

UNIVERZITA PARDUBICE

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2017

Robert Bříza

Univerzita Pardubice

Fakulta elektrotechniky a informatiky

GPS záznamník polohy

Robert Bříza

Bakalářská práce

2017

Univerzita Pardubice
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Robert Bříza**
Osobní číslo: **I13005**
Studijní program: **B2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Komunikační a mikroprocesorová technika**
Název tématu: **GPS záznamník polohy**
Zadávající katedra: **Katedra elektrotechniky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Sestavte zařízení, které bude v pravidelných intervalech zaznamenávat svou polohu, rychlost a provozní informace (stav baterie) a odesílat je na vzdálený databázový server přes datové připojení mobilního operátora. Údaje ze záznamníku bude možné získat také přes rozhraní USB. Záznamník bude jedinečně identifikovatelný. Součástí práce je návrh databáze a záznam dat do ní.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

[1] VÁŇA, Vladimír. Mikrokontroléry ATMEL AVR: programování v jazyce C. Praha: BEN technická literatura, 2003. 216 s. ISBN 978-80-7300-102-0.

[2] Atmel 8-bit Microcontroller with 4/8/16/32KBystes In-System Programmable Flash. ATMEL CORPORATION. [online]. [cit. 2015-10-15].

Dostupné z:

http://www.atmel.com/Images/Atmel-8271-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega48A-48PA-88A-88PA-168A-168PA-328-328P_datasheet_Summary.pdf

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jiří Roleček

Katedra elektrotechniky

Datum zadání bakalářské práce:

31. října 2015

Termín odevzdání bakalářské práce:

13. května 2016



Ing. Zdeněk Němec, Ph.D.
děkan



L.S.



Ing. Jan Pídanič, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 15. listopadu 2015

Prohlášení autora

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 25. 08. 2017

Robert Bříza

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych tímto poděkovat rodičům, za to že nebýt jejich výchovy nejsem takovým člověkem kterým jsem, děkuji jim za to, že to se mnou nevzdali a že ve mě po všechna ta léta utrpení nepřestali věřit a byli tu pro mě, když jsem je potřeboval.

Nadále chci poděkovat všem nejbližším a přátelům, za to že mě podporovali na této cestě i v dobách kdy jsem studium chtěl vzdát.

Rád bych také poděkoval panu Ing. Jiřímu Rolečkovi, za poskytnutý čas, za jeho užitečné rady při psaní bakalářské práce a poskytnutí modulů.

Ještě moc děkuji mému bráchovi, Vojtovi, všem mým spolužákům a ostatním lidem kteří mi se studiem pomáhali, nebýt Vašich cenných rad a podnětů, tak bych také nebyl zde a nepsal tuto práci.

Děkuji Vám všem za to, že se mi tímto dostává tohoto privilegia a doufám, že Vám jednoho dne budu schopný vrátit všechnu tu moudrost, podporu a lásku.

Jsem moc vděčný, za to že Vás mám.

ANOTACE

V první, teoretické části práce je popsán princip technologií GPS a GSM/GPRS. Je zde vysvětlena jejich funkce a porovnání s konkurencí. V praktické části je stručný popis součástek aplikovaných v práci, jejich použití, programování, funkce a nakonec, jak jsou použity ve výsledném návrhu desky plošných spojů.

KLÍČOVÁ SLOVA

GPS tracker, GSM, GPRS, AVR

TITLE

GPS tracking

ANNOTATION

The first part of the thesis is theoretical and it deals with the principle of GPS, GSM and GPRS. It explains how these technologies work and compares them to applicable competition. In the practical part of the thesis, there is a short summary of the components used in the project, their usage, programming, functionality and ultimately, how are they used in the final design of the circuit board.

KEYWORDS

GPS tracker, GSM, GPRS, AVR

OBSAH

0	Úvod.....	13
1	Navigace	14
1.1	Dostupné technologie.....	15
1.2	GNSS.....	15
1.2.1	GPS	15
1.2.2	Galileo.....	17
1.2.3	GLONASS	17
1.3	EGNOS	18
1.4	Porovnání	18
1.5	Neo-6.....	20
1.6	NMEA.....	21
1.7	TinyGPS++	22
2	Přenos dat.....	23
2.1	GPRS/GSM.....	23
2.2	IP	24
2.2.1	TCP/IP	24
2.2.2	IP pakety	25
2.3	Sériová komunikace	25
2.3.1	UART.....	25
2.3.2	Software Serial.....	26
2.3.3	Alt Software Serial.....	26
2.3.4	Možnosti	27
2.3.5	Použití Software Serial a Alt Software Serial současně	27
2.4	AT příkazy	28
3	Procesor	30
3.1	AVR	30

3.2	ATmega328.....	31
4	Realizace.....	33
4.1	GSM.....	33
4.1.1	Napájení.....	33
4.1.2	Rychlost komunikace.....	34
4.2	GPS.....	35
4.2.1	Napájení.....	36
4.2.2	Rychlosti.....	37
4.3	Měření baterií.....	37
4.4	Regulátor.....	38
4.5	Procesor.....	38
4.6	SD.....	39
4.6.1	SPI.....	40
4.6.2	USB.....	41
4.7	Realizace kódu.....	41
4.8	Návrh a konstrukce desky.....	43
5	ZÁVĚR.....	46
6	Použitá literatura.....	47
7	Přílohy.....	49

SEZNAM ILUSTRACÍ A TABULEK

Obrázek 1 - Princip GPS [19]	16
Obrázek 2 - Architektura systému EGNOS[17]	18
Obrázek 3 - Porovnání modulů řady Neo-6[18]	21
Obrázek 4 - Rychlosti služeb [16]	23
Obrázek 5 - Architektura AVR	31
Obrázek 6 - GSM modul Sim900a v3.8.2.	33
Obrázek 7 - Zapojení GSM modulu	34
Obrázek 8 - U-blox Neo 6M	35
Obrázek 9 - Architektura GPS modulu	36
Obrázek 10 - Zapojení Neo 6M	36
Obrázek 11 - Blokové schéma	37
Obrázek 12 - Zapojení regulátoru LD29150DT	38
Obrázek 13 - Zapojení procesoru.....	39
Obrázek 14 - Odpověď zařízení.....	43
Obrázek 15 - Spodní strana desky plošných spojů	44
Obrázek 16 - Osazení spodní hrany součástkami	44
Obrázek 17 - Horní strana desky plošných spojů	44
Obrázek 18 - Osazení horní strany součástkami.....	44
Tabulka 1 - Porovnání GPS[20].....	20
Tabulka 2 - ATmega328 AltSoft Serial pinout[21]	27
Tabulka 3 - ATmega328p[8]	32

SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

GPS	Global Positioning System
GPRS	General Packet Radio Service
SQL	Structured Query Language
IT	Information Technogy
EGNOS	European Geostationary Navigation Overlay Servic
NMEA	National Marine Electronics Association
GSM	Global System For Mobile
TCP	Transmission Control Protocol
IP	Internet protocol
UART	Universal Asynchronous Receiver/Transmitter
GNSS	Global Navigation Satellite System
MEO	Medium Earth Orbit
RIMS	Ranging and Integrity Monitoring Stations
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
USB	Universal Serial Bus
UHF	Ultra high frequency
SMS	Short Message Service
RISC	Reduced Instruction Set Computing
TTL	Transistor-Transistor Logic
USART	Universal Synchronous/Asynchronous Receiver/Transmitter
MCU	Microcontroller Unit
MIPS	Millions of Instructions Per Second
PTC	Peripheral Touch Controller

LCD	Liquid-Crystal Display
PSC	Power Stage Controller
ALU	Arithmetic Logic Unit
CISC	Complex Instruction Set Computing
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory
SRAM	Static Random-Access Memory
RTC	Real Time Counter
PWM	Pulse-Width Modulation
ADC	Analog-to-Digital Converter
SIM	Subscriber Identity Module
IoT	Internet Of Things
APN	Access Point Name
MO	Mobile Operator
SD	Secure Digital
SPI	Serial Peripheral Interface

0 ÚVOD

Smyslem této bakalářské práce je návrh a konstrukce zařízení, které odesílá informace o objektu z GPS přijímače v reálném čase přes GPRS. Obsahují informace o poloze, času, rychlosti a stavu zařízení. Tyto informace se ukládají do mySQL databáze, kde jsou zpracovávány bakalářskou prací studenta z IT oboru.

V první části práce je vysvětlena struktura a funkce GPS systému, funkce přijímání GPS dat, zpracování těchto dat GPS přijímačem ve formátu NMEA a další úpravy knihovnou do finální formy využití v práci. Dále jsou zde porovnané GPS moduly tří značek a porovnání rodiny modulu použitého v této práci. Následuje popis principu funkce přenosu dat pomocí GPRS/GSM, TCP/IP a UART. Procesor je použit z rodiny AVR a je zde také popsán.

V následné praktické části jsou popsány součástky použité v práci, jejich napájení a vzájemná funkce společně s klíčovými částmi kódu a postupem odeslání dat do databáze. Následuje popis zapojení obvodu a návrh desky.

Zařízení má malé rozměry a je vhodné pro umístění do jakéhokoliv druhu vozidel za účelem sledování z důvodu prevence odcizení, měření rychlosti, případně zaznamenávání trasy. Přístroj tyto data odesílá v intervalu přibližně 10 sekund. Existuje širší využití, zařízení se díky svým rozměrům dá umístit v podstatě kamkoliv, například do batohu, do obojku domácího mazlíčka a podobně.

1 NAVIGACE

Potřeba navigace, určování polohy a směru pohybu provází člověka od raného budování civilizací.

Navigace název pro postup, jímž lze kdekoliv na zeměkouli stanovit svou polohu (nebo polohu jiného objektu) a nalézt cestu, která je podle zvolených kritérií nejvhodnější (například nejrychlejší, nejkratší atd.). Termín je odvozen z latinského slova *navis* znamenajícího loď. Původně tento termín definoval plavbu po moři, význam se později přenesl na zjišťování polohy a směru, volbu trasy a metaforicky pak rozšířil na další druhy dopravy a další činnosti.

V dávných dobách mořeplavci používali k navigaci Slunce a hvězdnou oblohu. Sextantem měřili elevaci mimozemských objektů, jejichž polohu je možno časově určit. Pomocí jednoduchého aparátu určil mořeplavec kýženou polohu s relativně velkou přesností. Metoda měla jednu zásadní slabinu: měření se zkomplikovalo při zamračené obloze. Zásadní pokrok v navigaci přišel na začátku 20. století s objevem bezdrátové komunikace. Postupně se začaly objevovat navigační systémy určené jak pro námořní tak i pro leteckou dopravu. Některé systémy již vykazovaly jistou globálnost, přesto celkové globální pokrytí byly schopny zajistit až systémy družicové ve druhé polovině 20. století. Možnost určit svoji polohu kdekoli na zemském povrchu je značná strategická výhoda a je nasnadě, že o budování prvních globálních navigačních systémů se postaraly armády světových mocností. Ke konci 20. století již tyto systémy hluboce zasáhly i do civilní sféry.

V současné době dochází k velmi významným pokrokům při zajištění přesné, rychlé a spolehlivé navigace. V procesu jsou modernizace stávajících navigačních systémů a budování nových systémů s rozšířenými funkčními možnostmi. Požadavky globálnosti (ve smyslu globálního pokrytí zemského povrchu) splňují tedy výhradně družicové navigační systémy GNSS (Global Navigation Satellite System). Ty umožňují určení polohy prakticky libovolného místa na Zemi (souši i moři) ve společném geodetickém souřadném systému.

[13]

1.1 Dostupné technologie

1.2 GNSS

Globální družicový navigační systém (Global Navigation Satellite System) umožňuje určování polohy s velkou přesností za pomoci signálů z družic. Další kritéria GNSS signálů jsou spojitost signálu, aktuálnost v reálném čase a co nejširší pokrytí.

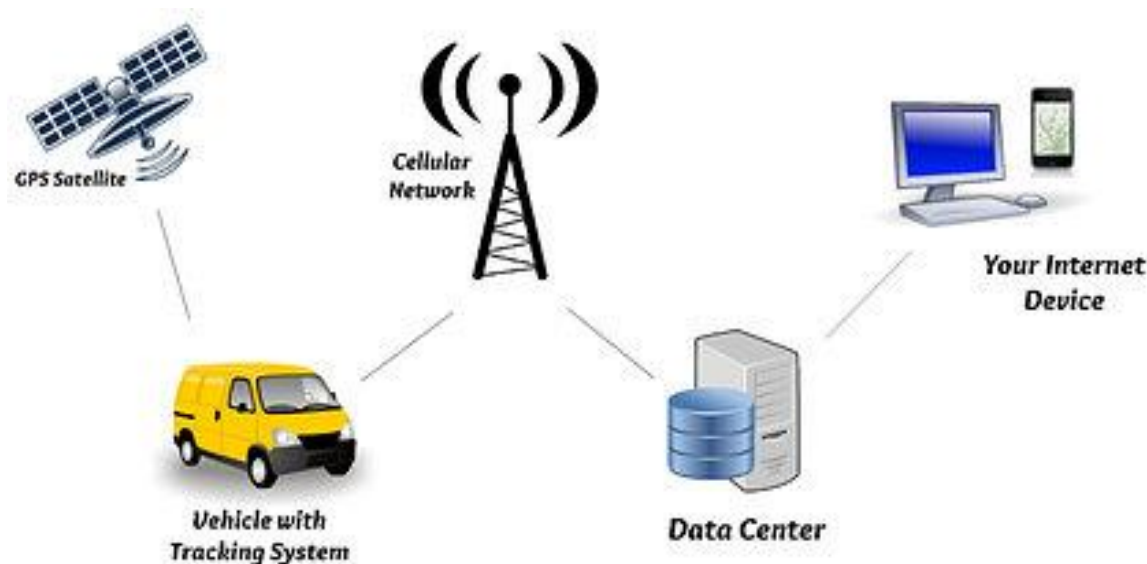
Využití GNSS se uplatňuje ve všech druzích doprav a zároveň i v telekomunikacích, geodézii, zemědělství, vyhledávání minerálů nebo například v ekologickém pozorování země. Další důležitou funkcí je včasné předvídaní přírodních katastrof vzhledem k civilní bezpečnosti.

Každoročně roste trh s GNSS produkty o 25 %, což je silný impuls pro ekonomický rozvoj každé země. Očekává se, že počátkem roku 2020 budou v provozu přibližně 3 miliardy přijímačů družicové navigace.

Využívání možností GNSS je i silným impulsem pro ekonomický a průmyslový rozvoj každé země. Jen trh s těmito produkty a službami roste ročně o 25 %. Očekává se, že v roce 2020 budou v provozu asi 3 miliardy přijímačů družicové navigace. [6]

1.2.1 GPS

Globální polohový systém (Global Positioning System, GPS) je plně funkční satelitní navigační systém. Více než dva tucty GPS družic obíhá na střední oběžné dráze (Medium Earth Orbit, MEO) a vysílá signály, které umožňují GPS přijímačům určit jejich polohu, rychlost a směr pohybu.



Obrázek 1 - Princip GPS [19]

Od té doby, co byla první experimentální GPS družice vypuštěna v roce 1978, se GPS stal nepostradatelným nástrojem pro navigaci po celém světě a také důležitým nástrojem pro tvorbu map a velkým pomocníkem v oblasti zeměměřičství. GPS je navíc velmi přesným referenčním nástrojem při určování času, čehož se využívá při vědeckém zkoumání zeměřesení anebo při synchronizaci telekomunikačních sítí. GPS se stal plně funkčním a dostupným po celém světě 17.ledna 1994, kdy byla poprvé sestava 24 družic kompletní.

Systém GPS je tvořen 3 segmenty: kosmickým, řídicím a uživatelským.

Kosmický segment představují družice na 6 kruhových dráhách se sklonem 55° k rovníku. Za jeden den každá družice oběhne okolo země 2x. Jeden oběh trvá 11 hodin a 58 minut což odpovídá rychlosti 11300 km/h a vzdálenosti 20190 km od zemského povrchu. Každá z drah má 5 pozic, což znamená, že maximální možný počet družic na oběžné dráze je 30. Poslední 5. pozice na každé dráze je záložní a k plné funkčnosti systému stačí 24 družic.

Pro určení dvojrozměrné polohy (zeměpisná šířka a délka) stačí pouze 3 družice, pro určení výšky, tedy třírozměrné polohy stačí 4 družice. To znamená, že když máme pouze jednu nebo dvě družice, tak nezískáme ani jeden z těchto údajů, protože pro výpočet polohy je potřeba výpočet tří pseudovzdáleností, v případě většího počtu družic je výpočet polohy přesnější.

Řídicí segment je složen z Hlavního řídicího střediska, čtyř pozemních vysílačů a pěti monitorovacích stanic, které jsou rozmístěny rovnoměrně po obvodu země blízko rovníku.

Úkolem tohoto segmentu je sledování drah družic, jejich údržbu, stav jejich atomových hodin a přípravu vypouštění nových družic.

Segment koriguje dráhu letu, vysílání signál družic a synchronizaci hodin.

Uživatelský segment obsahuje GPS přijímače, které přijímají signály z družic a získávají z nich informace o poloze a čase. Přijímače jsou pasivní a to z toho důvodu, aby v době jejich vzniku nemohly být zaměřeny nepřitelem, avšak díky tomu je dnes systém GPS schopný obsloužit neomezený počet uživatelů. [1]

1.2.2 Galileo

Navigační systém Galileo je plánovaný evropský nezávislý polohový systém (GNSS), který by měl být podobný americkému Navstaru a ruskému Glonassu. Výstavba je zajištěna Evropskou unií a reprezentována Evropskou komisí a Evropskou kosmickou agenturou. Spuštění systému je naplánováno na rok 2018.

Galileo je navržen pro řízení a spravování civilně na rozdíl od GPS a GLONASS, které jsou vojenské.

Plný systém se bude sestávat ze 30 družic ze kterých bude 27 funkčních a 3 záložní. Budou obíhat ve třech rovinách, po kruhových drahách na střední oběžné dráze ve výšce 23 222 km. Roviny budou svírat úhel 56° pro umožnění využívání navigačního systému až do míst na 75° zeměpisné šířky.

Využití systému Galileo bude nejvíce v dopravě, dále i v dalších oblastech jako jsou, zvýšení bezpečnosti, přesnosti a komfortu. [14]

1.2.3 GLONASS

Je zkratka pro Globální družicový Navigační Systém (rusky „Globalnaja Navigacionnaja Sputnikovaja Sistěma“) – sovětský a později ruský satelitní navigační systém vyvinutý tamním ministerstvem obrany. Jeho princip je podobný americkému GPS. Přístup k systému GLONASS je poskytován na základě prezidentského dekretu ruským i zahraničním spotřebitelům, a to bez nákladů a bez omezení. Systém obsahuje 24 satelitů ve třech oběžných rovinách se sklonem oběžných drah $64,8$ stupňů ve výšce 19 100 km. [15]

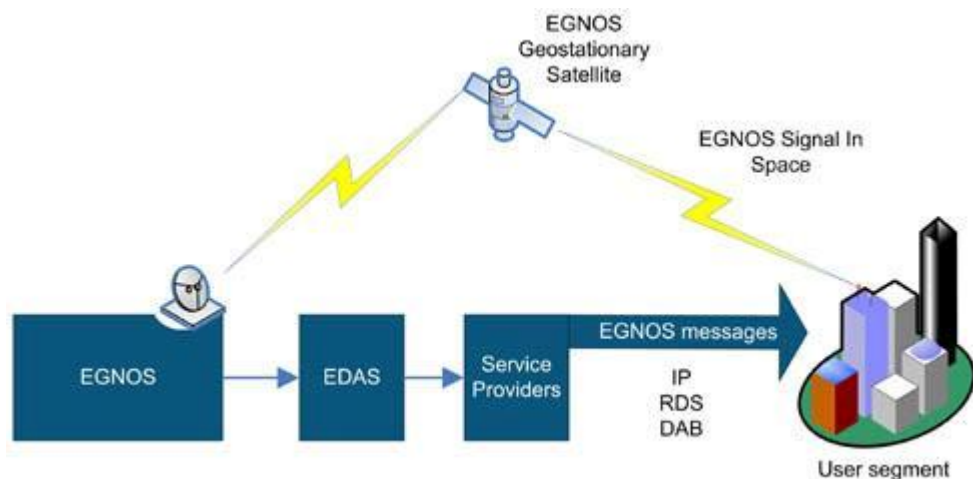
Rozdíl mezi GPS a GLONASS je v tom, že satelity GNSS nemají rezonanci s rotací Země, což jim poskytuje vysokou stabilitu, družice se dodatečně nekorigují v průběhu. Na úkor toho trpí výrazně kratší životností satelitů.

1.3 EGNOS

Skládá se ze 40 pozemních monitorovacích stanic RIMS (Ranging and Integrity Monitoring Station), které jsou rozmístěny po Evropě. Účelem těchto stanic je sledování dat vysílaných satelity GPS, jejichž výsledek je odeslán do hlavních řídicích center, kde se data upravují a vyhodnocují se z nich informace o stavu družic.

Tyto data jsou pak předávána třem vysílacím stanicím, ze kterých každá stanice předává data satelitu na geostacionární oběžné dráze, který k ní náleží. Tyto tři satelity vracejí data zpět k Zemi, kde jsou data přijímána a jsou podle nich korigované údaje ze satelitů.

Účel tohoto systému je zvyšovat přesnost GPS signálu odstraněním chyb, které vznikají při průchodu signálu atmosférou. Stanice dostávají korekční data, které odpovídají území Evropy a ta jsou dále odesílána uživatelům. [4]



Obrázek 2 - Architektura systému EGNOS[17]

1.4 Porovnání

V obchodu GPS sledování, spousta výrobců a návrhářů používá tyto GPS moduly: Ublox, Sirf Star III a MTK GPS.

Zde je porovnání těchto modulů:

MTK GPS: Nový v GPS sledování a rychle roste. Má slabší výkon v získávání GPS signálu a stability. Když zařízení vyjede z tunelu, může chvíli trvat získání signálu zpět. Ale jeho cena je odpovídající.

Sirf III: Cena a výkon jsou mezi Ubloxem a MTK GPS. Globalsat a RoyalTek GPS moduly jsou založeny na Sirf Star III. Techniky avšak mohou být poslední dobou zastaralé vzhledem k Ublox GPS modulu. Přesnost GPS signálu, když se vozidlo nepohybuje, může být dost "pohyblivá".

Ublox: Pracuje velmi stabilně a má dobrý výkon. Získá signál velmi rychle, ať je zařízení v pohybu nebo na místě. Také získání signálu je nejlepší, když přijde na vyjetí z tunelu a má největší přesnost. Zpracování a vzhled u-bloxu je příjemnější než u ostatních výrobců. Avšak stojí více než moduly od ostatních firem. S Ublox GPS chipem M8U nebo m8l je možné zaměřit Vaše auto ať už je v podzemních garážích nebo tunelech, dokonce i v prostředí s velkým počtem velkých kovových objektů a slabým signálem, kde pracuje stále dobře.

Tyto tři GPS moduly jsou populární na trhu speciálně u Čínských výrobců.

Vzhledem k odlišným a specifickým potřebám GPS sledování, lidé volí správné moduly pro jejich konkrétní potřeby. Obchod s GPS sledováním je mezera na trhu. Potřeby klientů nejsou většinou stejné, protože se většina z nich snaží kontrolovat svoje vlastní vozidla nebo letadla. Někteří klienti potřebují měření hladiny paliva, někteří se soustředí na dodržování trasy, jako autobusové společnosti, někdo chce kontrolovat trasu zboží, někdo chce měřit hodnotu stavu tlaku pneumatik. To znamená že GPS je značně komplexní oblast a každý z výrobců se snaží vyhovět co nejširší klientele. [7]

chipset	frequency	channels	update rate (Hz)	Position precision (m)		Acquisition time (s)			Power consumption (mA)	
				Without aid	With aid	Cold	Warm	Hot	acquisition	tracking
u-blox 6	1575.42 MHz	50	5	2,5	2,0	32	32	1	59	30
SiRF starIII	1575.42 MHz	20	1	3	2,5	36	36	1	50	20
MT3318	1575.42 MHz	51	<5	3	2.5	36	33	1	58	39

Tabulka 1 - Porovnání GPS[20]

1.5 Neo-6

Je to rodina modulů GPS přijímačů, představující vysoko výkonný u-blox 6 polohovací systém.

Vybraný model je Neo-6M z této řady. Tento malý a relativně levný přijímač vybavený keramickou anténou nabízí více možností připojení v miniaturních rozměrech 16 x 12.2 x 2.4 mm pouzdra. Tyto rozměry jsou výhodné pro účely zařízení z hlediska co nejmenšího využití prostoru a z napájení si bere 3 volty, což je pro 5 V ze stabilizátoru ideální.

Doba studeného startu je 32 vteřin a při teplém začne fungovat již po jedné vteřině.

Model	Type					Supply		Interfaces				Features						
	GPS	PPP	Timing	Raw Data	Dead Reckoning	1.75 V - 2.0 V	2.7 V - 3.6 V	UART	USB	SPI	DDC (I ² C compliant)	Programmable (Flash) FW update	TCXO	RTC crystal	Antenna supply and supervisor	Configuration pins	Timepulse	External interrupt/Wakeup
NEO-6G	•					•		•	•	•	•		•	•	○	3	1	•
NEO-6Q	•						•	•	•	•	•		•	•	○	3	1	•
NEO-6M	•						•	•	•	•	•		•	○	3	1	•	•
NEO-6P	•	•		•			•	•	•	•	•		•	○	3	1	•	•
NEO-6V	•				•		•	•	•	•	•		•	○	3	1	•	•
NEO-6T	•		•	•			•	•	•	•	•		•	•	○	3	1	•

Obrázek 3 - Porovnání modulů řady Neo-6[18]

1.6 NMEA

NMEA (national marine electronics association) existovala ještě předtím než vzniklo GPS. Podle NMEA stránek, byla asociace založena v roce 1957 skupinou prodáváčů elektroniky z důvodu vytvoření lepší komunikace s výrobcí. V dnešním světě GPS, je NMEA standardní formát dat podporovaný všemi GPS výrobci, stejně jako je ASCII standard v oboru digitálních počítačových znaků.

Smyslem NMEA je dát nositelům zařízení schopnost kombinace softwaru a hardwaru. NMEA-formátovaná GPS data usnadňují práci softwarovým vývojářům v psaní onoho softwaru pro širokou rozmanitost GPS přijímačů, namísto psaní konkrétního kódu konkrétní GPS. Nebyl NMEA, bylo by značně časově náročné a drahé napsat a udržovat takový software.

NMEA neodesílá jen jednu zprávu, ale existuje jich více. Stejně jako je mnoho druhů GPS se spoustou funkcí, je také existuje více druhů NMEA zpráv s rozdílnými funkcemi. Dále NMEA data mohou být přenášena rozdílnými typy komunikačních rozhraní jako například: RS-232, USB, Wi-Fi, UHF a mnoha dalšími.

Struktura zpráv NMEA.

K pochopení její funkce je potřeba si rozebrat \$GPGGA zprávu.

\$GPGGA,181908.00,3404.7041778,N,07044.3966270,
W,4,13,1.00,495.144,M,29.200,M,0.10,0000*40

Všechny zprávy začínají "\$" a každé datové pole je odděleno čárkou.

GP značí GPS pozici. (GL by značilo GLONASS)

181908.00 je časové značka: Místní čas v hodinách, minutách a vteřinách.

3404.7041778 značí zeměpisnou šířku v DDMM.MMMMM formátu.

N značí severní zeměpisnou šířku.

07044.3966270 značí zeměpisnou délku v DDDMM.MMMMM.

W zde značí západní zeměpisnou délku.

4 značí indikátor kvality

13 značí počet satelitů použitých v koordinátu.

Dále je označovaná: relativní chyba v horizontálním směru, nadmořskou výška antény, veličinu výšky a geoidální oddělení. [12]

1.7 TinyGPS++

"Nový " Plně funkční GPS/NMEA Parser pro Arduino.

TinyGPS++ je knihovna, která se využívá pro rozebírání proudu NMEA dat jdoucích z GPS modulů.

Stejně jako jeho předchůdce TinyGPS, tato knihovna poskytuje kompaktní a jednoduše použitelné metody pro získání pozice, data, času, zeměpisné šířky a výšky, rychlosti a směru z GPS zařízení.

Knihovna vypíše základní pozici, data, čas, zeměpisnou šířku a výšku, rychlosti a další informace uvedené výše ze dvou běžných NMEA vět **\$GPGGA** a **\$GPRMC**.

Základní použití pro získání zeměpisné šířky, délky a výšky:

```

#include <TinyGPS++.h>
TinyGPSPlus gps; // vytvoření GPS instance

while (ss.available() > 0)
  gps.encode(ss.read());
Serial.println(gps.location.lat(), 6); // vypsání zeměpisné šířky do
Serial.println(gps.location.lng(), 6); // vypsání zeměpisné délky do
if (gps.altitude.isUpdated()) // opakované proudění dat z GPS
Serial.println(gps.altitude.meters()); // vypsání zeměpisné výšky do

```

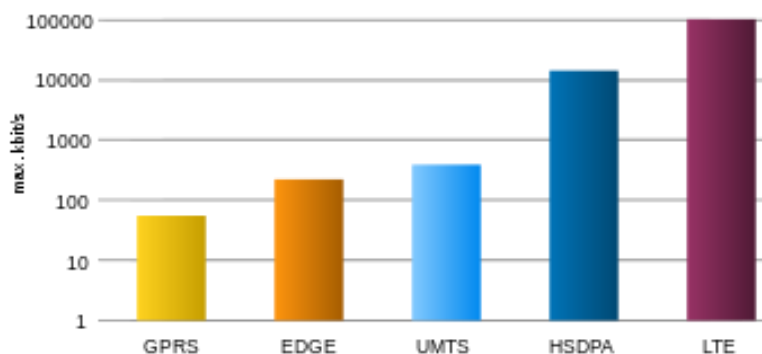
Knihovna TinyGPS++ značně zjednodušuje proces získání dat ze zařízení, vzhledem k tomu že proces získání dat z NMEA řetězce je značně složitý. Pro vypisování ručně by se kód práce prodloužil o stovky řádků a jeho realizace by pak byla mnohem složitější. [9]

2 PŘENOS DAT

2.1 GPRS/GSM

Jedná se o službu poskytující uživatelům přenos dat přes mobilní telefon.

Paketová služba GPRS je mnohem výhodnější pro uživatele než služby s přepojováním, a to proto, že se komunikační kanály používají na základě sdílení, což je lepší než použití pro jen jednoho uživatele současně.



Obrázek 4 - Rychlosti služeb [16]

je to paketová bezdrátová komunikační služba, která se datově pohybuje v rozmezí mezi 56 až 114 Kb/s při nepřetržitém připojení k internetu pro uživatele mobilních telefonů a počítačů. Vyšší datové přenosy umožňují uživatelům účastnit se videohovorů a interagovat s multimediálními webovými stránkami, nebo podobně datově náročnými aplikacemi, při použití mobilních telefonů nebo přenosných počítačů. GPRS je založeno na GSM komunikaci a komplementuje existující služby jako například:

Circuit-switched připojení, které vytvoří fyzickou cestu, která je získána a věnována jedinému spojení mezi dvěma body, která existuje jen po dobu připojení.

A samozřejmě Short Message Service známé též jako SMS. [3]

2.2 IP

IP je protokol. Jednoduše řečeno, protokol je seznam pravidel řídicích, jakým způsobem funguje určitá technologie, to znamená, že podléhá standardizaci. Přeneseno do kontextu síťové komunikace, internetový protokol popisuje jak se datové pakety přenášejí po síti.

Hned vedle adresování je routing, což je jedna z hlavních funkcí IP protokolu.

Routování se skládá z přesměrování IP paketů ze zdrojových do cílových zařízení přes síť, na základě jejich IP adres.

2.2.1 TCP/IP

Když se TCP (transmission control protocol) spojí s IP, získáme tím internetový kontroler. TCP a IP pracují spolu, z důvodu přenosu dat přes internet, ale na jiných úrovních.

Vzhledem k tomu, že IP negarantuje spolehlivost doručení paketů přes síť, TCP přebírá kontrolu v spolehlivosti přenosu.

TCP je protokol, který zajišťuje spolehlivost v přenosu, což zaručuje neztrátovost paketů, že jsou ve správném pořadí, a také zpoždění na přípustné hodnotě a že se nikde pakety nezdvoují. Toto všechno zaručuje, že příjem dat je neměnný, v pořadí, kompletní a hladký (takže neslyšíte poničenou nahrávku).

Během přenosu dat, TCP pracuje těsně před IP. TCP balí data do TCP paketů před odesláním na IP, což je zapouzdří do IP paketů.

2.2.2 IP pakety

IP paket je paket dat, který přenáší obnos dat a IP hlavičku. Každý kus dat (TCP pakety, v případě TCP/IP připojení), je rozložen na bity a uložený do těchto paketů, které jsou následně přeneseny přes síť.

Jakmile pakety dosáhnou jejich cíle, jsou složeny na originální data. [5]

2.3 Sériová komunikace

Umožňuje ovládat rozhraní UART a zároveň je pochopitelně nepoužívanější součástí procesoru.

Sériová komunikace na pinech TX/RX používá TTL logiku konkrétně na 5V. Tato komunikace se používá na komunikaci mezi procesorem a dalšími zařízeními. ATmega328 má jeden sériový port (UART nebo USART).

Sériový port komunikuje po pinech 0 (RX) a 1 (TX) stejně jako komunikuje přes USB s počítačem. Což samozřejmě znamená, že při komunikaci přes USB není možné používat piny 0 a 1 jako digitální I/O. [10]

Jsou na ně odesílaná data ve formě 1 (high) a 0 (low) jeden po druhém. Tyto bity společně tvoří bajty, který se skládá z 8 bitů.

Všechny tyto hodnoty se v bitu mohou sečíst a tvoří 255.

A tyto hodnoty se poté podle kódování ASCII změny na písmena a symboly.

2.3.1 UART

Universal asynchronous receiver/transmitter - Asynchronní značí, že zde hodinový signál nehraje žádnou roli. Vysílač odesílá data o rychlosti předem nastavené například 9600 b/s (baudů za vteřinu), aby druhá strana správně přijímala, musí tuto rychlost znát.

Používané rychlosti jsou: 2400,4800,9600,14400,19200,28800,38400,57600,76800,115200.

Rychlost se udává v Baudech, což je počet bitů za vteřinu. Při zvolení 9600 b/s je to 1,2 KB/s. [11]

2.3.2 Software Serial

Knihovna Software Serial byla vytvořena k umožnění sériové komunikace na dalších digitálních pinech kromě pinů 0 a 1.

Jeho nevýhoda je v tom, že když je použito více portů knihovnou Software Serial, pouze jeden z nich dokáže přijímat data současně.

2.3.3 Alt Software Serial

AltSoftSerial emuluje další sériový port, což umožňuje komunikaci s dalším sériovým zařízením.

AltSoftSerial je užitečný, když je potřeba současný přenos dat.

Je schopný pracovat v rozmezí do 31250 baudů na 16MHz AVR, což je pro potřeby práce ideální, vzhledem k tomu že jsou zároveň připojená dvě sériová zařízení. Je zde doporučena menší rychlost přenosu dat z toho důvodu, že když probíhá přenos dat přes Software Serial do prvního zařízení (GSM), může zpozdit přerušovací odezvu AltSoftware Serial. [21]

```
#include <AltSoftSerial.h>

AltSoftSerial altSerial; //piny jsou pevně nastaveny na 8,9 (Rx,Tx)

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("AltSoftSerial Test Begin");
  altSerial.begin(9600);
  altSerial.println("Hello World");
}

void loop() {
  char c;

  if (Serial.available()) {
    c = Serial.read();
    altSerial.print(c);
  }
  if (altSerial.available()) {
    c = altSerial.read();
    Serial.print(c);
  }
}
```

Board	Transmit Pin	Receive Pin	Unusable PWM
Arduino Uno, Duemilanove, LilyPad, Mini (& other ATMEGA328)	9	8	10

Tabulka 2 - ATmega328 AltSoft Serial pinout[21]

Nepoužitelný PWM pin může být normálně použit s digitalRead() nebo digitalWrite(), ale jejich PWM funkce kontrolovaná funkcí analogWrite() nebude fungovat správně, z důvodu použití timeru knihovnou, který ovládá funkci PWM pinu.

Knihovna se používá naprosto stejně jako Software Serial, až na rozdíl nastavování pinů komunikace.

2.3.4 Možnosti

Když si to shrneme tak máme celkem 4 možnosti Seriové komunikace.

1. Hardware Serial - nejlepší výkon
2. Alt Software Serial - dokáže zároveň vysílat a přijímat. Minimální interference s současným použitím Hardware Serialu a dalších knihoven. Používá 16 bitový časovač a nebude fungovat s ostatními knihovnami, které ho používají), který vyřadí některé PWM piny. Může být citlivý na přerušení použití ostatními knihovnami.
3. SoftwareSerial - (dříve taky známý jako "NewSoftSerial") - Může mít více instancí na téměř každém pinu, ale může běžet pouze jen jeden aktivní současně. Nemůže současně odesílat a přijímat. Může narušovat ostatní knihovny nebo Hardware Serial když je použita na pomalejších baud ratech. Může být citlivý na přerušení použití ostatními knihovnami.
4. Old SoftwareSerial (SoftwareSerial v Arduinu 0023 a dříve) - velmi slabá funkčnost. [21]

2.3.5 Použití Software Serial a Alt Software Serial současně

Software Serial vytvoří 10 bitovou latenci pro další knihovny, proto by měl být použitý na zařízení, které potřebuje vysoký baudrate. Software Serial by neměl být použitý při pomalých rychlostech, protože může narušovat další porty. Software Serial nemůže zároveň odesílat a přijímat, takže by měl být použitý se zařízením, které neodesílá oběma směry zároveň.

Hardware Serial toleruje do 20 bitů zpoždění při přijímání, nebo 10 bitů nepřetržitého přenosu. K dosažení plné rychlosti přenosu, baudrate Hardware Serialu by neměl být větší než Software Serialu.

Když není potřeba nepřetržitý přenos, Hardware Serial může využít baudrate téměř 2x větší než Software Serial a stále spolehlivě přijímat. Bohužel nad dvojnásobný baudrate není schopný spolehlivě přijímat.

Alt Software Serial dokáže tolerovat téměř 1 bit zpoždění, takže jeho baudrate by měl být 10x menší než baudrate použitý Software Serialem.

Pokud jsou hodnoty rychlostí přenosu zvoleny správně, všechny 3 mohou pracovat současně.
[21]

2.4 AT příkazy

Jsou to instrukce, které se používají ke kontrole modemu. AT je zkratka ke slovu pozornost (Attention). Každý řádek příkazu začíná "AT" nebo "at". Z tohoto důvodu se příkazům říká AT. Spousta příkazů, které se používají ke kontrole kabelových vyvolávacích modemů, jako jsou ATD (Dial), ATA (Answer), ATH (Hook control) a ATO (Return to online data state), jsou také podporovány modemy GSM/GPRS a mobilními telefony.

Kromě setu AT příkazů, GSM/GPRS modemy a mobilní telefony podporují AT příkazy jako AT+CMGS (Odeslat SMS zprávu), AT+CMSS (Odeslat SMS zprávu z paměti), AT+CMGL (Seznam SMS zpráv) a AT+CMGR (Přečíst SMS zprávy).

Lze si povšimnout, že "AT" je prefix, který informuje modem o začátku příkazového řádku. Není to součástí názvu AT příkazu. Například D je skutečný název v ATD a +CMGS je skutečný název AT příkazu v AT+CMGS. Avšak, některé knihy a webové stránky je zaměňují za názvy AT příkazu.

Zde je pár úkolů, které mohou být splněny použitím AT příkazů s GSM/GPRS modemem nebo mobilním telefonem:

- Získej základní informace o mobilním telefonu nebo GSM/GPRS modemu. Například, název výrobce (AT+CGMI), číslo modelu (AT+CGMM), číslo IMEI (International Mobile Equipment Identity) (AT+CGSN) a softwarová verze (ATCGMR).

- Získej momentální status mobilního telefonu nebo GSM/GPRS modemu. Například, aktivitu mobilního telefonu (AT+CPAS), stav registrace mobilní sítě (AT+CREG), sílu signálu (AT+CSQ), hodnotu nabití baterie a stav nabíjení baterie (AT+CBC).
- Navaž datové připojení nebo zvukové připojení k vzdálenému modemu (ATD, ATA, atd).
- Odešli (AT+CMGS, AT+CMSS), Přečti (AT+CMGR, AT+CMGL), Napiš (AT+CMGW) nebo Smaž (AT+CMGD) SMS zprávy nebo získej notifikace o nově přijatých SMS zprávách (AT+CNMI).
- Přečti (AT+CPBR), Napiš (AT+CPBW) nebo najdi (AT+CPBF) záznam v telefonním seznamu.
- Proveď úlohu související se zabezpečením, jako je otevření nebo zavření zámku zařízení, kontrola zamčení zařízení (AT+CLCK) a změna hesel (AT+CPWD).
- Kontrola prezentace výsledných kódových / chybových zpráv AT příkazů. Například, můžete kontrolovat jestli povolit určité chybové hlášení (AT+CMEE) a zda by chybové zprávy měly být zobrazovány v číselném formátu nebo slovně (AT+CMEE=1 nebo AT+CMEE=2).
- Uloží a obnoví nastavení mobilního telefonu nebo GSM/GPRS modemu. Například, uloží (AT+CSAS) a obnoví (AT+CRES) nastavení spojené s odesíláním SMS, jako například centrální adresu SMS.

Všimněme si že výrobci telefonů obvykle neuvádějí všechny AT příkazy, jejich parametry a hodnoty parametrů v jejich telefonech. Také chování uvedeného AT příkazu může být odlišné od standardně definovaného. Obecně GSM/GPRS modemy navrhované pro bezdrátové aplikace mají lepší podporu AT příkazů než obyčejné telefony.

Navíc některé AT příkazy vyžadují podporu mobilních operátorů. Například SMS přes GPRS mohou být povolena na některých GPRS mobilních telefonech a GPRS modemech s +CGSMS příkazem (název příkazu v textu: Vybraná služba pro MO SMS zprávy). Ale když Mobilní operátor nepodporuje přenos SMS přes GPRS, tak tuto službu nemůžete využít.

Základní a prodloužené příkazy:

Existují dva typy AT příkazů: základní a prodloužené příkazy.

Základní příkazy jsou AT příkazy, které nezačínají "+". Například, D (Dial), A (Answer), H (Hook control) a O (Return to online data state) jsou základní příkazy.

Prodloužené příkazy jsou AT příkazy, které začínají "+". Všechny AT GSM příkazy jsou prodloužené příkazy. Například +CMGS (Odešle SMS zprávu), +CMSS (Odešle SMS zprávu z úložiště), +CMGL (Seznam SMS zpráv) a +CMGR (Přečte SMS zprávy), jsou prodloužené příkazy. [2]

3 PROCESOR

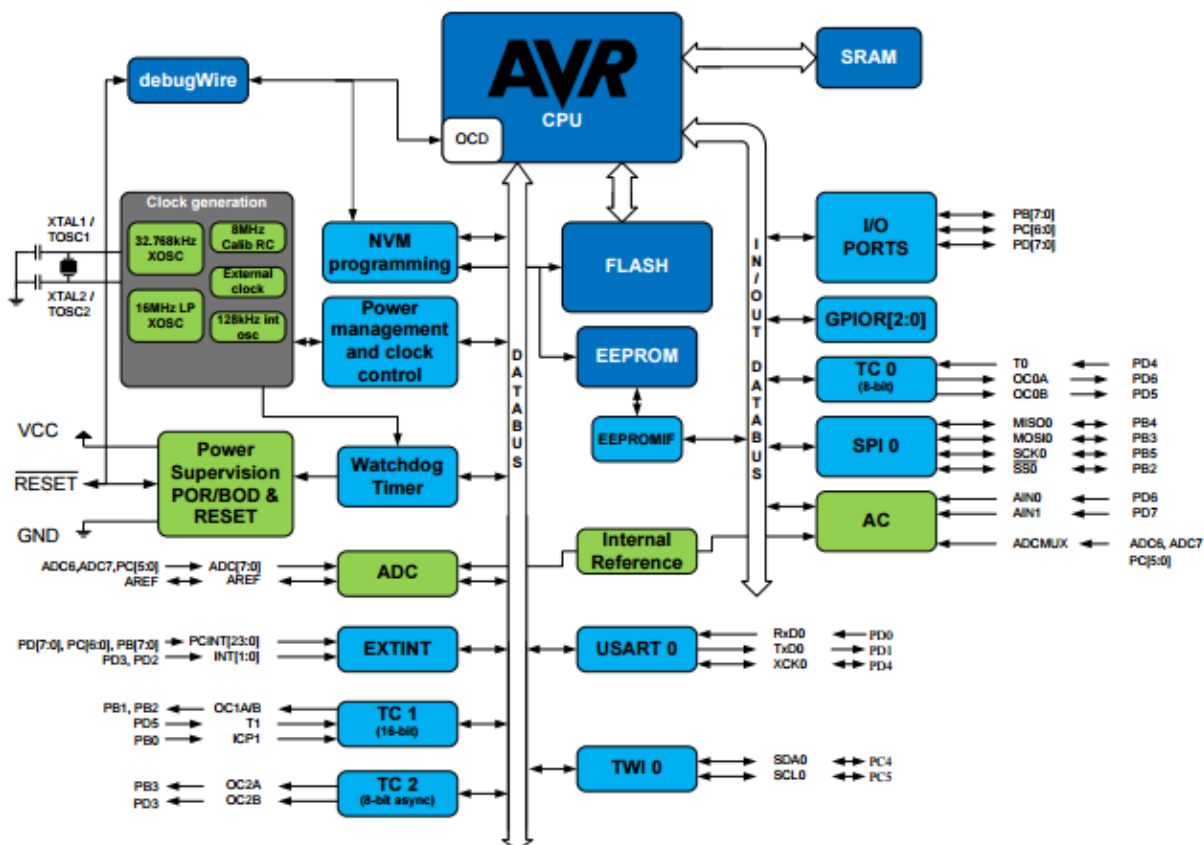
3.1 AVR

Atmel megaAVR mikrokontrolery (MCU) jsou ideální volba pro návrhy které potřebují výkon. Pro aplikace obsahující velké množství kódu, zařízení megaAVR nabízejí substantní program a data paměti s výkonem až k 20 MIPS. Mezitím inovativní Atmel picoPower technologie minimalizuje spotřebu proudu. Všechny megaAVR zařízení nabízejí sebeprogramování rychle, bezpečně, cenově-efektivní vnitřně obvodové úpravy. Je možné dokonce navýšit Flash paměť při běhu aplikace.

megaAVR rodina nabízí nejširší výběr z obecně účelových zařízení, co se týče paměti, počtu pinů a periférií. Zahrnují všechno z obecně účelových zařízení k modemům se specializovanými perifériemi jako Periferální dotykový kontroler (PTC), USB, LCD kontroléry, stejně jako CAN a Power Stage Controller (PSC).

Rychlý vývoj megaAVR MCU s výkonným systémovým programováním a ladění na chipu. Navíc programování v systému zjednodušuje produkci linkového programování a úpravy.

IoT (internet of things) se může rozšířit na téměř každou aplikaci. Z typického stavění a domácí automatizace ke zdravotním službám. IoT návrh typicky požaduje nějakou formu výpočetní síly k výpočetním akcím a přenosu na internet. Tato zařízení jsou čím dál častěji napájeny bateriemi a proto spotřeba hraje klíčovou roli. MegaAVR zařízení patří mezi nejlepší MCU na světě, vzhledem ke spotřebě energie.



Obrázek 5 - Architektura AVR

3.2 ATmega328

8-bitové procesory AVR jsou vysoce výkonné, provedou až 1MIPS na 1MHz. Jejich jádro kombinuje bohatý instrukční set s 32 registry. Všechny 32 registrů je přímo připojených k ALU, umožňující přístup ke 2 nezávislým registrům během jedné instrukce a jednoho cyklu hodinového signálu. Výsledná architektura je efektivnější pro kód až 10x víc než u běžných CISC mikrokontrolérů.

ATmega poskytuje následující vlastnosti: 32 K bajtů In-system programovatelné flash paměti s read-while-write. 1 K bajt EEPROM, 2 K bajty SRAM, 23 obecně účelových I/O připojení, 32 obecně účelových registrů, hodiny reálného času(RTC), tři flexibilní časovače s porovnávacími módy a PWM, 1seriový programovatelný USART, 1 I2C, a šesti kanálové 10 bitové ADC, programovatelný Watchdog timer a seriový SPI port. [8]

Features	ATmega328/P
Pin Count	28/32
Flash (Bytes)	32K
SRAM (Bytes)	2K
EEPROM (Bytes)	1K
General Purpose I/O Lines	23
SPI	2
TWI (I2C)	1
USART	1
ADC	10-bit 15kSPS
ADC Channels	8
8-bit Timer/Counters	2
16-bit Timer/Counters	1

Tabulka 3 - ATmega328p[8]

4 REALIZACE

4.1 GSM

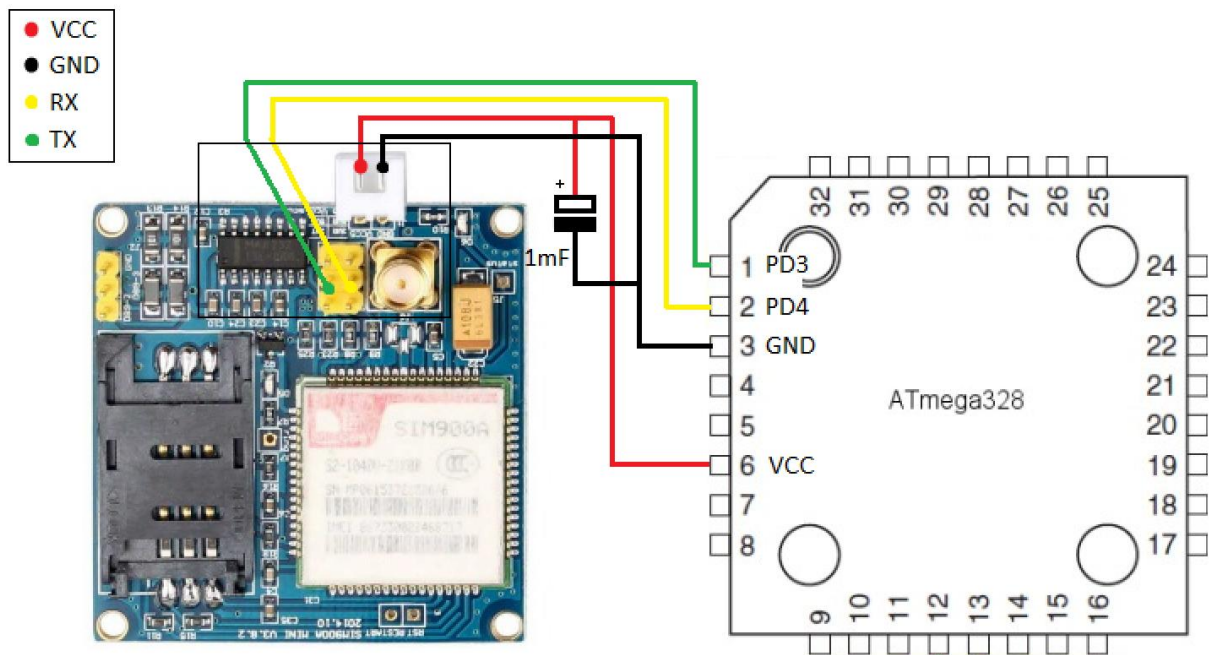
GSM modul byl zvolen Sim900a v3.8.2 od firmy Simcom, jehož cena se pohybuje přibližně okolo 300,- Kč a byl mi poskytnut školou. Podporuje bohužel jen pásma 900MHz a 1800MHz na rozdíl od standardní verze SIM900, která podporuje Evropskou síť (850MHz, 900MHz, 1800MHz, 1900MHz), která může být použita kdekoliv na světě.



Obrázek 6 - GSM modul Sim900a v3.8.2.

4.1.1 Napájení

GSM modul je napájen 5 volty. V režimu spánku odebírá 1,5mA a špičkový odběr 2A GSM modulu je pokryt kondenzátorem 1mF 6,3V.



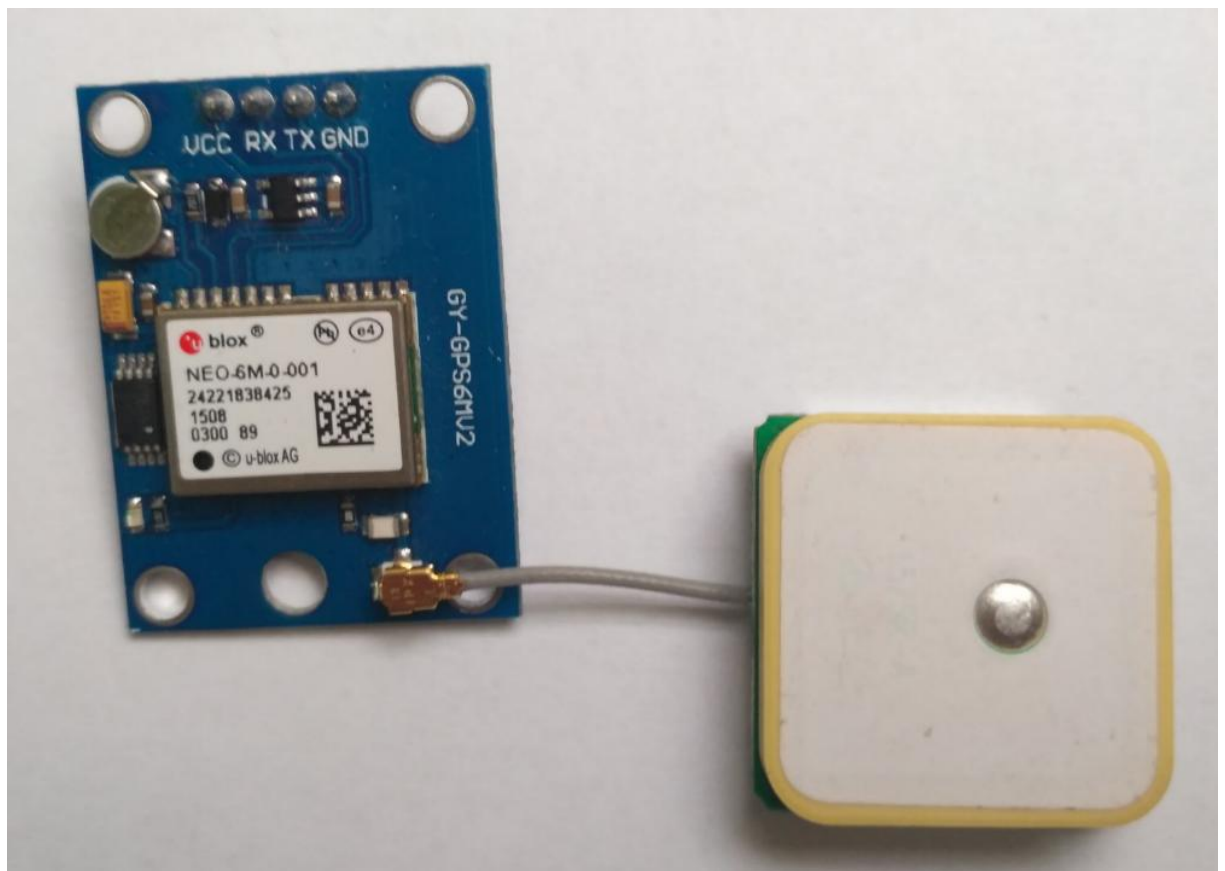
Obrázek 7 - Zapojení GSM modulu

4.1.2 Rychlost komunikace

Komunikace je defaultně nastavená na 9600 baudů. Modul je ovšem přenastavitelný a v tomto případě konkrétně na rychlost 57600 baudů, a to z toho důvodu, že jsou využity 2 virtuální sériové porty (v případě GSM Software Serial) a každý využívá jinou knihovnu. Rychlost je nastavena AT příkazem: "AT+IPR=57600". Software Serial vytvoří 10 bitovou latenci pro ostatní knihovny, proto je zvolena vyšší rychlost tedy 57600 baudů, která pro knihovnu druhého virtuálního portu, kterého využívám pro GPS, AltSoft Serial (Software Serial nedokáže vytvořit 2 virtuální připojení současně), toleruje jen 1 bit. Jeho rychlost je nastavená na 9600 baudů. V ideálním případě by tyto rychlosti měly být v poměru 1:10. Bohužel, aby se dosáhlo tohoto poměru, musela by být použita rychlost 115200 baudů na GSM, u které je však problém, že při této rychlosti bude chyba v čase až 3,5%, proto je zvolen poměr rychlostí 1:6, který se 1:10 alespoň blíží a zároveň funkčnost nijak nenaruší.

4.2 GPS

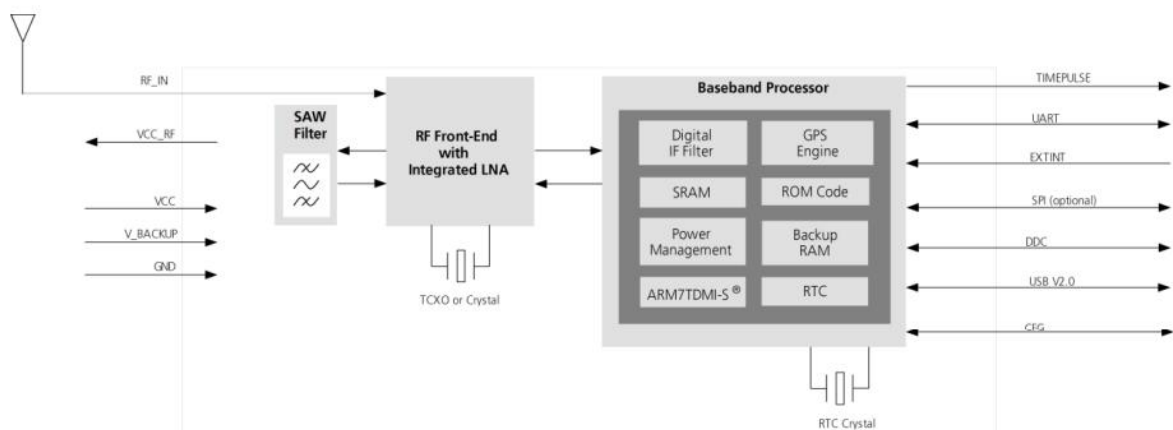
Jako GPS modul byl zvolen U-blox Neo-6M, který se cenově pohybuje mezi 5 až 6 sty korun.



Obrázek 8 - U-blox Neo 6M

Neo-6 je rodina modulů GPS přijímačů, představující vysokovýkonný u-blox 6 polohovací systém.

Model této řady je tedy Neo-6M. Je to malý a relativně levný přijímač vybavený keramickou anténou, jeho rozměry jsou 26x36mm a velikost antény 25x25x8,5 mm. Tyto rozměry jsou výhodné pro účely práce, jako téměř "kapesního" GPS sledovače.



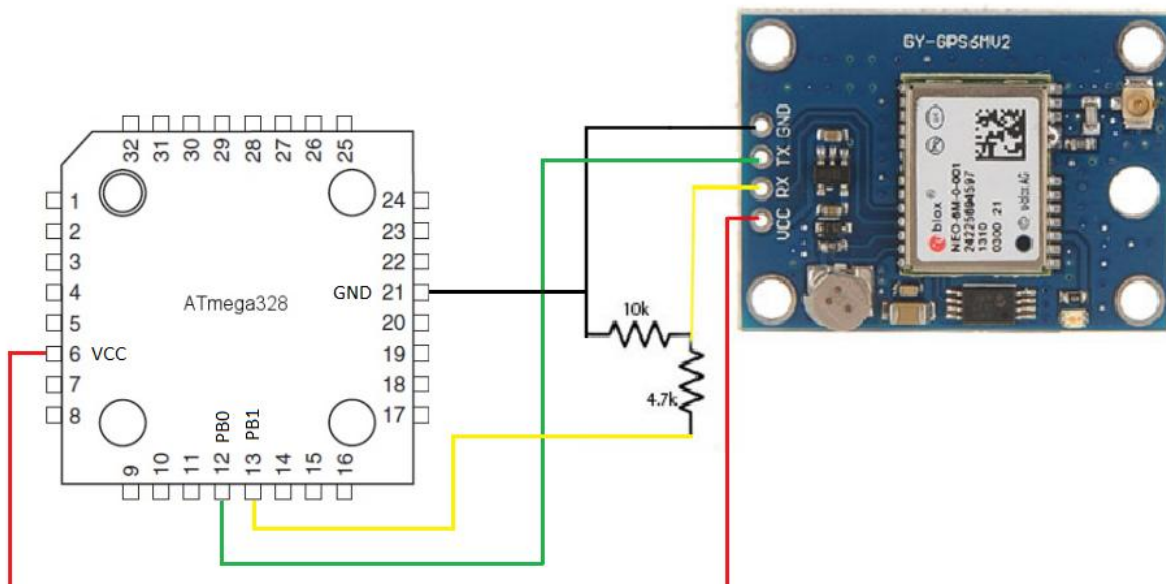
Obrázek 9 - Architektura GPS modulu

4.2.1 Napájení

GPS je napájena 5 volty a mezi RX a PB0 sériové komunikace je dělič napětí, který z 5V dělá vytváří 3,4 V podle vztahu:

$$U_2 = U_1 * \frac{R_1}{R_1 + R_2} = 3,4013 V$$

Jeho UART komunikace je umožněná přes již uvedenou AltSoft Serial knihovnu na pinech PB0 a PB1 mikrokontroleru.



Obrázek 10 - Zapojení Neo 6M

4.2.2 Rychlosti

Při studeném startu se modul připojí za 38 sekund a při teplém za jednu sekundu.

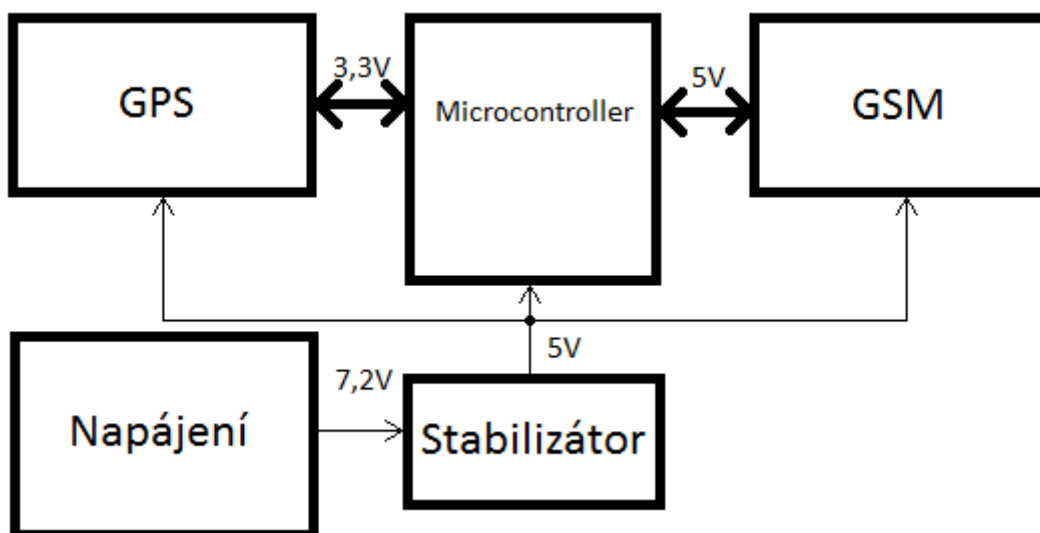
Rychlost její komunikace je přednastavená na 9600 baudů , což je jak je již uvedeno v části o GSM v poměru GPS/GSM 1:6, takže není potřeba rychlost měnit. V tomto případě odesílá informace o zeměpisné šířce, délce a v případě 4 satelitů i výšce. Kromě těchto údajů zaznamenává také rychlost a čas.

4.3 Měření baterií

Obvod je napájený šesti 1,2V AA bateriemi.

Napájení je měřeno také přes napěťový dělič, který je momentálně dimenzovaný přibližně 2:1 to znamená že z 7,2 voltů pouští na analogový vstup ATmegy méně než 1/3 což je 2,25V.

Tato hodnota je převedena na Analogový vstup 0, výsledné číslo je převedené na volty a podle vztahu $U_2 = U_1 * \frac{R_1}{R_1+R_2} = 7,2 * \frac{10^4}{10^4+2,2^4} = 2,25V$ tato hodnota napětí je pro 7,2 voltů při plném nabití baterií. Toto napětí je nakonec násobeno číslem 3,2 což je poměr odporů děliče, díky tomu je získaná správná hodnota napětí na baterii. Offset je nastavený na 5,7V a to z důvodu, že pod tuto hodnotu stabilizátor nedodá minimálních 4,5V pro GSM modul a z toho důvodu zařízení přestane fungovat správně.

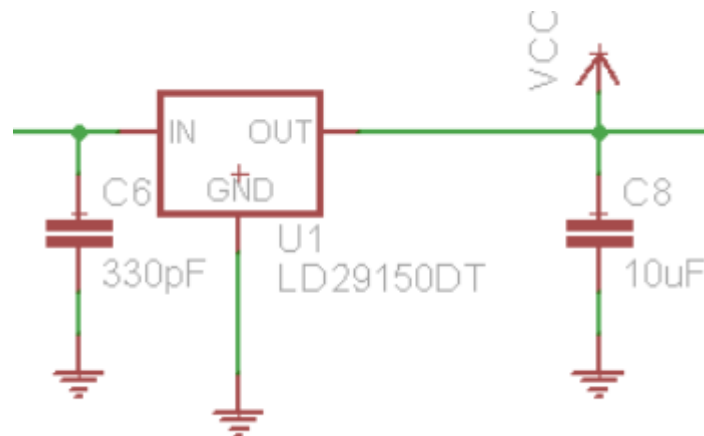


Obrázek 11 - Blokové schéma

4.4 Regulátor

LD29150 je regulátor s nízkým poklesem a s pevným 5V výstupním napětím. Je navržený pro vysoko proudové zátěže, a pro potřeby práce ideální. Má velmi malý úbytek napětí, typicky 400mV při 1,5A.

Do stabilizátoru teče napětí z 6x 1,2V nabíjecích AA baterií (7,2V), ze kterého vychází 5V do obvodu. Stabilizátor má zvolené kondenzátory podle schématu z jeho datasheetu.

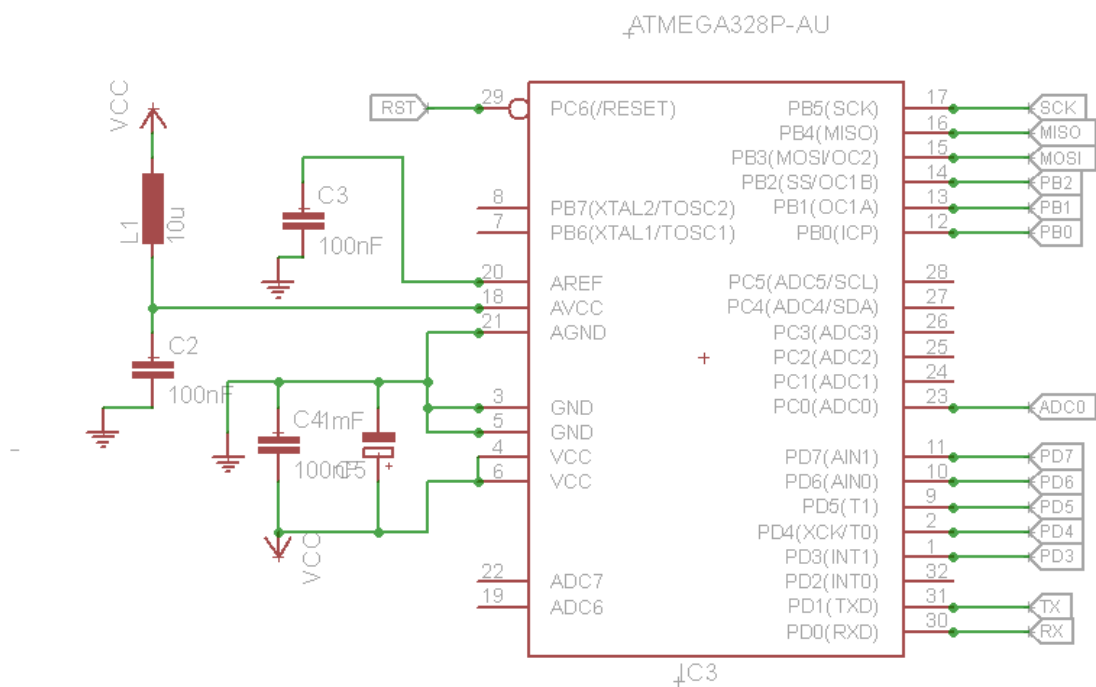


Obrázek 12 - Zapojení regulátoru LD29150DT

4.5 Procesor

K procesoru je připojen GSM modul, na pinech PD3 a PD4, přes které probíhá jejich sériová komunikace a také GPS modul na pinech PB0 a PB1 které pracují stejným způsobem.

Napájení baterií regulované stabilizátorem na 5V, mezi kterými je spínač pro zapnutí zařízení. Dále je na jeho analogovém vstupu měřená hodnota napětí na baterii, přes napěťový dělič, z důvodu napětí na baterii přesahující 5,5V, které je maximální povolené ATmegou a dioda pro kontrolu stavu zařízení.



Obrázek 13 - Zapojení procesoru

Zapojení mikrokontroléru je vytvořené na základě zapojení při použití ADC v technickém listu. Zapojení obsahuje kondenzátor připojený na pin referenčního napětí (AREF), LC filtr typu dolní propust připojenou na AVCC pin z důvodu odstranění šumu. Krystal v zapojení není použit, a tak je jeho takt z vnitřního oscilátoru 8MHz.

4.6 SD

Pro případ výpadku GSM signálu je na desce modul SD karet, připojený pomocí SPI, ten ukládá data o poloze na SD kartu do souboru test.txt, pomocí příkazu SD write. Také lze z karty číst díky SD read, např. ID zařízení, podle kterého je možné identifikovat číslo zařízení v databázi ze souboru id.txt na SD kartě.

SD karta využívá knihovny <SD.h>, které patří mezi knihovny, které má Arduino IDE předem nainstalované.

Příklad čtení dat:

```
Serial.print(F("Inicializuji SD kartu..."));

if (!SD.begin(4)) {
  Serial.println(F("Inicializace selhala!"));
}
else{
  Serial.println(F("Inicializovano."));
}
myFile = SD.open(F("id.txt"));
if (myFile) {
  Serial.println(F("id.txt:"));
  while (myFile.available()) {
    Serial.write(myFile.read());
    int sn = 2 + myFile.read();
  }
  // close the file:
  myFile.close();
}
```

Příklad zapisování dat po proběhnutí inicializace SD karty:

```
myFile = SD.open(F("test.txt"));
if (myFile) {
  Serial.println(F("test.txt:"));
  while (myFile.available()) {
    Serial.write(myFile.read());
  }

  myFile.close();
}
else {
  Serial.println(F("Chyba pri otevirani test.txt"));
}
```

4.6.1 SPI

SD modul je připojený k chipu přes SPI piny:

MOSI - pin 11,

MISO - pin 12,

CLK - pin 13,

CS - pin 4,

VCC (5V) a GND.

4.6.2 USB

V případě že GSM signál vypadne, nebo je jen potřeba stáhnout data do počítače, je na desce USB-TTL převodník připojený piny RX, TX ,5V a GND. V počítači je nadále program napsaný v C#, který data přečte a uloží je do souboru.

4.7 Realizace kódu

Data z GSM jsou odesílána přes GPRS do MySQL databáze formou http požadavku GET, adresa a formát požadavku je uveden v programovém kódu.

Po zapnutí zařízení proběhne příkaz

SAPBR=3,1 nastaví APN na "internet", což platí pro Vodafone a zprovozní GPRS,

SAPBR=2,1 přidělí IP adresu

HTTPINIT umožní HTTP mód, po němž následuje

HTTTPARA="CID",1 nastaví adresu nosiče.

```
myGsm.println("AT");
delay(2000);
printSerialData();
myGsm.println("AT+SAPBR=3,1,\"APN\",\"internet\");
delay(1000);
printSerialData();
myGsm.println();
myGsm.println("AT+SAPBR=1,1");
delay(4000);
printSerialData();

myGsm.println("AT+HTTPINIT"); //inicializuje HTTP požadavek
delay(2000);
printSerialData();
```

Následuje načtení proměnných do stringu a připravení pomocí příkazu AT+HTTTPARA.

```
if (gps.encode(ss.read()))
{
    if (gps.location.isValid())
    {
        int sn = 0;
        float voltage = analogRead(A0); //hodnota z analogového vstupu

        float bat = voltage * ((5.0 / 1023.0)*3.3)+1;
        float volty = ((bat-5.7)*43.48);
        String snx = String(sn, DEC);
        //zvolení identity pomocí výstupu dipswitche
        String sirka = String(gps.location.lat(), 6);
        String delka = String(gps.location.lng(), 6);
        String vyska = String(gps.altitude.meters());
        //získání informací o poloze z GPS
        String rychlost = String(gps.speed.kmph());
```

```

//získání rychlosti z GPS
String sign = String(sig, DEC);
String( "AT+HTTTPARA=\"URL\", \"
http://tracker.rolda.cz/senddata.php?sn=" + snx + "&lat=" +
sirka + "&long=" + delka + "&alt=" + vyska + "&speed=" + rychlost
+"&batt=" + volty + "&sig=" + sign + "\"");
delay(2000);
myGsm.println(Celkem);
// Připraví odkaz pro odeslání na server.

delay(4000);
myGsm.println("AT+HTTPACTION=0");// Potvrdí GET požadavek
delay(5000);
// Toto zpoždění je potřeba, když se vrací velký objem dat,
potřebuje víc času.
myGsm.println("AT+HTTPREAD=0,20");// Čte data ze serveru
delay(3000);
myGsm.println("");
}
}

```

HTTPACTION:0,200,11 zde hodnota 200 znamená, že HTTP GET příkaz proběhl úspěšně, a druhé číslo značí počet bajtů, což v tomto případě odpovídá 11, odpovídající počtu znaků odpovědi serveru na GET příkaz.

Do mySQL databáze se uloží data v následujícím formátu:

serial	sn	timestamp	gps_latitude	gps_longitude	altitude	speed	battery	signal
154	2	2017-08-28 22:46:51	49.765091	15.856335	565.5	0.59	88	100

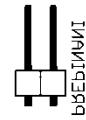
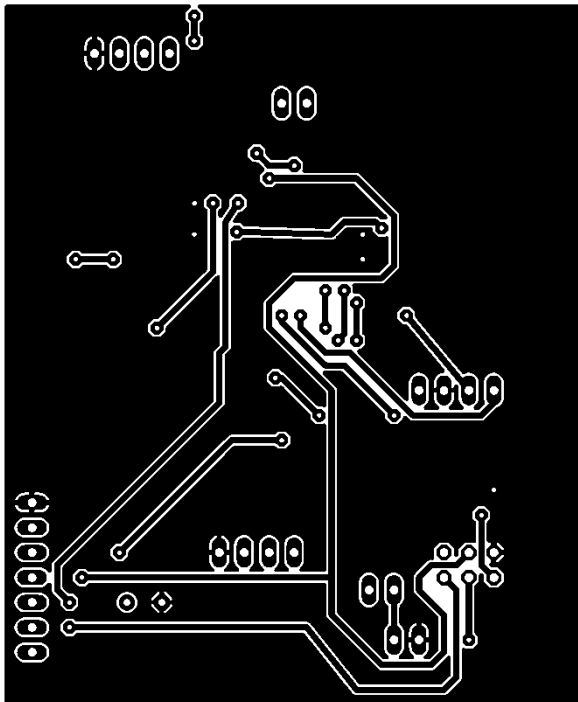
Už jen zbývá HTTPREAD:11 který odpovídá zprávě "Data saved!" ze serveru.

```
AT
OK
AT+SAPBR=3,1,"APN","internet"
OK
AT+SAPBR=1,1
OK
AT+SAPBR=2,1
+SAPBR: 1,1,"10.180.140.111"
OK
AT+HTTPINIT
OK
AT+HTTPPARA="URL","http://tracker.rolda.cz/senddata.php?sn=3&lat=49.765144&long=15.856302&alt=583.80&speed=0.20&batt=25&sig=100"
OK
+HTTPACTION:0,200,11
AT+HTTPREAD=0,20
+HTTPREAD:11
Data saved!
OK
```

Obrázek 14 - Odpověď zařízení

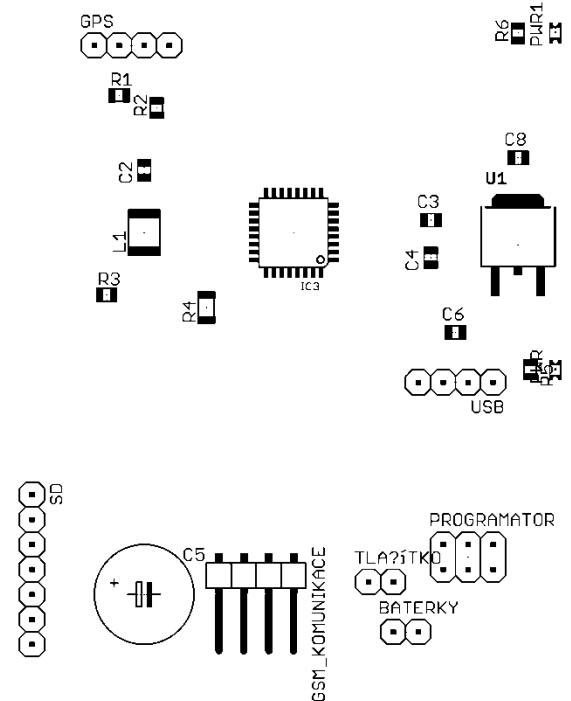
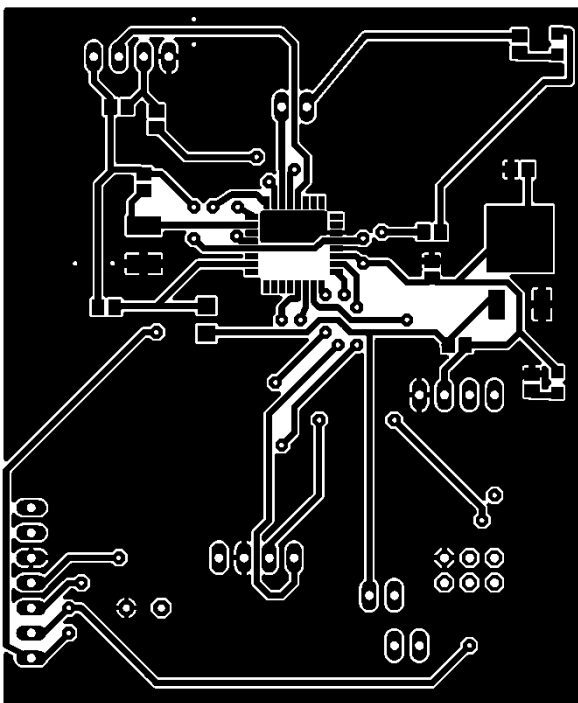
4.8 Návrh a konstrukce desky

Cílem práce bylo navrhnout desku co možná nejmenší, a to z důvodu, že cílem práce je udělat ne příliš velké zařízení. Deska je osazena všemi součástkami potřebnými k funkčnosti zařízení, kromě GPS a GSM modulů, ty jsou na zařízení připevněny distančními sloupky. GSM modul je shora nad řídicí částí a GPS ve spodní části vpravo nahoře, vedle kterého vlevo se nachází dipswitch, viz Obrázky 15 až 18. Návrh desky plošných spojů vychází ze schématu zařízení z programu Eagle, uvedeného v příloze A na konci dokumentu.



Obrázek 15 - Spodní strana desky plošných spojů

Obrázek 16 - Osazení spodní hrany součástkami



Obrázek 17 - Horní strana desky plošných spojů

Obrázek 18 - Osazení horní strany součástkami

5 ZÁVĚR

Produkt vytvořený v této práci je funkční GPS tracker, který lze aplikovat například v autě, je ho možné taky využít na sledování předmětů nebo jiných pohyblivých objektů v reálném čase z dat uložených v databázi.

GPS a GSM moduly jsou zapojeny k procesoru přes UART, což umožňuje komunikaci z GPS do GSM a do databáze. Zdrojem jsou baterie, ze kterých je napětí sníženo stabilizátorem na 5V, kterými je obvod napájen. Data o poloze jsou odesílána z GPS modulu společně s daty získanými na baterii a identitou ze souboru id.txt na SD kartě přes GSM modul formou http požadavku GET do mySQL databáze.

Výhodou tohoto zařízení jsou jeho provozní náklady, které nejsou příliš vysoké, vzhledem k tomu, že zařízení obsahuje 6 nabíjecích baterií, které stačí podle potřeby dobíjet a jedinou další zpoplatněnou položkou, kterou zařízení vyžaduje, je měsíční datový tarif od operátora.

Příkazy SMS zprávou nebo jednorázové odeslání SMS zprávy o poloze a jiných informacích ze zařízení. V případě zaměření na silniční vozidla (firemní vozy, autobusy, zásilkové služby), lze přidat příkaz, při kterém když se zařízení ze zastaveného stavu rozjede, odešle informaci, nebo od rozjezdu začne měřit dobu cesty, počet ujetých kilometrů, průměrnou rychlost, jeho polohu a další informace. Další varianta je, že při překročení rychlosti dojde k odeslání informací o tomto jevu.

Tato rozšíření je možné realizovat přímo v databázi.

6 POUŽITÁ LITERATURA

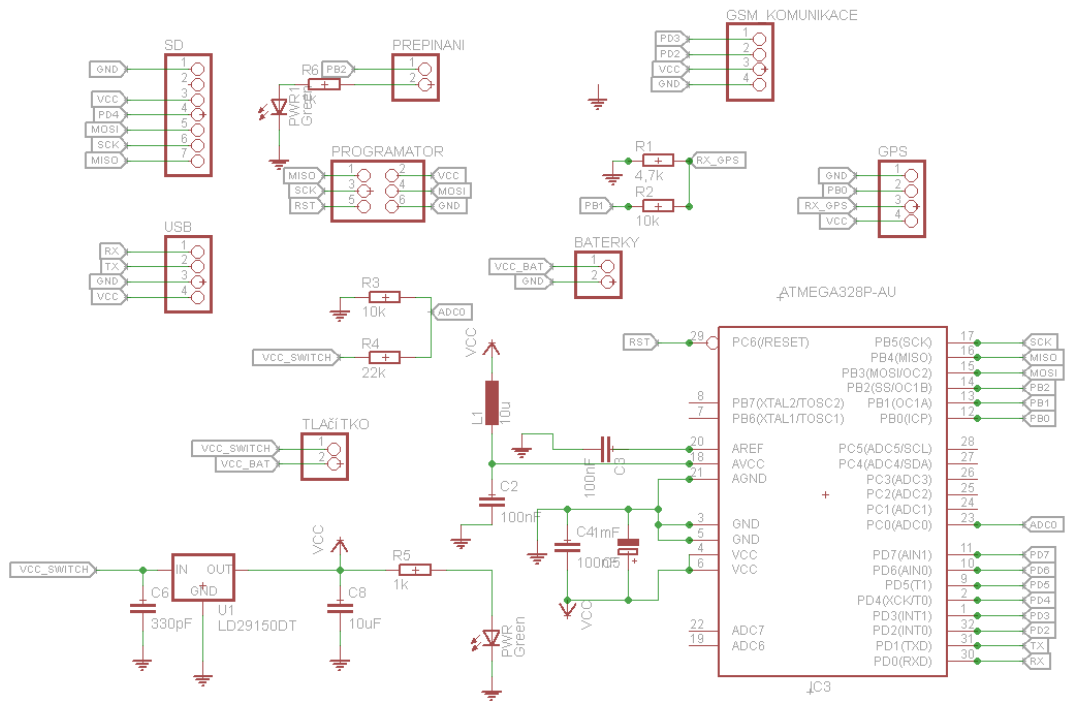
- [1] Jak funguje GPS? Svět Hardware [online]. bergmann, 2006 [cit. 2017-05-11]. Dostupné z: <http://www.svethardware.cz/jak-funguje-gps/21826-2>
- [2] Introduction to AT Commands. Developers Home [online]. [cit. 2017-05-11]. Dostupné z: <http://www.developershome.com/sms/atCommandsIntro.asp>
- [3] Search Mobile Computing: GPRS [online]. Margaret Rouse, 2007 [cit. 2017-05-11]. Dostupné z: <http://searchmobilecomputing.techtarget.com/definition/GPRS>
- [4] Český kosmický portál: Technický popis systému EGNOS [online]. [cit. 2017-05-11]. Dostupné z: <http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/gnss-systemy/egnos/technicky-popis-systemu-egnos/>
- [5] Lifewire: What IP Means and How It Works [online]. Nadeem Unuth, 2017 [cit. 2017-05-11]. Dostupné z: <https://www.lifewire.com/internet-protocol-explained-3426713>
- [6] Český kosmický portál: GNSS - Global Navigation Satellite System [online]. [cit. 2017-05-11]. Dostupné z: <http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/gnss-systemy/>
- [7] TotemTech: Simple Comparison for GPS Modules: Ublox, Sirf III and MTK GPS [online]. [cit. 2017-05-11]. Dostupné z: <http://www.totemtek.com/totem-news/simple-comparison-for-gps.html#.WQt6dLy70>
- [8] ATmega328/P: Atmel. San Jose, 2016. Dostupné také z: http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-42735-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega328-328P_Datasheet.pdf
- [9] Arduiniana: TinyGPS++ [online]. Mikal Hart [cit. 2017-05-11]. Dostupné z: <http://arduiniana.org/libraries/tinygpsplus/> [10] <https://www.arduino.cc/en/reference/serial>
- [11] Arduino Dokumentace: Knihovna Serial [online]. [cit. 2017-05-11]. Dostupné z: <http://docs.uart.cz/docs/serial/>
- [12] GPS World: What Exactly Is GPS NMEA Data? [online]. Eric Gakstatter, 2015 [cit. 2017-05-11]. Dostupné z: <http://gpsworld.com/what-exactly-is-gps-nmea-data/>
- [13] ŠEBESTA, Jiří. GLOBÁLNÍ NAVIGAČNÍ SYSTÉMY. Brno: Vysoké Učení Technické v Brně, 2012. ISBN 978-80-214-4500-0.

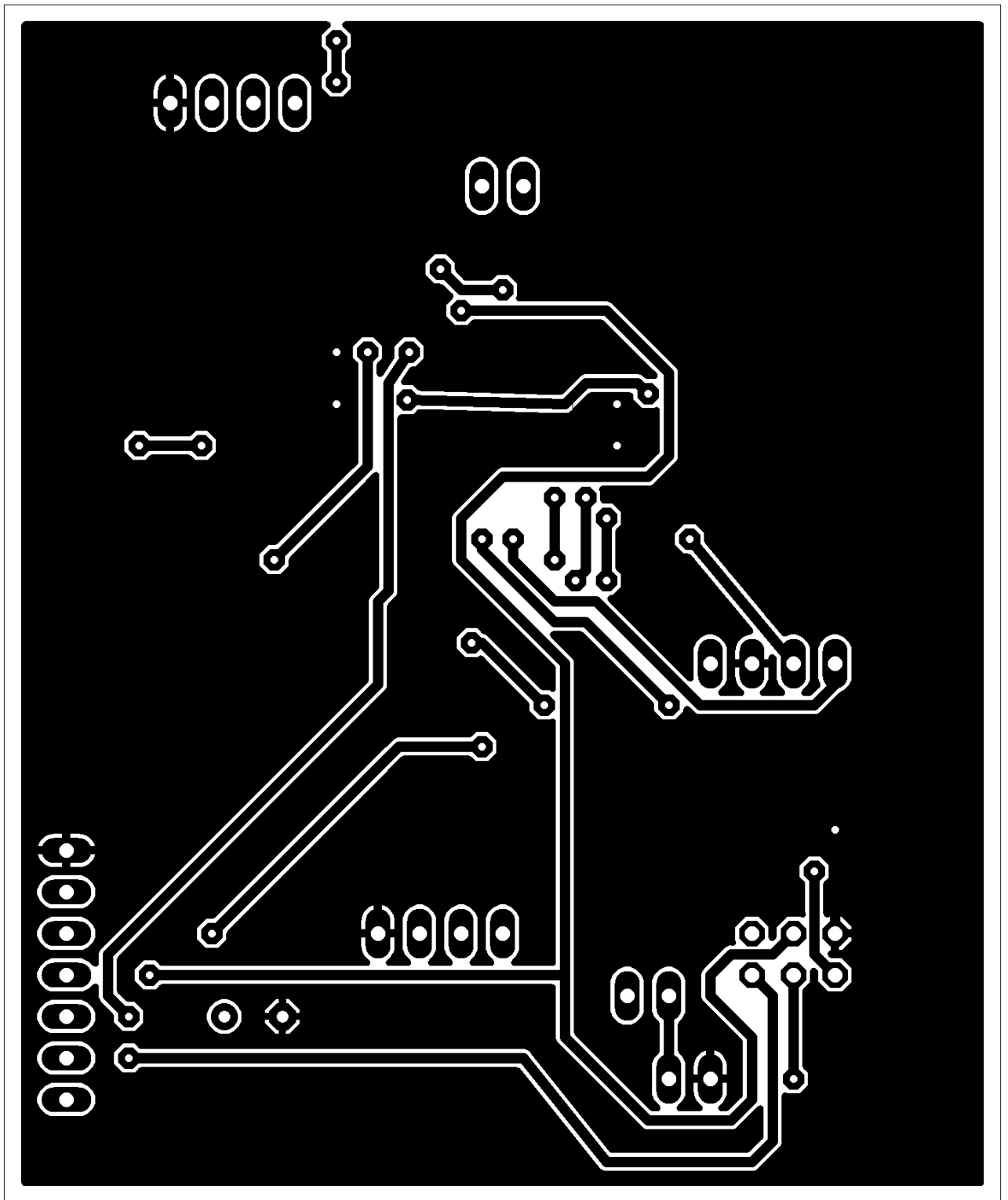
- [14] Český kosmický portál: Galileo [online]. [cit. 2017-05-11]. Dostupné z: <http://www.czechspaceportal.cz/3-sekce/gnss-systemy/galileo/>
- [15] Svět Androida: Jaký je rozdíl mezi satelitními navigačními systémy GPS a GLONASS? [online]. Karel Kilián, 2014 [cit. 2017-05-11]. Dostupné z: <https://www.svetandroida.cz/jaky-je-rozdil-satelitnimi-navigacnimi-systemy-gps-glonass-201405>
- [16] Mobile Bit Rate. In: Wikipedia.org: Mobile Bit Rate [online]. [cit. 2017-05-11]. Dostupné z: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/42/MobileBitRate-logScale.svg/350px-MobileBitRate-logScale.svg.png>
- [17] Architektura služby EGNOS. In: České kosmický portál [online]. [cit. 2017-05-11]. Dostupné z: <http://www.czechspaceportal.cz/files/files/EGNOS/Architektura-sluzby-EGNOS.png>
- [18] NEO-6: u-blox 6 GPS Modules. Thalwil: U-Blox, 2011.
- [19] Telco: GPS [online]. [cit. 2017-05-11]. Dostupné z: <https://www.grupotelcollc.com/gps>
- [20] GPS Chipset. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2017-05-11]. Dostupné z: http://wiki.openstreetmap.org/wiki/GPS_Chipset
- [21] PJRC: AltSoftSerial Library [online]. [cit. 2017-05-11]. Dostupné z: https://www.pjrc.com/teensy/td_libs_AltSoftSerial.html

7 PŘÍLOHY

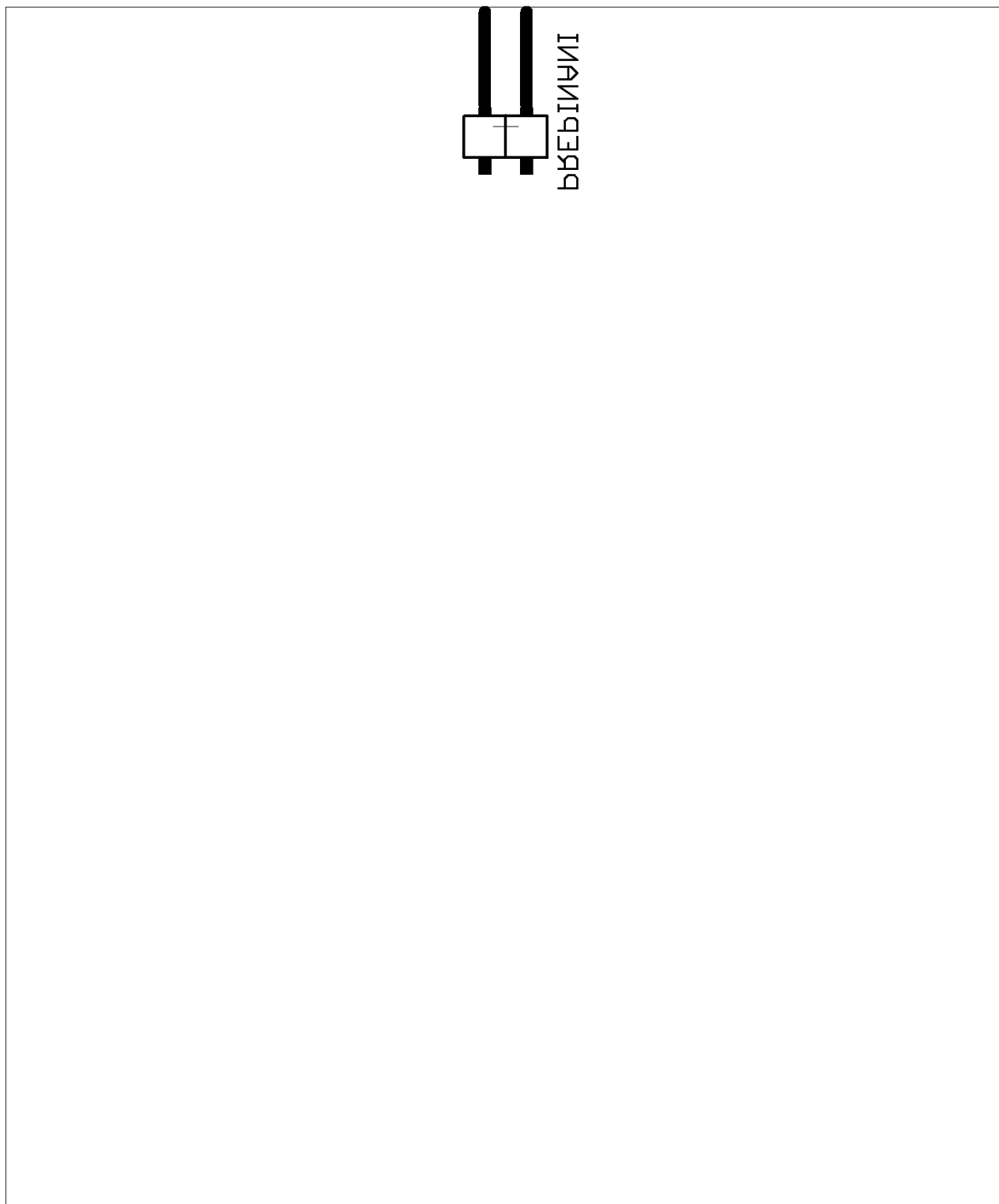
Příloha A – <i>Návrh desky plošných spojů</i>	50
Příloha B – <i>Pohled ze spodní strany</i>	51
Příloha C – <i>Osazovací plán spodní strany</i>	52
Příloha D – <i>Pohled z horní strany</i>	53
Příloha E – <i>Osazovací plán horní strany</i>	54

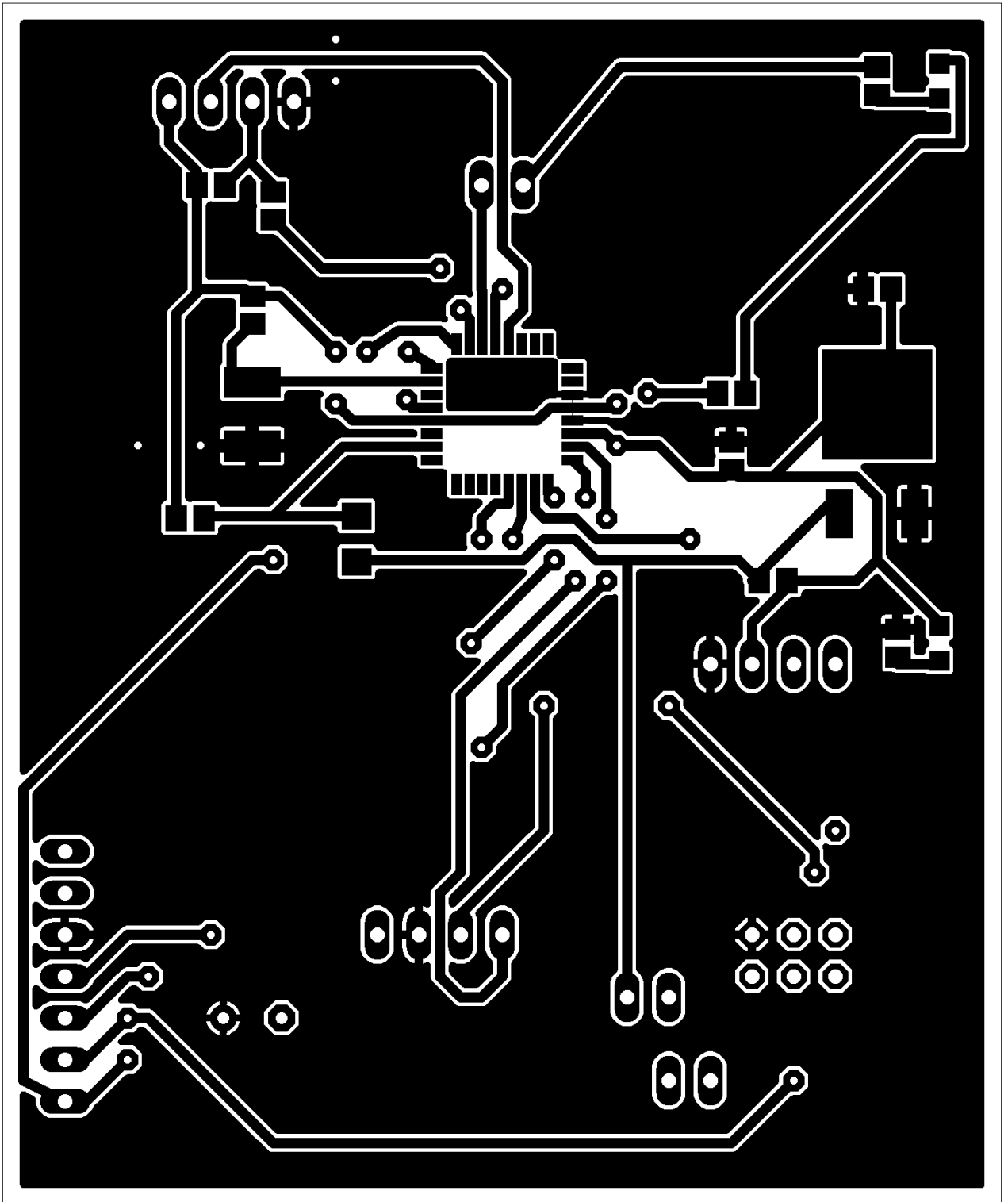
Příloha A – Návrh desky plošných spojů





Příloha C – Osazovací plán spodní strany





Příloha E – Osazovací plán horní strany

