývá výrobou a zdokonalováním známých typů procesorů C8051.

Jako jeden z nejnovějších je nyní na trhu typ C8051F930. Patří do rodiny mikroprocesorů, které jsou schopné při plné funkčnosti pracovat v single-cell módu už od 0,9V, horní mez je 3,6V. Dokáží výrazně prodloužit životnost baterie. S integrovaným stejnosměrným měničem napětí byl navržen k tomu, aby poskytoval

rychlý čas probuzení, pracoval v úsporném režimu a měl extrémně nízkou spotřebu proudu v režimu spánku.

Základní parametry MCU C8051F930

- napájecí napětí 0,9V až 3,6V
- 10bit A/D převodník s rychlostí až 300 ksp/s
- 2 komparátory
- Paměť 64kB flash a 4352 bitů interní RAM
- Výkon až 25 MIPS při frekvenci hodin 25MHz
- 1x UART
- Interní oscilátor 24,5MHz a 20MHz
- Pouzdro 32 pinů, typ LQFP (9x9 mm)
- Teplotní senzor



Obrázek 5.1 Blokové schéma C8051F930

5.2 GSM-GPS modul

Jeho hlavním úkolem je zprostředkovávat komunikaci mezi uživatelem a samotným hlídacím zařízením. Výběr nebyl těžký, protože společnost Siemens nabízí pouze dva moduly, které kombinují GSM a GPS v jednom. Typ XT65 a XT75. Rozdíl mezi nimi je jen jeden. XT75 má implementován EDGE neboli E-GPRS. Tento přenos dat je asi 3x rychlejší než GPRS, dokáže přenášet data rychlostí až 474 kbps. Rychlost, ale není rozhodující, navíc pro posílání souřadnic a zpráv by plně stačila rychlost GPRS, kterou podporují oba. Posílání dat přes GPRS by mělo své výhody. Běžná SMS je dražší. U GPRS se platí za velikost dat, a protože bychom posílali jen pár kB, cena by byla výrazně nižší. Nicméně realizovat tuto komunikaci by bylo z technického hlediska náročnější, proto jsem zůstal u běžného posílání textových zpráv a zvolil typ *Cinterion Siemens XT65*

5.2.1 Cinterion Siemens XT65

Jeden z prvních modulů, který integruje GSM a GPS. Díky podpoře Javy je umožněno výrobcům vyvinout své produkty dříve. V praxi to znamená podstatné snížení nákladů a zvýšení nabídky. Podporuje čtyři pásma GSM, což umožní sledovat pohyb osob, vozidel a dalších objektů zájmu v jakékoliv síti po celém světě.

Vlastnosti

- Quad-Band GSM850/900/1800/1900
- GPRS class 12
- kódovací schéma CS1,2,3,4
- integrovaný TCP/IP stack
- žádné olověné součásti

5.3 Akcelerometr

Senzor, který detekuje zrychlení. Dělí se do tří skupin na 1D, 2D, a 3D. Výběr mezi 3D není velký, protože je jejich výroba technologicky náročnější, takže se využívá toho, že se dají jednotlivé akcelerometry kombinovat. Můžeme tedy pomocí tří jednoosých udělat jeden tříosý. Záleží, do jakých poloh vůči sobě je umístíme. Většina má

analogový výstup, ale na trhu je i pár typů s digitálním výstupem. Problém je, že jejich výběr je velmi omezený. Podle použití si můžeme volit jejich citlivost a rozsah zrychlení, na které je můžeme použít. Ideální akcelerometr má velkou citlivost a velký rozsah. Takový by šel použít prakticky na všechno. Bohužel fyzikální zákony jsou nekompromisní a tak musíme udělat kompromis my. Největší citlivost na, kterou jsem při hledání narazil je u ADXL213. Při maximálním možném napětí tj. 6 V, má citlivost až 1800mV/g, ale rozsah jen 1,2g.

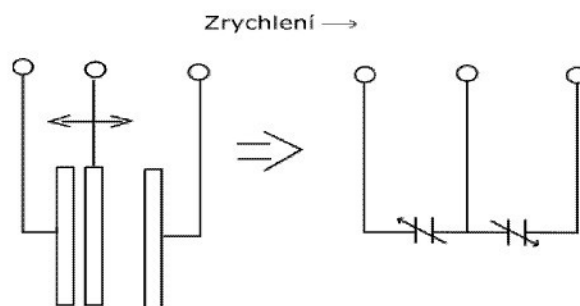
Naopak největší rozsah má model ADXL193 a to 250 g při citlivosti 8mV/g.

5.3.1 MEMS technologie

Zkratka pro Micro-Electro-Mechanical-System neboli Mirkroelektromechanické systémy. Je to spojení mechanických elementů, senzorů, akčních členů a elektroniky na bázi křemíku. Elektronika je vyráběná pomocí standardních postupů výrobou integrovaných obvodů. Mikromechanické části jsou zhotovovány použitím vhodných mikroobráběcích procesů, které vyleptávají části křemíkové vrstvy.

Struktura a funkce MEMS akcelerometru je založena na proměnné kapacitě vzduchového kondenzátoru se třemi elektrodami. Je zde využita nelineární závislost kapacity C na vzdálenosti elektrod kondenzátoru. Kapacita se počítá na základě vzorce $C = S / d$, kde C je kapacita, S plocha elektrod a d vzdálenost elektrod kondenzátoru. Pokud se jedna elektroda umístí volně a je tedy pohyblivá při zrychlení, vzniká akcelerometr (*Obrázek 5.2*).

Tyto senzory mají uplatnění třeba v airbagových systémech, kde rychle nahrazují staré typy akcelerometrů, jež nevyhovují kvůli jejich vyšší ceně a velikosti. Staré jsou zhotovené z diskrétních součástí a mají oddělenou elektroniku. Díky MEMS se podařilo integrovat akcelerometr i elektroniku do jednoho čipu. Takže jsou menší a zvýšila se jejich spolehlivost.



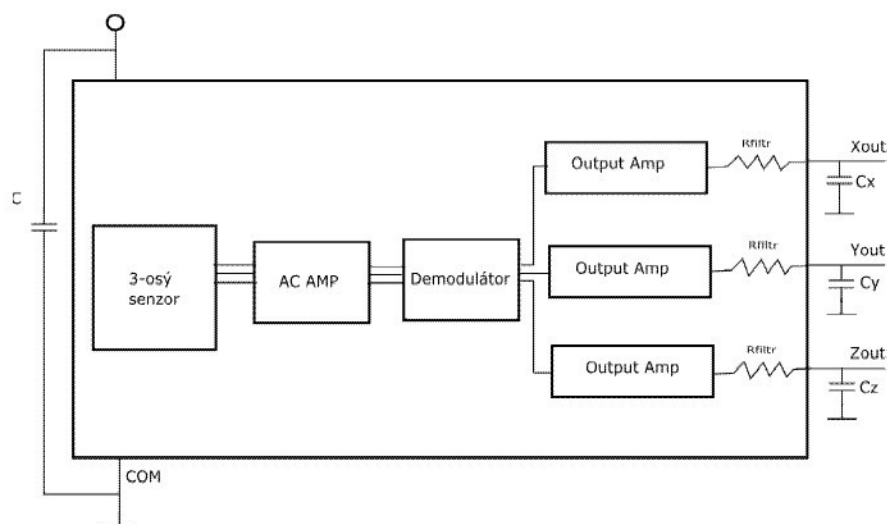
Obrázek 5.2 Základní princip MEMS akcelerometru

5.3.2 ADXL330

Akcelerometr pracuje na principu MEMS (viz kapitola 2.3.1). Předností je jeho nízká spotřeba $180\mu\text{A}$ při $V_s = 1.8\text{ V}$. Je tříosý a má analogový napěťový výstupní signál. Měří v pracovním rozsahu $\pm 3\text{ g}$. Může měřit statické gravitační zrychlení v aplikacích založených na naklánění, ale samozřejmě také dynamické zrychlení vyplývající z pohybu, otřesu nebo chvění.

Uživatel může vybrat šířku pásma pomocí tří kondenzátorů připojených mezi zem a výstupy X_{out} , Y_{out} , Z_{out} (Obrázek 5.3). Šířka pásma může být vybrána tak, aby vyhovovala aplikaci od 0.5Hz do 1600Hz v osách X, Y a 0.5Hz až 550Hz v ose Z.

ADXL330 je k dispozici v malém, nízko-profilovém, 16 pinovém pouzdře $4 \times 4 \times 1,45\text{ mm}$ typu LFCSP_LQ.



Obrázek 5.3 Blokové schéma ADXL330

5.4 RS232 - TTL převodník

Při tvoření přístroje je výhodné použít k odlaďování počítač. Aby se dalo navázat spojení s 12V logikou sériového portu počítače, je nutný převodník úrovní. Převodník jsem zakomponoval přímo na desku výrobku.

Jsou různé možnosti, v dnešní době je nejvíce používané připojení přes USB. Ale rozhraní RS232 má také své výhody, hlavně tam, kde je vyšší úroveň rušení.

5.4.1 MAX233A

Zapojení převodníku je jednoduché. Může za to použití speciálního integrovaného obvodu od firmy Maxim. MAX233A je nábojová pumpa a převodník úrovní. Byl navržen přesně pro tyto aplikace. Všechno má totiž už uvnitř pouzdra, dokonce i přídavné kondenzátory, které u starších typů byly externí. Kondenzátory slouží k násobení napětí. Tato nábojová pumpa vytváří vyšší napětí pro úrovně RS232. Hodnoty napětí dané součtem jednotlivých napětí na kondenzátorech jsou u tohoto integrovaného obvodu + 10V a -10V. Integrovaný obvod se vyrábí ve dvou provedeních: MAX 233 a MAX 233A. Jejich zapojení je stejné a dají se nahradit, Rozdíl je pouze v rychlosti přenosu dat.

6 Realizace

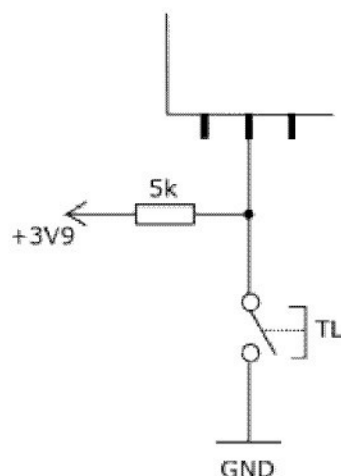
6.1 Napájení a spotřeba

Celý obvod je napájen jedním zdrojem o napětí 4,5 V. Napájení musí být upraveno tak, aby dokázalo splnit vysoké proudové špičky modulu a zároveň pokrýt spotřebu ostatních součástek. Naštěstí proudové nároky u zbylých částí nejsou velké. Úprava spočívá v tom, že je přidána dioda, na které je úbytek přibližně 0,6 V. Výsledné napětí, je tedy 3,9 V. Dále je přidán co nejbližší napájecím nohám modulu kondenzátor o velikosti 4,7 mF, který vykompenzuje vznikající proudové špičky. Podrobnější informace k této a k dalším možným úpravám napájení jsou v kapitole 6.2.1.

Připojení aplikace k napětí signalizuje červená LED dioda. Pro snížení odběru proudu přibližně o 20 mA je možno tuto diodu vypnout pomocí přidaného jumperu. V klidovém stavu je pak celková spotřeba proudu 130 mA. Ta by se dala ještě výrazně snížit při použití úsporných režimů procesoru a hlavně modulu. (viz kapitola 9.1)

6.2 Mikroprocesor

Napájení musí být přivedeno na oba vstupy VBAT a VDD/DC+, jinak procesor nefunguje správně. Na zem jsou pak připojeny piny GND, GND/DC-, analogová zem AGND a DCEN. K programování procesoru slouží vstupy RST/C2CK a C2D, které jsou přímo spojeny s konektorem programátoru. RST/C2CK je zároveň zapojený pro manuální reset mikroprocesoru, přes tlačítko, které je zapojené jako přepínač mezi plusem a zemí (*Obrázek 6.1*). Reset nastává při uzemnění pinu. XTAL1 a XTAL2 slouží pro připojení externího krystalu, který se zapojuje se dvěma kondenzátory. Je třeba připojit mezi tyto piny ještě 10M Ω rezistor. Na vyrobené desce není krystal připájen. Je možné ho dodatečně přidat, kdyby nebyl vnitřní oscilátor vyhovující, pro případné další funkční rozšíření.



Obrázek 6.1 Tlačítko zapojené ve funkci přepínače

Dále jsou zapojené piny RX, TX pro sériovou komunikaci s modulem. Protože při odlaďování bylo nutné zprovoznit komunikaci i s počítačem a MCU má jen jeden UART, byly přidány jumpéry k přemostění obou linek. Takto můžeme pohodlně volit segmenty, mezi kterými bude probíhat datový tok. Jako vstupní/výstupní port byl zvolen port 1 a port 2. Piny P1.0, P1.1, P1.2 jsou nastaveny jako analogové vstupy. Přijímají informace od akcelerometru o zrychlení v jednotlivých osách. P1.0 je přiřazena osa z, P1.1 osa x, P1.2 osa y. Kontrolní LED diody jsou ovládány piny P1.6 a P1.7. Noha P2.0 je vstupní, přivedená od modulu a slouží k detekci vyzvánění.

6.3 GSM/GPS modul

Pro zapnutí modulu je nutné přivést na pin IGT minimálně na 300 ms log 0. K vypnutí slouží EMERG_RST, opět se přivede log 0. K obsluze těchto pinů se používají tlačítka zapojená jako přepínače. Log 0 na PVR_IND indikuje zapnutý modul. Tento výstupní pin je vyveden na zelenou LED diodu. RING indikuje příchozí volání. Na jeho výstupu se pak střídavě budí log 0 a log 1 s malou frekvencí. Tento výstup je spojen se vstupním pinem MCU. Sériové linky modulu Rx, Tx jsou přes jumpéry spojeny s linkami procesoru. Zde je háček v tom, že Rx musí být spojen s Rx a Tx s Tx. Piny modulu jsou označeny s opačnou logikou, než bývá zvykem. V modulu není integrován slot pro SIM kartu, takže je připojena externě. Na konektoru jsou k tomu určeny: CCCLK, CCVCC, CCIO, CCRST a CCGND. Piny CCCLK a CCGND jsou spojeny přímo s odpovídajícími kontakty SIM. Zbylé tři mají přidány filtrační kondenzátory k zemi. CCVCC → 200 nF, CCIO → 10 pF a CCRST → 1 nF. Samozřejmě nesmí

chybět kondenzátor mezi napájením. Ovšem tentokrát to není jeden, ale dva. Jejich hodnoty jsou 10 pF a 4,7 mF. Funkce velkého kondenzátoru je popsána v kapitole 6.3.1 Napájení modulu.

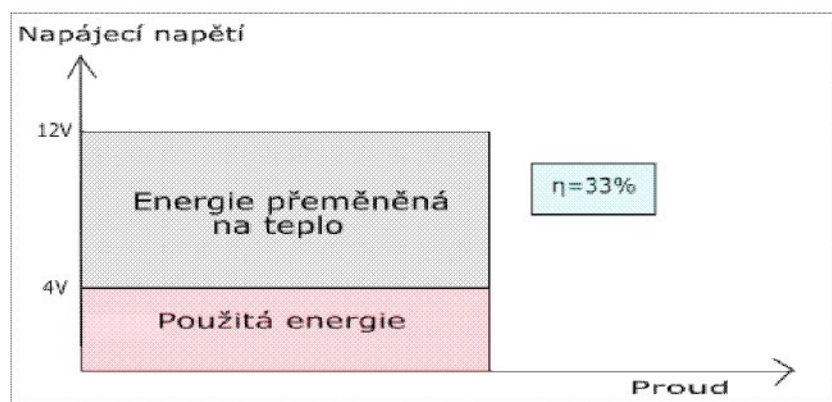
6.3.1 Napájení modulu

Napájení je navrženo dle návodu výrobce [13]. Modul má vysoké špičkové proudy, které dosahují až 3A. Především při přihlašování do sítě GSM a při odchozím a příchozím hovoru. Dále nemalá část energie je vyložena na obsluhu GPS části. Když se protne více těchto energeticky náročných operací, pro zdroj napětí je to velká zátěž. Napětí nesmí klesnout pod 3,2V, jinak dojde k samovolnému vypnutí z důvodu podpětí. Modul je zároveň chráněn proti přepětí, v tomto případě nastává vypnutí také. Je několik možností jak vytvořit vhodné napájení:

- Lineární regulátor
- Přidání vhodného kondenzátoru
- Mix mezi lineárním a kondenzátorovým napájením
- Baterie

Lineární regulátor

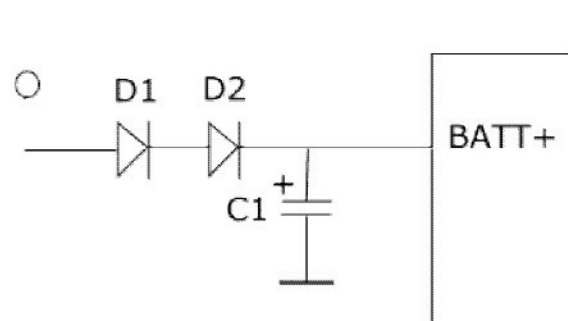
Jeho navržení je poměrně snadné a komponenty celkem levné. Je výhodné mít vstupní napětí 12 V z důvodu instalace v automobilu. Toto napětí se zreguluje na 4 V. Zbylých 8V se přemění na teplo. To nám dává 33% účinnost (*Obrázek 6.2*). Nutností je mít zdroj, který dokáže poskytnout až 3 A. Problémem už může být chlazení, teplo je potřeba odvádět, aby nedocházelo k přehřívání. GSM modul je na vysoké teploty citlivý. Pokud je nedostatečně chlazený, teplo se může naakumulovat, hlavně při dlouhých hovorech. Když tento stav nastane, z důvodu přehřátí se modul vypne.



Obrázek 6.2 Lineární regulátor

Přidání vhodného kondenzátoru

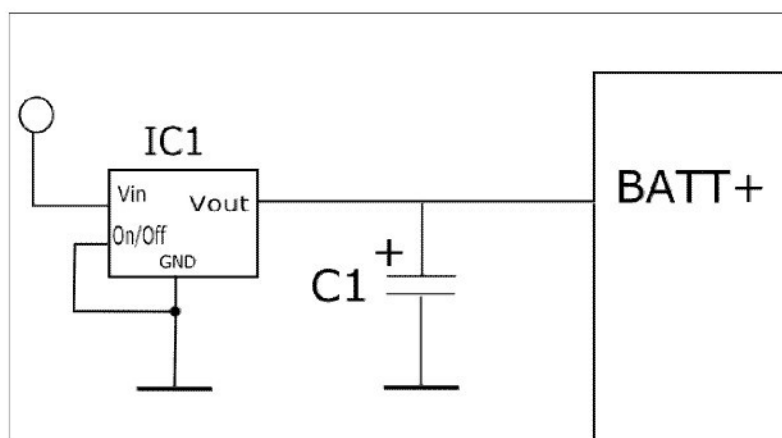
Je možné opravdu velmi jednoduše upravit napájení modulu už s 5 V, třeba z USB portu. Vhodného napětí pro modul dosáhneme přidáním 1 nebo 2 diod, zapojených v sérii (Obrázek 6.3). Hlavní komponentou bude velký kondenzátor. Musí splňovat určité podmínky, v našem případě, poskytnout 3 A během jedné špičky a mít ESR hodnotu menší než 50m Ω . Kapacita takového kondenzátoru musí dosahovat 4,7 - 10mF. Cena jednoho se pak pohybuje řádově v desítkách až stovkách korun.



Obrázek 6.3 Kapacitní zdroj

Kombinace mezi lineárním a kondenzátorovým napájením

Jedná se o nejběžnější zapojení. Je tolik využíváné, protože poskytuje největší výkon (Obrázek 6.4)



Obrázek 6.4 Kombinovaný zdroj

Baterie

Nejvhodnější baterie jsou nabíjecí Lithium Ion a Lithium Polymer. Baterie jsou flexibilnější a snadněji vyvinout na krátké časy vysoké proudy. Ty se mohou pohybovat až v desítkách ampér. Výrobce přímo doporučuje 2 konkrétní typy baterií, které byly testované na produktu.

- *LIP 653450 TC* - typ Lithium Ion, standardní baterie vyráběná firmou VARTA
- *PLF 503759C.PCM* - typ Lithium Polymer, má speciální design navržený VARTOU, byla vytvořena pro použití v elektronických aplikacích jako mobilní telefony, PDA nebo MP3

6.4 MAX 233A

Z vysílacího pinu procesoru Tx je přiveden spoj na nohu T2IN. Úroveň napětí je 3,9 V. Po transformaci napětí na úroveň sériové linky v počítači, signál pokračuje přes pin T2OUT k samci konektoru Cannon 9. Zde je spojen s přijímací linkou na pinu 2. Stejným způsobem, ale v opačném směru, je vedena linka Tx od počítače. Z pinu číslo 3 konektoru Cannon 9 vede spoj na R2IN a dále z R2OUT na nohu Rx procesoru. Ještě se musí propojit vnitřní kondenzátory podle [7]. Tedy CS- a C2-, C2+ a C2+, dále je uvedeno propojení V- a V-, ale obvod poté nefunguje, takže piny 12 a 17 nespojovat! Mezi napájení opět umístíme filtrační kondenzátor 2,2 μ F.

6.5 ADXL330

Tato součástka je na zapojení velice jednoduchá. Kladné napájecí napětí přivedeme na oba vstupy VS, zem připojíme na všechny piny COM. Filtrační kondenzátor má velikost 0,1 μF . Pak už zbývá vyvést pouze tři výstupy, X_{out} , Y_{out} a Z_{out} . Ty jsou přivedeny k MCU. Mezi výstupem a zemí každé osy má být umístěn kondenzátor (viz *Obrázek 5.3*). Jeho velikostí se nastaví šířka pásma. Tyto kapacity nejsou v našem případě na desce umístěné, protože jejich přidání nemělo žádnou odezvu, co se týká změny šířky pásma. Možná příčina chyby je částečné zničení součástky při pájení. To probíhalo horkovzdušně, protože pouzdro má obtížně přístupné piny. Ostatní piny na akcelerometru označené NC a ST nejsou připojeny.

6.6 Návrh DPS

Tištěný spoj je dvouvrstvý a byl navržen v prostředí Eagle verze 4.16. Pro akcelerometr, procesor a modul jsem vytvořil vlastní schematické značky a vlastní pouzdra, ostatní součástky jsem použil z knihovny Eagle. Velikost navržené desky je 115x73 mm. Centrální prvek je procesor umístěný na středu desky. K němu jsou přidávány periferie tak, aby bylo schéma co nejjednodušší. Schéma a návrh desky viz příloha A.

7 Software

K naprogramování mikroprocesoru jsem použil programátor USB Debug Adapter od Silicon Laboratories. Spojení bylo navázáno přes jednoduchý komunikační protokol C2. K vývoji programu jsem pak použil prostředí Silicon Laboratories IDE. Tento program je volně ke stažení na stránkách firmy Silabs. Do něho se dají integrovat různé C kompilátory, ale existuje možnost programovat i v Assembleru. Jedním z těchto kompilátorů je SDCC.

7.1 SDCC

Zkratka pro Small Device C Compile. Produkt je distribuovaný jako freeware a opensource. Jedná se o ANSI C překladač šířený pod licencí GNU. Je navržen pro 8bitové procesory a určen pro intel MCS51. (8031, 8032, 8051, 8052), Dallas typu DS80C390, Freescale (dříve motorola) HC08 a Zilog Z80. Nově podporuje i architektury Atmel AVR a Microchip PIC. SDCC podporuje tyto datové typy:

- bool (1 bit)
- char (1 byte)
- short (2 byty)
- int (2 byty)
- long (4 byty)
- float (4 byty s plovoucí čárkou ve formátu IEEE)

Kompilátor také umožňuje vkládat kód Assembler, může být vložen kdekoli ve funkci. Navíc mohou být rutiny psané v Assembleru také volané. Na stránkách <http://sourceforge.net/snap.php> je volně ke stažení ladící program pro simulaci 8051 a dalších mikrořadičů. Podobný, ale komerční překladač je KEILC51. Hlavní rozdíl mezi těmito programy je v ukládání dat. SDCC ukládá nejdříve nejméně významný bit a nejvýznamnější až nakonec, KEILC51 naopak. SDCC navíc hůře optimalizuje vytvořený kód a je tedy náročnější na paměť.

7.2 Programování

Inicializace a nastavení procesoru bylo provedeno v programu Configuration Wizard. Ten vygeneroval hlavičku a proceduru *Init_Device*. Tato část kódu se překopírovala do

vývojového prostředí. Tím byly knihovny nastaveny. Samotný program je dělen do jednotlivých procedur (viz 7.2.1 Přehled procedur). V na začátku hlavní procedury *main* je provedena inicializace. Voláním *Init_Device* se nastaví použitý časovač T0 (režim 1), sériová linka (duplexní, 8 bitová, 9600 Bd) porty a A/D převodník. Dále se inicializuje globální proměnná *u*, bit *TIO* se nastaví do 1, aby se mohly začít vysílat sériově znaky a bitem *TR0* spustíme časovač. Následuje nekonečná smyčka, ta obsahuje procedury *prozvoneni* a *zrychleni*. Celý zdrojový kód včetně poznámek je umístěn v příloženém CD.

7.2.1 Přehled procedur

Zde bude popsána funkce, každé procedury. Tučné nadpisy znamenají jména procedur v programu. Správným poskládáním těchto částí je vytvořen obslužný program.

- **cekej** - Čeká na znaky, které informují, jak dopadlo zpracování AT příkazu (OK, ERROR aj.). Až vyhodnocení přijde, je možné poslat další AT příkaz. Tím se zamezí nechtěnému kombinování znaků.
- **def_pameti** - posílá AT příkaz, který definuje paměť pro SMS. Je nutné, aby se četlo z paměti SIM, kde jsou uloženy zprávy.
- **at_mode** - posílá příkaz, který nastaví ovládání GPS pomocí AT příkazů
- **text_mode** - posílá příkaz pro nastavení textového módu sms
- **zaveseni** - posílá se příkaz pro zavěšení hovoru. Zavěšení se zabrání opakovanému poslání sms.
- **posli_varovani** - posílá příkaz, který odešle sms uloženou na druhé pozice SIM karty. Na této pozici je uložena zpráva "alarm".
- **zjisti_souradnice** - posílá příkaz pro zjištění aktuální polohy
- **prijmi_souradnice** - v této proceduře se přijmou souřadnice polohy a uloží se do globální proměnné *zaloha*. Proměnná je typu jednorozměrného pole o velikosti 89 bytů.
- **odesli_souradnice** - posílá příkaz pro odeslání sms, čeká se na přijetí znaku ">", poté se můžou vložit souřadnice uložené v *zaloha*. Ty se vkládají až od 14. prvku pole, protože na prvních místech jsou nepotřebné znaky. Pro odeslání sms se vloží znak interpretující ctrl+z.

- **zrychlení** - Procedura zrychlení proběhne celá až po přetečení časovače T0, přibližně každých 500ms. Spustí se A/D převod pinu P1.1, který interpretuje zrychlení v ose Y. Po dokončení se ukládá převedená hodnota do proměnné *napeti*, ta se následně testuje, jestli je v povolených mezích. Pokud ano, testuje se pin P1.2 (osa X). Jestliže se dostane napětí z povolených mezí, nastaví se proměnná pohyb do 1 a odešle se zpráva, použitím výše uvedených procedur.
- **prozvonění** - Zde je nejdříve testováno, jestli se jedná o zákmity při spuštění modulu nebo o prozvonění. K tomu se používá proměnná *u*, kvůli zákmitům se tedy musí prozvánět déle, aby se vyloučila tato možná chyba. Poté se provede algoritmus odeslání souřadnic, na konci tohoto kódu je testováno, jestli GPS vyhledalo pozici, pokud ne, odeslání se zruší.

8 Ovládání bezpečnostního zařízení

Přípravek umístíme do auta tak, aby byl co nejbližší k oknu. To zajistí dobrý příjem signálu pro GPS. Zapneme napájení a GSM/GPS modul. V této chvíli je vše potřebné nastaveno a alarm je v provozu. Pokud akcelerometr zaznamená nějaké zrychlení, problikne signalizační dioda a okamžitě se pošle SMS na číslo naprogramované do MCU. Text varovné zprávy je slovo "alarm". Programem je omezeno posílání více, jak jedné SMS, další signály o pohybu jsou tedy ignorovány. To je z důvodu zamezení opakovaného oznámení při každém zrychlení. Nacházíme se tedy v části, kdy je nutné zkontrolovat stav vozidla. Pokud je stále na svém místě, musíme stisknout tlačítko pro reset procesoru. Tím opět nastavíme alarm pro hlídání zrychlení. V případě horší varianty, kdy bylo auto odcizeno, tak pouhým prozvoněním SIM karty v modulu bude poslána SMS zpráva se souřadnicemi aktuální polohy automobilu. Je tedy možné se vydat po jeho stopách. Při každém prozvonění obdržíme nové souřadnice. V případě ztráty signálu z družic, žádná SMS nepříjde. Je to z důvodu šetření kreditu. Nebudou tedy posílány žádné zbytečné zprávy. Vložena je karta O2 s předplaceným tarifem. Cena jedné SMS je 2,50 Kč.

9 Návrhy vylepšení a modifikací

Aby se tato aplikace stala plnohodnotným funkčním zařízením a byla konkurence schopná, je potřeba udělat pár změn. Úprava se týká především softwaru. Výrobek má rezervu především ve spotřebě proudu, protože nejsou naprogramované žádné přechody do úsporných režimů. Těmito funkcemi disponuje procesor a modul.

9.1 Úsporné režimy

9.1.1 Mikroprocesor

Co se týká procesoru, tak tam by v našem případě proudové úspory nebyly nijak závažné, protože je nastaven tak, aby přibližně každých 500 ms A/D převodník převáděl napěťové signály od akcelerometru. Proto by uspání procesoru nebylo tolik efektivní. Řešení se neskývá ve snížení frekvence snímání signálu, neboť by se tím zároveň snížila spolehlivost vyhodnocování. Musíme tedy hledat jinde. Domnívám se, že efektivní možností by mohla být jiná forma vyhodnocení neoprávněné manipulace (viz kapitola 9.2). Poté by nebylo nutné permanentně snímat data od akcelerometru a dalo by se uvažovat o uvedení do úsporného režimu. C8051F930 má čtyři úsporné režimy, které mají různé zdroje probuzení:

- *Idle mode* - malé energetické úspory, k probuzení dojde při přerušení
- *Stop mode* - dobrá úspora, zdrojem probuzení je jakýkoli reset
- *Suspend mode* - dobrá úspora, probuzení od komparátoru, RST pinu, smaRT cloku nebo pinu jednoho z portů
- *Sleep mode* - nejlepší úspora, probuzení stejnými zdroji jako Suspend mode

9.1.2 GSM/GPS modul

Na modulu už jsou energetické úspory při aktivování úsporných režimů značné. Stále zapnutý GPS přijímač je velmi neefektivní a jeho spotřeba má obrovský vliv na výdrž baterie. Modul je většinu času v klidovém stavu proto může být téměř pořád odstaven. S tím počítali i vývojáři v Siemens, a proto jsou dostupné různé propracované možnosti snížení výkonu. U XT65 se dají nastavit klidové stavy zvlášť pro GSM část a GPS část.

Největší snížení výkonu v GPS sekci znamená vypnout přijímač. Vypnutí se provádí příkazem `AT+SGPSS=0` (viz kapitola 4.3). Úsporný režim GSM se dělí na dvě základní kategorie *NON-CYCLIC SLEEP* a *CYCLIC SLEEP*.

NON-CYCLIC SLEEP nemá tak velkou úsporu, ale má výhodu v tom, že je aktivní sériové rozhraní. To znamená, že ve střídavých budících obdobích může modul znaky přijímat i vysílat. Pro uvedení do tohoto režimu se používá příkaz `AT+CFUN=0`.

CYCLIC SLEEP již nebudí automaticky vysílací a přijímací sériové linky. Musí být nastaveno hardwarové řízení. Poté zajistí linky sériového rozhraní CTS a RTS dočasné probuzení a plně se aktivuje sériová komunikace.

9.2 Další možnosti detekce cizí manipulace

Akcelerometru, který je poměrně všestranný, protože při správném nastavení a využití jeho plného potenciálu dokáže detekovat nejen to, že s autem někdo ujíždí, ale třeba i krádež kol nebo vandala skákajícího po kapotě. Domnívám se, že toto je nejvhodnější a nejspolehlivější způsob zabezpečení auta, navíc lehce přenositelný. Samozřejmě úplně nejúčinnější je kombinace více detektorů najednou.

9.2.1 Otevření dveří, nastartování motoru

Jiná koncepce může reagovat na otevření dveří nebo na nastartování motoru, tyto způsoby jsou principiálně podobné, ale přece jen otevření dveří má výhodu rychlejšího vyhodnocení a je tedy nějaký čas ještě krádeži zabránit. Když už má zloděj nastartovaný motor, tak je celkem pozdě. Navíc koncepce s motorem nedokáže vyhodnotit vykrádání auta, při kterém se zpravidla motor nestartuje. Pokud auto disponuje centrálním zamykáním, má výhodu při instalaci zařízení. Odpadla by nutnost ošetřit detekování otevření všech dveří. Jednu výhodu i nevýhodu mají tyto způsoby stejnou. Výhoda je spotřebě proudu, ta by dosahovala nejmenších hodnot ze všech rozebíraných možností, protože aplikace by se mohla zapínat manuálně. Zapnutí by způsobil zloděj otevřením nebo nastartováním, po dobu nečinnosti je tedy nulová spotřeba. Nevýhodou je, že zařízení už by nebylo tak snad přenositelné jako s akcelerometrem.

9.2.2 GPS

Další možností je použít modul a na něm využít GPS systém. V určitých intervalech by se zapínal přijímač a porovnával, jestli se nezměnila poloha. Při malé periodě zapínacích pulzů by se zvýšila rychlost detekce. Naopak při velké by došlo ke snížení spotřeby. Záleží tedy na zvolené prioritě. Tato varianta by měla nepochybně vyšší spotřebu oproti ostatním možnostem. Naproti tomu je zachována mobilnost. Zpráva o cizí manipulaci by přišla velmi pozdě, až po odjezdu. Nabízí se tedy otázka, jestli je tento způsob k něčemu dobrý, protože na odcizení bychom stejně dříve nebo později přišli sami...

9.2.3 Ultrazvukový snímač

Autoalarmy mohou být založené také na ultrazvukovém snímači, který chrání vnitřní prostor vozidla. Do auta se nainstaluje vysílač a přijímač ultrazvuku, a pokud nastane jakákoli změna signálu mezi nimi, došlo k pohybu. Detekuje i otevření oken.

9.3 Doplnující funkce

Výrobek postrádá některá důležitá opatření, která se hodí v praktickém použití. Zde, jsou popsána potřebná zlepšení. Na konci jsou uvedena další možná technická vylepšení, kterými disponují již některé vyráběné GPS alarmy.

- **Volitelné číslo, na které jsou posílány SMS se souřadnicemi**

Důležité v případě ztráty SIM karty. Je velmi komplikované číslo přeprogramovat v procesoru. Proto je výhodné, aby se souřadnice zasílaly přímo na telefonní číslo, které modul prozvání.

- **Zpoždění poplachu**

V našem případě je vysoké riziko spuštění alarmu při odchodu z vozidla. Proto je výhodné doplnit funkci zpoždění. Alarm by se aktivoval až po opuštění a uzamčení automobilu.

- **Zjištění stavu kreditu**

Po položení dotazu, modul zpětně vrátí stav svého kreditu na SIM. Je to snadnější než vytahovat kartu z přístroje a přendávat do mobilního telefonu.

- **Ovládání pomocí sms**

Přístroj se dá ovládat textovými zprávami. Tím odpadá nutnost manuálního resetování pro opětovné nastavení alarmu. Výhodou je i možnost aktivace či deaktivace alarmu.

- **Hands Free**

Abychom zjistili, co se v autě právě děje, je možné rozšířit přístroj o audio část a začít odposlouchávat, případně hovořit s posádkou vozidla.

- **Bluetooth výstup**

Po připojení s telefonem, PDA nebo navigačním software, je možné GPS alarm využít i jako autonavigaci.

- **Zastavení vozidla**

Navržením vhodného obvodu může GSM/GPS alarm dokonce zastavit vozidlo.

10 Závěr

Úkolem bylo seznámení se s technologiemi GSM, GPS, jejich obsluhou a ovládáním pomocí AT příkazů. Získané informace byly použity pro návrh a sestavení aplikace. Funkční zařízení dokazuje, že je možné tyto technologie použít ke konstrukci alarmů. GSM je nejrozšířenější, a pro uživatele nejdostupnější komunikační síť, po které se ihned spolehlivě dozví informace o stavu vozidla. Naopak prvek ochrany založený na GPS se dá velmi snadno eliminovat zastíněním signálu, proto je dobré, aby byla poloha vozidla ukládána průběžně. Na základě takto získaných informací pak lokalizovat poslední známou pozici.

V další části byla analyzována detekce neoprávněné manipulace. Rozborem, bylo zjištěno, že nejspolehlivější detekční metody vzniknou zkombinováním několika snímacích zařízení. Sloučené senzory a snímače, založené na různých principech, poskytují nejkomplexnější ochranu automobilů.

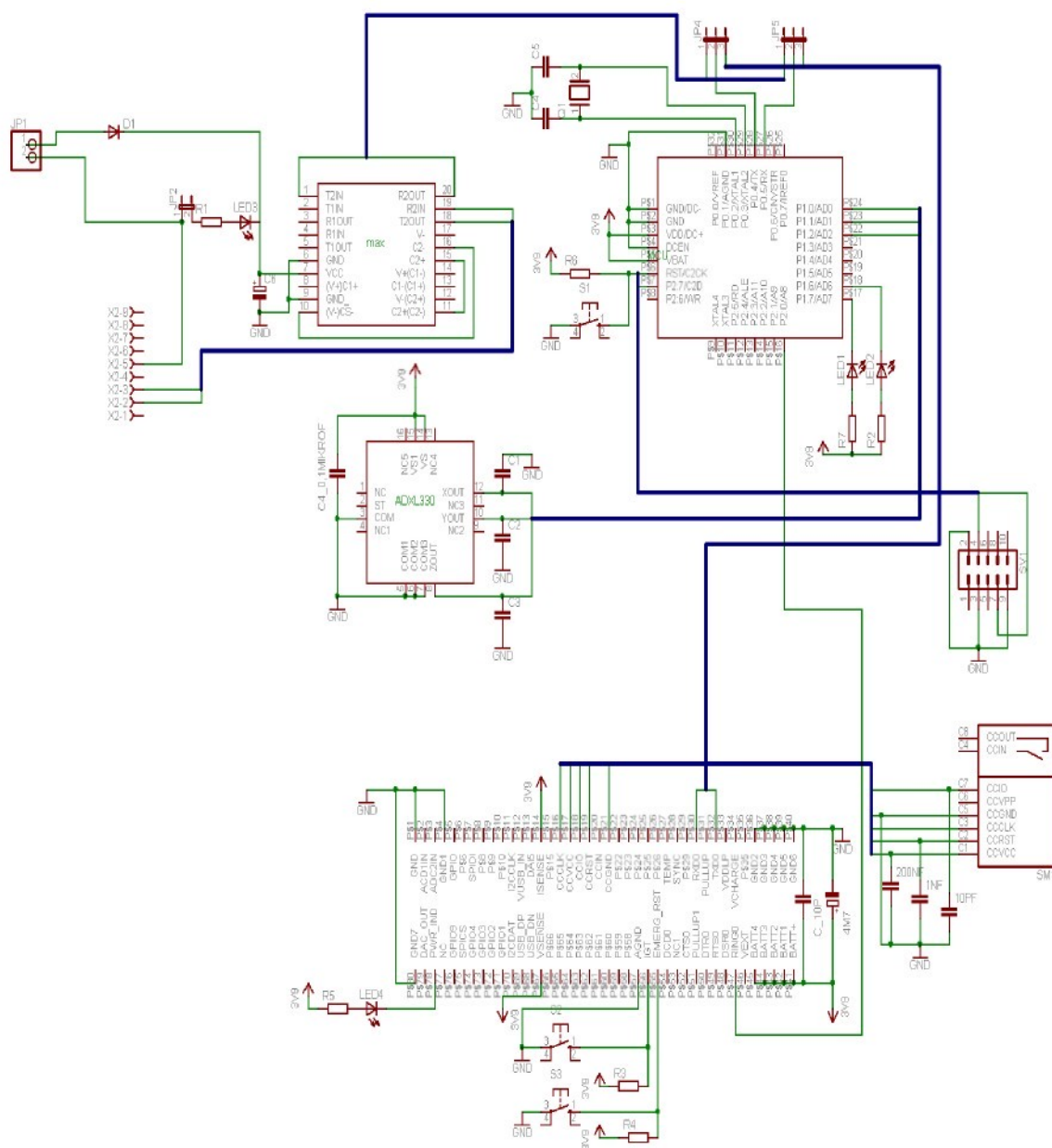
Dosažené funkční výsledky prvního prototypu vyrobeného zařízení splňují očekávání. Nabízí nižší úroveň zabezpečení než jiné vyráběné GPS alarmy. Přístroje s vyšší ochranou mohou zabránit tomu, aby zloděj s vozidlem odjel třeba tím, že znemožní nastartování. Princip zabezpečení mého přístroje spočívá v posílání informací o stavu a místě vozidla. Zabránit odcizení, ale sám nedokáže. Přesto jsou jeho funkce dostačující na to, aby měl majitel automobilu nějaký čas vyhodnotit situaci. Případně, s dostatečně silným GPS signálem, je možné zaměřit aktuální pozici vozidla.

Tento projekt bych chtěl dále vyvíjet a zlepšovat. Pro přehledné zobrazení polohy naprogramovat software, který bude zobrazovat ujetou trasu přímo na mapě. Pro transport dat z modulu by v tom případě bylo výhodné zprostředkovat ještě komunikaci přes GPRS. V dalším předmětu zájmu je testovat akcelerometr, zjistit jeho chování při provozu v automobilu a navrhnout obvod, který by snímal teplotu a kompenzoval teplotní drift akcelerometru. V neposlední řadě je také vhodné zpříjemnit uživatelskou obsluhu. Aby byl tento zkonstruovaný alarm konkurenceschopný, je zapotřebí strávit nad úpravami ještě mnoho času. Myslím ale, že dosažené výsledky splňují zadaná kritéria této bakalářské práce.

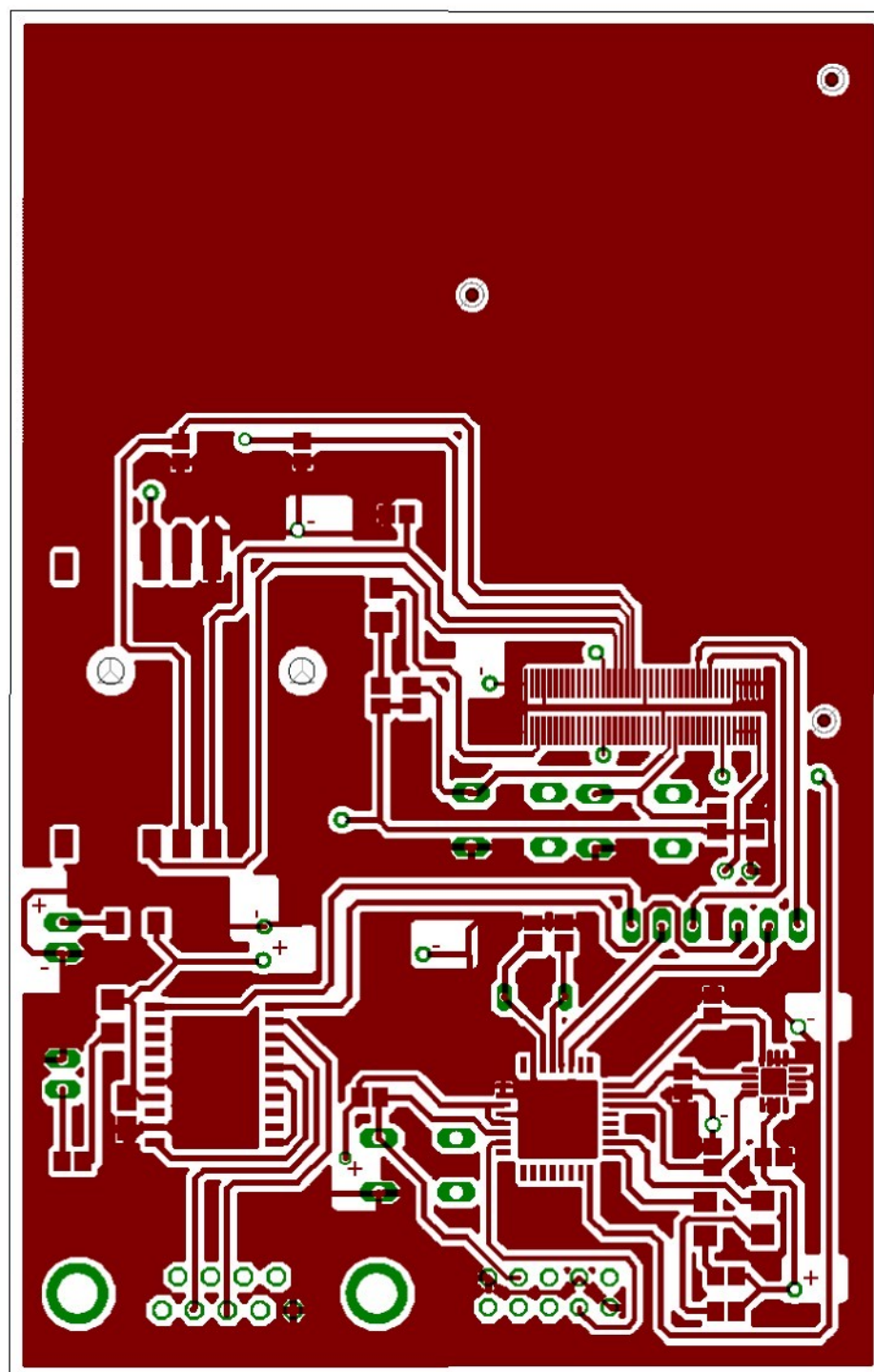
Seznam použité literatury

- [1] Analog Devices, ADXL330, 2007.
- [2] David Hankovec. AT příkazy mobilních telefonů, DHservice 2002 – 2009.
URL: < http://www.dhservis.cz/dalsi/at_prikazy.htm>
- [3] Federal Aviation Administration. Global Positioning System, 2007.
URL: <http://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ato/service_units/techops/navservices/gnss/gps/usersegments/>
- [4] Garmin. GSP Beginner's Guide. © 2000,2008.
URL: < http://www8.garmin.com/manuals/GPSGuideforBeginners_Manual.pdf>
- [5] Jitka Šalátová. Možné způsoby zabezpečení významných objektů [online], 2007.
URL: < labrisk.vsb.cz/cz/kmvp2007/salatova.ppt>
- [6] Mann B.: C pro mikrokontroléry, BEN 2003, ISBN 80-7300-077-6
- [7] Maxim Integrated Products, MAX220 – MAX249, 2006.
- [8] Nokia Networks Oy. GSM architecture, TC Finland issue Jan 2002.
URL: <http://www.roggeweck.net/uploads/media/Student-SM_Architecture.pdf>
- [9] Petr Celý. Architektura GSM sítě, 23. 2. 2003, server hw.cz.
URL: <<http://hw.cz/Teorie-a-praxe/Dokumentace/ART65-Architektura-GSM-site.html>>
- [10] Robert Daněček. GSM telefonní SIM karty[online], 26. 1. 2000, server hw.cz.
URL: <<http://hw.cz/Teorie-a-praxe/Dokumentace/ART639-GSM-telefonni-SIM-karty.html>>
- [11] Siemens, XT65/XT75 Hardware Interface Description, 8. 1. 2007.
- [12] Siemens, XT65 AT Commands Set, 9. 1. 2007.
- [13] Siemens, Application note 26: Power supply design for GSM applications, 4. 5. 2004.
- [14] Siemens, Application Note 36: GSM Applications with Integrated GPS Receiver, 8. 1. 2007.
- [15] Skalický P.: Mikroprocesory řady 8051, BEN 2002, ISBN 80-86056-39-2
- [16] Tomáš Richter. Technologie pro mobilní komunikaci. 19. 1. 2002.
URL: < <http://tomas.richtr.cz/mobil/bunk-gsm.htm>>

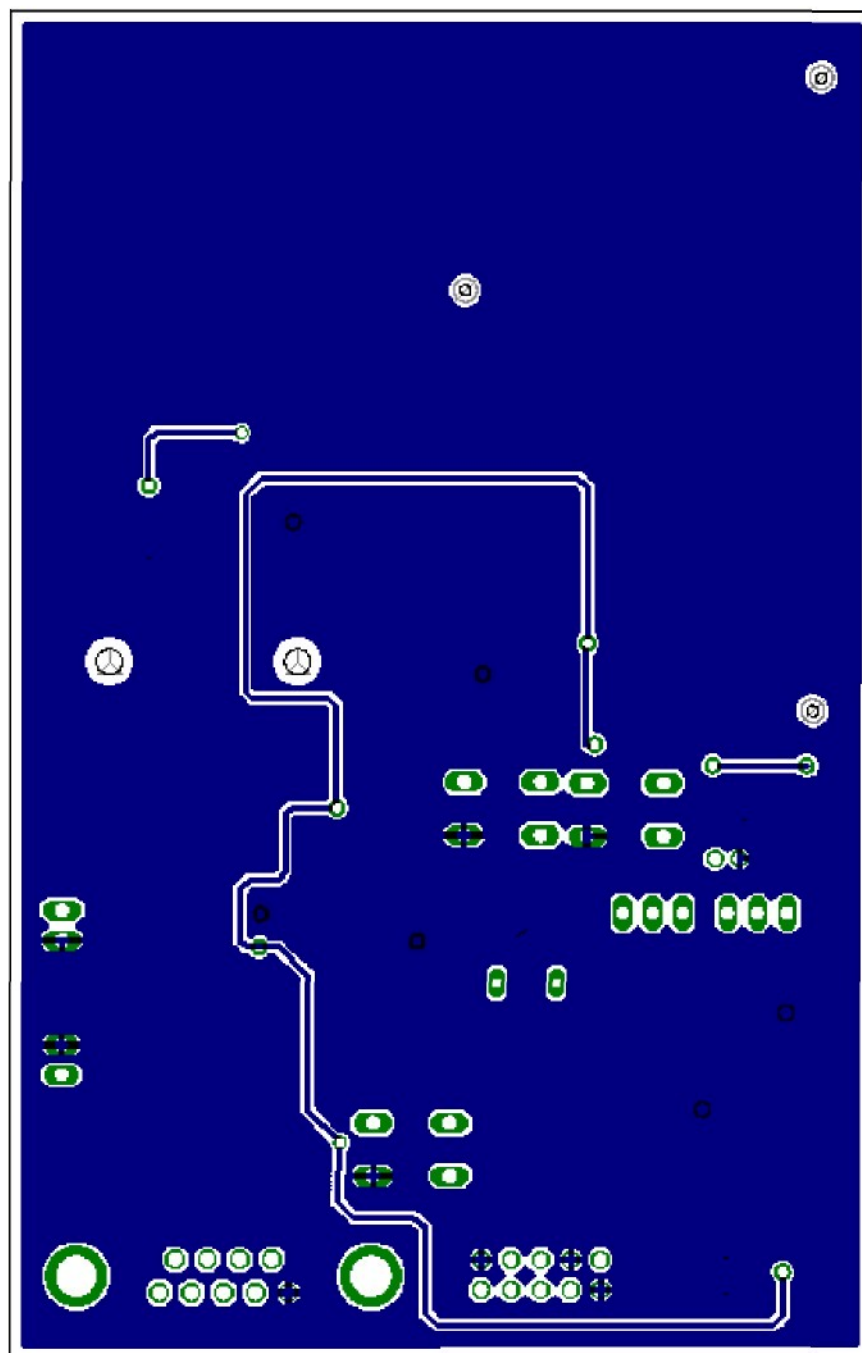
Příloha A – Schéma zapojení a návrh desky



Obrázek A. 1 Schéma zapojení



Obrázek A. 2 Schéma desky ze strany TOP



Obrázek A. 3 Schéma desky ze strany BOTTOM

