

**České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta elektrotechnická**



**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Přenosné zařízení pro GPS navigaci**

**Jan KARPÍŠEK**

**Vedoucí práce: Ing. Pavel Kubalík**

**Studijní program: Elektronika a informatika strukturovaný bakalářský**

**Obor: Informatika a výpočetní technika**

**Praha 2007**



## **Poděkování**

Předem této bakalářské práce bych rád poděkoval vedoucí této práce Ing. Pavlu Kubalíkovi za cenné rady a ochotu.

Dále bych chtěl poděkovat společnosti ON Semiconductor za poskytnuté součástky a společnosti Macro Weil za poskytnutá schémata zásuvného modulu.



## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury. Souhlasím s půjčováním, zveřejňováním či dalším využitím bakalářské práce, pokud s tím bude souhlasit katedra počítačů fakulty elektrotechnické ČVUT v Praze.

V Praze dne 22. 8. 2007



## **Abstract**

The goal of this bachelor thesis is the design and implementation of a simple GPS navigation unit using a portable GPS module. This GPS navigation unit can display basic information about current position, altitude, date and time, saved positions and passed trace. The unit is equipped with a serial line for connecting to a computer or PDA. The connection is used for storing data (map points and navigation points) into the memory or sending GPS sentences generated by the module.

## **Abstrakt**

Cílem této bakalářské práce je navrhnout a sestavit jednoduchou GPS navigaci pomocí zásuvného GPS modulu. Tato GPS navigace umožňuje zobrazit základní informace o poloze, nadmořské výšce, času a data, uložené pozice a ušlou trasu. Zařízení je vybaveno sériovou linkou pro připojení k počítači či PDA. Sériová linka slouží pro ukládání dat (body mapy a navigační body) do paměti nebo posílání GPS vět, generovaných modulem.





# Obsah

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>ANALYTICKÁ ČÁST</b>	<b>2</b>
2.1	VYBRANÉ KOMERČNÍ PRODUKTY, POROVNÁNÍ VLASTNOSTÍ A CEN	2
2.2	OBVODY V NÁVRHU	3
2.2.1	<i>Mikrořadič</i>	3
2.2.2	<i>Grafický displej</i>	3
2.2.3	<i>Napájení</i>	4
2.2.4	<i>EEPROM</i>	4
2.2.5	<i>Modul ORCAM 20</i>	4
2.3	PROTOKOL NMEA 0183	4
<b>3</b>	<b>NÁVRH ŘEŠENÍ</b>	<b>6</b>
3.1	PŘENOSNÉ ZAŘÍZENÍ	6
3.2	SCHÉMA A PLOŠNÝ SPOJ	6
<b>4</b>	<b>HARDWAROVÉ ŘEŠENÍ</b>	<b>7</b>
4.1	NAPÁJECÍ ZDROJ	7
4.1.1	<i>Výpočet hodnot součástek</i>	8
4.2	MIKROŘADIČ	9
4.3	GPS MODUL	10
4.4	EEPROM	11
4.5	KLÁVESNICE	11
4.6	GRAFICKÝ DISPLEJ	13
<b>5</b>	<b>SOFTWAREVÉ ŘEŠENÍ</b>	<b>14</b>
5.1	INICIALIZACE PERIFERÍ	15
5.1.1	<i>Grafický displej</i>	15
5.1.2	<i>Sériová paměť</i>	15
5.1.3	<i>Sériová linka 1 – hardwarová</i>	15
5.1.4	<i>Sériová linka 2 – softwarová</i>	15
5.1.5	<i>Klávesnice</i>	15
5.1.6	<i>GPS modul</i>	15
5.2	OBSLUHA KLÁVESNICE	16
5.3	OBSLUHA GRAFICKÉHO DISPLEJE	17
5.3.1	<i>Základní funkce obsluhy displeje</i>	17
5.3.2	<i>Grafická část displeje</i>	17
5.3.3	<i>Část menu</i>	19
5.4	OBSLUHA SÉRIOVÉ PAMĚTI	19
5.4.1	<i>Struktura hlavičky paměti – MemoryHeader</i>	19
5.4.2	<i>Datová položka Bod – Point</i>	20
5.4.3	<i>Datová položka Bod trasy – TrackPoint</i>	20
5.5	KOMUNIKACE S GPS MODULEM	20
5.5.1	<i>Princip softwarové sériové linky</i>	20
5.5.2	<i>Rozpoznání a uložení přijaté věty</i>	21
5.6	KOMUNIKACE S POČÍTAČEM	21

5.6.1	Aktualizace paměti.....	22
5.6.2	Vysílání vět GPS.....	22
5.7	IMPLEMENTACE A POPIS MENU.....	22
5.8	FUNKCE MIKROŘADIČE.....	23
5.8.1	Záznam trasy.....	23
5.8.2	Uložení runtime bodu.....	23
<b>6</b>	<b>KOMUNIKAČNÍ PROGRAM.....</b>	<b>24</b>
6.1	NÁVRH ŘEŠENÍ.....	24
6.2	ZVOLENÝ KOMUNIKAČNÍ PROTOKOL.....	24
6.2.1	Test spojení.....	25
6.2.2	Čtení dat.....	25
6.2.3	Zápis dat.....	26
6.2.4	Mazání dat.....	27
6.3	ŘEŠENÍ.....	27
6.3.1	Připojení zařízení.....	27
6.3.2	Čtení hlavičky paměti.....	27
6.3.3	Zápis bodů mapy a waypointů.....	27
6.3.4	Čtení bodů mapy, waypointů a runtime bodů.....	28
6.3.5	Čtení tras.....	28
6.3.6	Mazání bodů mapy, waypointů, runtime bodů a tras.....	28
6.3.7	Textový formát.....	28
6.3.8	Formát programu OZIEplorer.....	29
<b>7</b>	<b>UŽIVATELSKÝ MANUÁL.....</b>	<b>30</b>
7.1	NAPÁJENÍ PŘÍSTROJE.....	30
7.2	OBSLUHA PŘÍSTROJE.....	30
7.3	PŘIPOJENÍ POČÍTAČE NEBO PDA.....	31
7.3.1	Počítačový program.....	31
<b>8</b>	<b>ZHODNOCENÍ.....</b>	<b>33</b>
8.1	CHYBY V NÁVRHU.....	33
8.2	TESTOVÁNÍ.....	33
8.3	DOSAŽENÉ CÍLE.....	33
<b>9</b>	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>35</b>
<b>10</b>	<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....</b>	<b>36</b>

# 1 Úvod

Tato bakalářská práce si vzala za cíl využití zásuvného modulu ORCAM 20 pro sestavení přenosné GPS navigace. GPS (Global Positioning System) představuje název pro celosvětový navigační systém, určený k přesnému určování polohy, trasy, vzdálenosti, výšky, času a rychlosti pohybu vůči zemskému povrchu.

Systém GPS byl vyvinut Ministerstvem obrany Spojených států původně pouze pro účely vojenského letectva, námořnictva a pozemních sil. Těžiště celého navigačního systému tvoří 24 navigačních družic, obíhajících zeměkouli na šesti různých, velmi přesných drahách, se sklonem 55 stupňů vzhledem k rovníku. Dráhy družic jsou vypočteny tak, aby v daném okamžiku byl v kterémkoliv místě na zeměkouli viditelný nad obzorem dostatečný počet družic, nezbytný k přesnému měření. Bylo ověřeno, že v oblasti celé naší republiky je v kteroukoliv denní či noční hodinu nad obzorem nejméně 6 až 8 družic navigačního systému GPS.

Výhodou sestaveného zařízení by měla být jeho cena, ale především možnost modifikace firmwaru, tvorby nových funkcí a vylepšení.

Přenosné zařízení pracuje ve třech základních módech, první je samotné zobrazení získaných dat o pozici, zobrazení mapy, záznam prošlé trasy a další funkce popsány níže, druhý režim slouží pro komunikaci s počítačem přes sériovou linku, ukládání nových pozic mapy, navigačních bodů (tzv. waypointů) a další správu pamětí, poslední třetí mód zajišťuje přenos GPS vět přes sériovou linku přímo do dalšího zařízení, počítače či PDA.

Bakalářská práce je rozdělena do tematických kapitol. První kapitolou je úvod. Následuje analytická část, zahrnující přehled vybraných komerčních produktů na trhu, vysvětlení protokolu pro komunikaci GPS. Třetí kapitola se jmenuje návrh řešení. Další dvě kapitoly se zabývají samotným řešením, čtvrtá hardwarovým a pátá softwarovým. Šestá kapitola popisuje návrh a řešení počítačového programu pro ukládání dat do paměti přenosného zařízení. Sedmou kapitolou je krátký uživatelský manuál. Průběh testování a zhodnocení celé práce, co se podařilo a co ne, je shrnuto v kapitole osmé. Závěr celé práce je v kapitole deváté. Seznam použitých pramenů je v poslední kapitole s číslem deset.

## 2 Analytická část

V současné době trh nabízí tři základní verze GPS navigací:

- **Verze pro připojení k počítači, PDA nebo mobilu** – jedná se vlastně o základní modul, který přijímá data z družic a v nějaké formě je posílá na rozhraní – sériovou linku. Tato linka se jen připojí k druhému zařízení a je na něm, jak s daty naloží.
- **Nemapová verze** – zařízení na displeji ukazuje pouze data získaná z družic, tj. zeměpisná délka, zeměpisná šířka, nadmořská výška, datum, čas a některé i základní informační data o družicích. Dražší modely umožňují navigaci k zadanému bodu, ale jen formou směru.
- **Mapová verze** – zařízení ukazuje stejné informace jako nemapová verze, navíc získaná data zobrazuje přímo na mapě. Některé produkty dokonce umějí vypočítat a zobrazit rozestavení družic.

Další dělení je podle způsobu použití:

- **Turistické** – uplatňují se nemapové verze. Mapové verze zobrazují především jednotlivé body než celé mapy.
- **Automobilové** – nemapové verze bývají základní výbavou dražších aut. Mapové verze obsahují celé mapy, velmi podrobné. Navádění k zadanému bodu je doprovázeno hlasovou navigací. Dražší modely umějí získávat zdarma informace např. o průjezdnosti ulic, dopravních omezeních nebo nehodách.
- **Lodní a letecké** – jedná se o přelom mezi turistickými a automobilovými. Neobsahují přesnou mapu, konkrétní ulice, ale pouze body. Celá mapa je orientovaná více účelově, např. letecká obsahuje zakázané prostory, výškové body a jiné. Tato zařízení musí navíc splňovat další parametry: vodotěsnost, vyšší maximální přetížení atd.

### 2.1 Vybrané komerční produkty, porovnání vlastností a cen

Mezi přední výrobce navigačních systémů patří firmy Garmin, Mio, MyGuide nebo TomTom. Přičemž firma Garmin je s největší pravděpodobností špička v tomto oboru. Navigace těchto firem se pohybují od 4.000 do 30.000 Kč, jedná se o nemapové ruční, mapové ruční a automobilové navigace.

**Garmin Geko 201** – malá ruční mapová navigace, s přesností okolo 5m, 2,5" displej, s pamětí pro 500 bodů, 10.000 bodů prošlé trasy a 20 tras s maximálně 125 zlomy, záznam prošlé trasy, navigace po trase, navigace po prošlé trase zpět, komunikační rozhraní RS 232, výdrž 12 hodin na baterie typu AA.

**Garmin eTrex Camo** – malá ruční nemapová navigace, 2,5" displej, s pamětí pro 500 bodů v terénu, částečně vodotěsná, výdrž 22 hodin na baterie typu AA.

**Garmin eTrex Legend Cx** – turistická mapová navigace, 2" barevný displej, paměť o velikosti 32MB (500 bodů, 20 tras s 10.000 body na záznam), slot pro SD karty, studený start 45s, teplý start 15s, komunikační rozhraní mini USB, částečně vodotěsná, výdrž 32 hodin na baterie typu AA.

**MIO C520** – automobilová mapová navigace, 4.3“ barevný dotykový displej, slot pro SD/MMC, paměť o velikost 64MB, možnost připojit RDS-TMC zařízení (přijímač online informací, např. dopravní situace), interní akumulátor s výdrží 4.5 hodiny, komunikační rozhraní Bluetooth a USB.

**MyGuide 3360** – automobilová mapová navigace, 3.5“ barevný dotykový displej, paměť o kapacitě 64MB, slot pro SD/MMC, integrovaný akumulátor s výdrží 3 hodiny, komunikační rozhraní USB.

Název	Klady	Zápory	Cena
<b>Garmin Geko 201</b>	Cena, mapová, malá, vodotěsnost	Výdrž, RS 232, omezení prošlé trasy	4 245kč
<b>Garmin eTrex Camo</b>	Výdrž, vodotěsnost, malá	Nemapová, omezení prošlé trasy	4 538kč
<b>Garmin eTrex Legend Cx</b>	SD slot, výdrž, USB, paměť, vodotěsnost	Cena	10 946kč
<b>MIO C520</b>	Připojení RDS-TMC, displej, paměť, slot SD/MMC, Bluetooth, USB	Interní akumulátor, výdrž	9 704kč
<b>MyGuide 3360</b>	Displej, USB, paměť	Interní akumulátor, výdrž	10 263kč

Tabulka 1- zhodnocení vybraných produktů

## 2.2 Obvody v návrhu

Při volbě obvodů rozhodovala především zkušenost, jednoduchost použití a dostatečná dokumentace.

### 2.2.1 Mikrořadič

Volba mikrořadiče byla jednoduchá, vzhledem k mírné znalosti univerzálního mikrořadiče ATmega32 [1] firmy Atmel. Mikrořadič AtMega32 nabízí celou řadu integrovaných periférií a disponuje relativně velkou programovou pamětí (32kB). Jedinou nevýhodou tohoto řadiče je, že má jen jednu sériovou linku. Mnou potřebnou druhou sériovou linku jsem musel vyřešit softwarovou emulací.

Činnost	Periférie	Počet vývodů	Poznámka
<b>Připojení EEPROM</b>	Port s I2C protokolem	2	Uložení bodů
<b>Připojení RS 232</b>	Port s USARTEM	2	Připojení PC
<b>Připojení GPS modulu</b>	Port s přerušením	4	Emulace sériové linky, Zapnutí, reset
<b>Připojení klávesnice</b>	Port	4	2 vstup, 2 výstup
<b>Připojení displeje</b>	Port	13	8 data, 5 řízení

Tabulka 2 - odhad potřebných vývodů a periférií

### 2.2.2 Grafický displej

Jedná se o mapové navigační zařízení, proto bylo nutné zvolit větší grafický displej. Nevýhodou těchto displejů je vysoká spotřeba. Ovládání všech displejů je podobné. Největší roli hrál poměr cena/výkon, resp. cena/zobrazitelná oblast.

Zvolil jsem grafický displej PG240128WRF [2], což je výrobek firmy POWER TIP TECH. CORP. Tento displej je postaven na řadiči Toshiba T6963. Řadič Toshiba umožňuje ovládat displeje od 2 do 32 řádek od 32 do 80 sloupců. Obsahuje vnitřní generátor znaků (128 znaků) s možností rozšíření (dalších 128 znaků).

### 2.2.3 Napájení

Jako zdroj napájení celého zařízení jsem zvolil dvě tužkové baterie typu AA, běžné napětí maximálně 3V. Při použití akumulátorů typů AA, se jejich napětí pohybuje dokonce okolo 2.4V. Toto napětí se ovšem ani zdaleka nerovná napětí, které je potřebné pro napájení všech obvodů. Všechny obvody byly zvoleny tak, aby jejich funkcionalita byla zajištěna při napájecím napětí 5V.

Pro vyšší účinnost, a tím i nižší spotřebu, jsem zvolil spínaný zdroj ve formě integrovaného obvodu. Jedná se o součástku s označením NCP1421 [3] od firmy ON Semiconductor. Výhodou tohoto obvodu je maximální výstupní proud 600mA při výstupním napětí 3.3V a vstupním napětí 2.5V. Obvod je stavěn pro výstupní napětí v rozmezí 1.5 – 5V. Je určen přímo pro stabilizaci napětí v uvedeném rozmezí při napájení ze 2 akumulátorů. Další výhodou je proudová ochrana, obvod se při zkratu odpojí od spotřebiče.

Části zařízení	Spotřeba
Modul ORCAM 20	65 mA
EEPROM 24LC256	3 mA
Displej PG240128WRF	48 mA
Mikrořadič Atmega32	65 mA
Klávesnice s obvody	2 mA
Budič sériové linky	5 mA
<b>Suma</b>	<b>188 mA</b>

Tabulka 3 - Odhad spotřeby

### 2.2.4 EEPROM

Externí paměť slouží pro ukládání bodů a cest. Vybral jsem paměť typu 24LC256 [4] firmy MICROCHIP. Tento obvod komunikuje po sběrnici I2C [5], která je také integrována do vybraného mikrořadiče. Sběrnice I2C je synchronní sériovou sběrnici, s možností připojit až 8 zařízení. Velikost byla zvolena maximální, tedy 256kbit (32kB).

### 2.2.5 Modul ORCAM 20

Jedná se o komerčně vyráběný přijímač GPS informací [6]. Používá 12 paralelních kanálů pro příjem, přesnost určení pozice je udávána 5 metrů. Kalibrace přijímače trvá okolo 40 vteřin (studený start 45 vteřin, teplý start 38 vteřin). Přijímač může být použit i pro rekreační létání, maximální možná nadmořská výška tohoto přijímače je 18.000 metrů (60.000 stop) a maximální přetížení 4g. V tomto případě je ovšem maximální přetížení hodně limitující.

Zařízení komunikuje pomocí protokolu NMEA. Jako komunikační rozhraní slouží dva sériové porty s TTL úrovní. Relativní nevýhodou je nutnost použít externí anténu, obzvláště pro turistiku. Tato nevýhoda je u nového typu tohoto přijímače eliminována, přijímač má anténu integrovanou.

## 2.3 Protokol NMEA 0183

Jedná se o standardní protokol asociace NMEA [7]. Stavebním kamenem tohoto protokolu jsou tzv. věty [8]. Každá věta začíná znakem dolaru, následuje označení mluvčího (2 znaky), identifikátor věty (3 znaky), oddělovací čárka a data oddělená čárkou. Může následovat kontrolní součet, začínající znakem hvězdičky, jedná se o dvouciferné hexadecimální číslo. Vznikne funkcí XOR přes všechny znaky ve větě mezi dolarem a hvězdičkou. Věta je ukončena znaky CR a LF. Maximální délka věty je 80 znaků. V této hodnotě nejsou obsaženy znaky dolar, CR a LF.

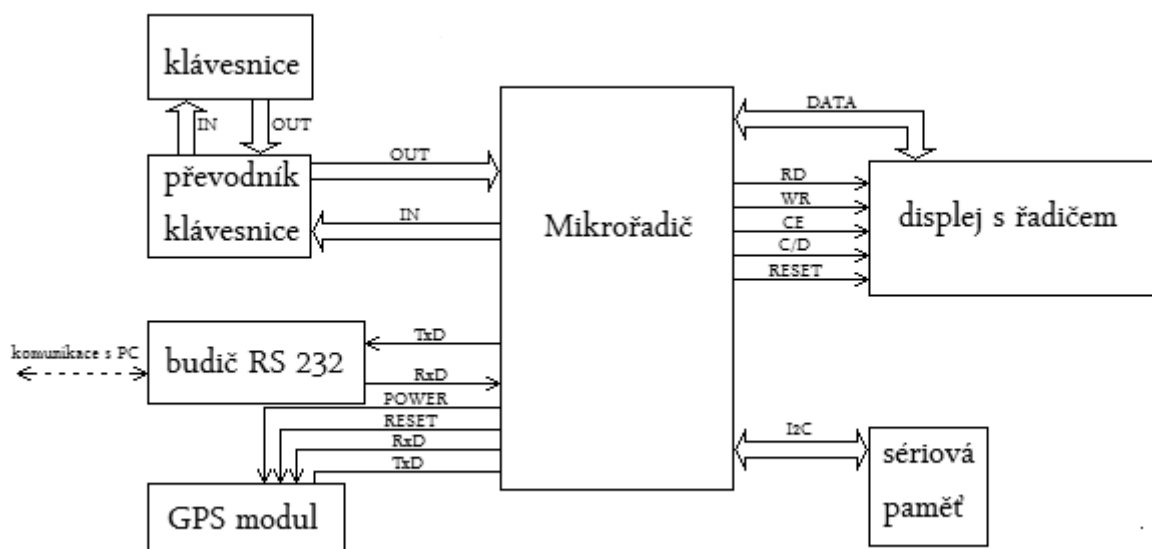
Použitý modul ORCAM 20 vysílá pouze 4 tyto věty, celkový počet různých vět je okolo 12.

- Věta s identifikací GSA – informace o satelitech a kvalitě signálu
- Věta s identifikací RMC – minimální doporučené informace pro navigaci
- Věta s identifikací GSV – informace o družicích
- Věta s identifikací GGA – rozšířené informace pro navigaci

## 3 Návrh řešení

### 3.1 Přenosné zařízení

Celé zařízení se dá rozdělit do šesti bloků, jak je uvedeno na obrázku 1. Napájecí zdroj není zakreslen, předpokládá se, že každý obvod je napájen. Všechny obvody jsou napájeny shodně napětím 5V.



Obrázek 1 - Blokové schéma zařízení

Význam jednotlivých bloků je zřejmý. Nejdůležitějším blokem je GPS modul, tedy o přijímač informací z družic. Přijaté informace přijímač převádí do vět protokolu NMEA 0183. Tyto věty pak v intervalu asi půl vteřiny posílá na sériové linky. Věty zpracovává mikrořadič a podle stavu zařízení s nimi pracuje. Buď je posílá do počítače přímo, bez změny, nebo je uchovává pro pozdější porovnání a zobrazuje je ve formě mapy na displeji. Mikrořadič je srdcem celého zařízení. Řídí celou funkci navigace, reaguje na uživatelské podněty (stisky kláves nebo požadavky připojeného počítače). Sériová paměť uchovává veškeré informace o uložených bodech a trasách. Budič RS 232 je pouze převodník TTL úrovně sériové linky mikrořadiče na úroveň sériové linky počítače. Převodník klávesnice slouží pro úsporu vývodů mikrořadiče.

### 3.2 Schéma a plošný spoj

Schéma je navrženo také blokově. Jeho návrh počítal s použitím dvouvrstvé desky plošného spoje. Výhodou tohoto řešení je zvýšená odolnost pro rušení za předpokladu, že vždy jedna strana plošného spoje bude spojena se zemí. Dalším požadavkem je minimalizovat křížení spojů a vedení spojů delší úsek nad sebou, zvláště u rychlých signálů.



## 4 Hardwarové řešení

Tato kapitola podrobně popíše zapojení jednotlivých obvodů spolu s důvody pro zvolenou realizaci. Kapitola je rozdělena podle bloků uvedených na obrázku 1, navíc je přidána realizace napájecího zdroje.

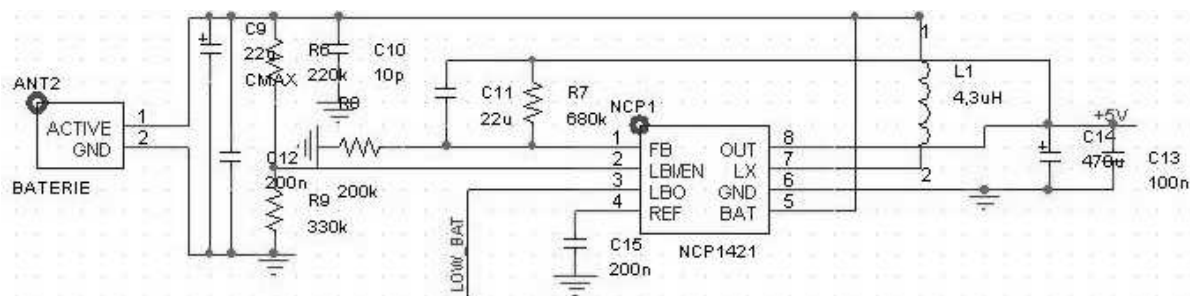
### 4.1 Napájecí zdroj

Napájecí zdroj musí být správně dimenzován. Napájecí zdroj použitý při návrhu zařízení je postaven na spínaném zdroji jako integrovaném obvodu.

Celé zařízení je napájeno ze dvou baterií resp. akumulátorů typu AA. Bylo možné použít i jiný zdroj napájení, na principu integrovaného akumulátoru. Ale integrované akumulátory mají značnou nevýhodu. Jako každý akumulátor se používáním opotřebovávají, výdrž se snižuje. Výměna takového akumulátoru je náročná a drahá. Navíc není možné mít u sebe více nabitých akumulátorů a podle potřeby je vyměňovat.

Spínaný zdroj je obvod, který využívá akumulačních prvků (indukčnosti nebo kondenzátoru) k nahromadění energie. Energie je vytvářena ve velmi krátkých intervalech, řádově při frekvenci kHz nebo MHz. Výstupní napětí je zpětně kontrolováno a obvod reguluje jeho hodnotu na předem zvolenou. Tyto obvody mohou pracovat ve dvou režimech, STEP UP – napětí na výstupu je vyšší než napětí na vstupu, STEP DOWN – napětí na výstupu je nižší než napětí na vstupu.

Obvod NCP1421 je konfigurován jako STEP UP obvod. Jak již bylo řečeno, na vstupu obvodu je napětí dvou akumulátorů typu AA, tedy 2.4V, a na výstupu je požadováno napětí 5V. Pro dosažení těchto parametrů je nutné určit hodnoty jednotlivých diskretních součástek.



Obrázek 2 - schéma napájecího zdroje

#### 4.1.1 Výpočet hodnot součástek

##### Požadované parametry zdroje:

Vstupní napětí - $V_{IN}$	2.4V
Výstupní napětí - $V_{OUT}$	5.0V
Výstupní proud - $I_{OUT}$	300mA
Minimální napětí - $V_{LB}$	2.0V
Maximální zvlnění - $V_{RIP}$	45mV

Tabulka 4 - požadované parametry zdroje

##### Výpočet zpětnovazebního rezistoru:

Zvolená hodnota rezistoru  $R_8 = 200k$

$$R_7 = R_8 \left( \frac{V_{OUT}}{V_{REF}} - 1 \right)$$

$$R_7 = 200k \left( \frac{5}{1.2} - 1 \right) = 633k$$

Zvolil jsem hodnotu  $R_7 = 680k$

##### Výpočet rezistoru pro detekci nízkého napětí:

Zvolená hodnota rezistoru  $R_9 = 330k$

$$R_6 = R_9 \left( \frac{V_{LB}}{V_{REF}} - 1 \right)$$

$$R_6 = 330k \left( \frac{2.0}{1.2} - 1 \right) = 220k$$

Zvolil jsem hodnotu  $R_6 = 220k$

##### Výpočet indukčnosti:

$$\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = \frac{1}{1 - D}$$

$$D = 1 - \frac{V_{IN}}{V_{OUT}} = 1 - \frac{2.4}{5} = 0.52$$

$$I_{LAVG} = \frac{I_{OUT}}{1 - D} = \frac{300}{1 - 0.52} = 625mA$$

$$L = \frac{V_{IN} \times t_{ON}}{2I_{RIP}} = \frac{2.4V \times 0.75\mu s}{2(125mA)} = 7.2\mu H$$

Kde  $I_{RIP}$  je 20% z  $I_{LAVG}$  – zvlnění proudu

Zvolil jsem hodnotu 4.3uH

##### Výpočet filtračního kondenzátoru:

$$C_{OUT} > \frac{I_{OUT} \times t_{ON}}{V_{RIP} - I_{OUT} \times ESR} = \frac{300mA \times 0.75\mu s}{45mV - 300mA \times 0.05\Omega} = 7.5\mu F$$

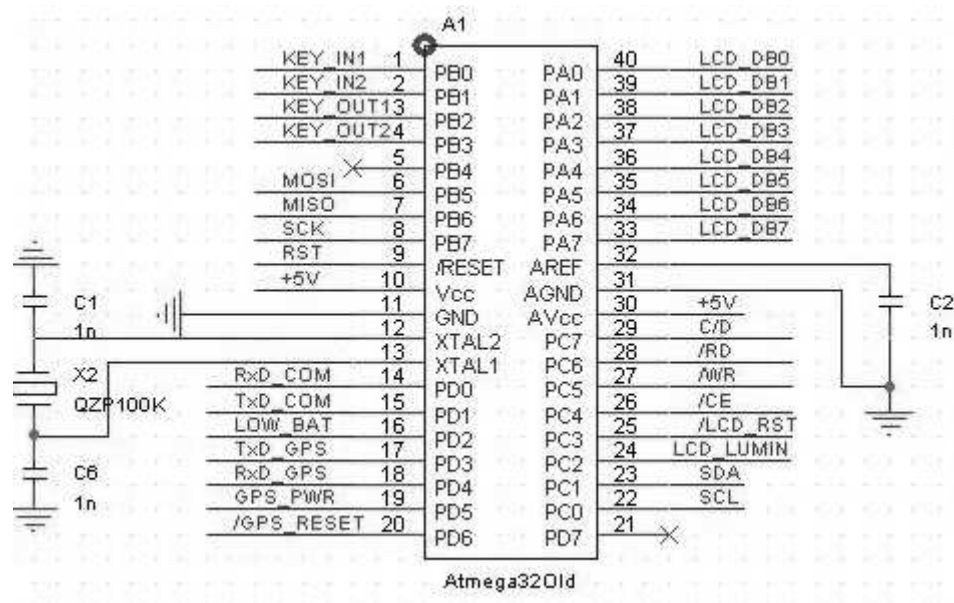
S ohledem na filtraci jsem zvolil vyšší hodnotu, tj.470uF.

## 4.2 Mikrořadič

Jako mikrořadič jsem zvolil výrobek ATmega32. Jedná se o univerzální mikrořadič, vhodný pro velké množství aplikací.

Mikrořadič pracuje až na frekvenci 16MHz. Já jsem zvolil nižší a při pozdějším zjištění nešťastnou hodnotu 8MHz. Nešťastnou proto, že při výpočtu cyklů časovače vycházela nepřesná čísla. To je důvod, proč se vyrábějí krystaly o frekvenci např.7.68MHz.

Mikrořadič je zapojen podle doporučeného schématu.



Obrázek 3 - schéma zapojení mikrořadiče

Pro programování je použito SPI programátoru, který umožňuje programovat mikrořadič přímo v zařízení.

Při testování jsem narazil na problém, že při delším odpojení zařízení od zdroje napětí, nebyl mikrořadič schopen provést reset. Podle dokumentace výrobce tohoto mikrořadiče není nutné propojovat signál RESET s napájením, propojení je již integrováno v mikrořadiči. Tento problém jsem vyřešil propojením uvedených vodičů přes rezistor 10k.

Vnější periferie	Číslo vývodu	Označení vývodu
Vstupní signál do klávesnice	1, 2	PortB0, PortB1
Výstupní signál z klávesnice	3, 4	PortB2, PortB3
SPI programátor	6, 7, 8	PortB4, PortB5, PortB6
Budič RS 232	14, 15	PortD0, PortD1
GPS modul – sériová linka	17, 18	PortD3, PortD4
GPS modul - ovládání	19, 20	PortD5, PortD6
Signalizace nízkého napětí	16	PortD2
Paměť – protokol I2C	22, 23	PortC0, PortC1

Displej - data	33:40	PortA
Displej - řízení	25, 26, 27, 28, 29	PortC3, PortC4, PortC5, PortC6, PortC7

Tabulka 5 - vývody mikrořadiče a připojené periferie

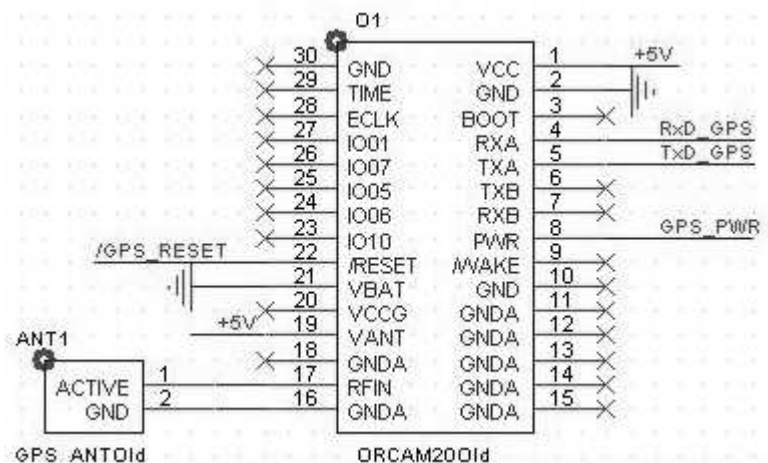
### 4.3 GPS modul

Jak již bylo řešeno, jedná se o přijímač informací z dostupných družic GPS. Tyto informace přijímač zpracovává a vysílá je po sériové lince. Bylo tedy nutné připojit sériovou linku k vývodům mikrořadiče. Sériová linka GPS modulu pracuje na úrovni TTL, a proto nebylo nutné napěťové přizpůsobení.

Obvod pro správnou funkci vyžaduje zapojení dvou hlavních řídicích signálů. Jedním je signál RESET, aktivní v logické nule, a druhým je signál POWER. Signál POWER slouží pro zapnutí a vypnutí GPS modulu. V režimu vypnuto odebírá modul pouze 20uA, oproti 65mA v aktivním režimu.

Tento použitý model bohužel nedisponuje integrovanou anténou, je nutné použít externí. K dispozici jsem měl pouze pasivní anténu. Výrobce dodává i anténu aktivní, bohužel jsem neměl možnost srovnání. V případě použití pasivní antény modul vyžaduje připojení externího napájení, jedná se o signál VANT. Samotná anténa se připojuje k vývodu s označením RFIN.

Poslední nutnost podle dokumentace je připojit vývod VBAT na zem a napájení celého obvodu. Ostatní vývody obvodu mohou zůstat nezapojeny.



Obrázek 4 - schéma připojení modulu ORCAM 20

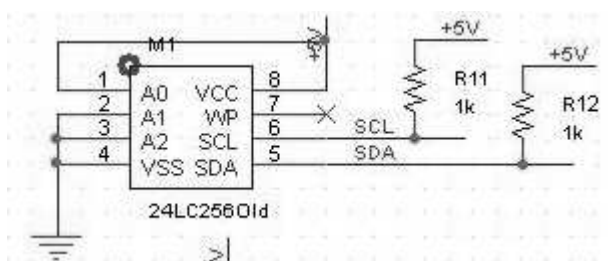
## 4.4 EEPROM

Použití EEPROM paměti s označením 24LC256 je velmi jednoduché. Zařízení komunikuje prostřednictvím protokolu I2C. K této komunikaci slouží dva vodiče s označením SCL a SDA. První jmenovaný přenáší synchronizační hodinový signál a druhý přenáší samotná data.

Nezapojený pin WP (write protect) slouží jako konfigurační signál. Je-li tento vývod nezapojen nebo připojen na zem, paměť má povolený zápis i čtení. V opačném případě je zápis zakázán.

Piny A0, A1 a A2 slouží k adresaci paměti, v mém případě je adresa nastavena hodnotu 1.

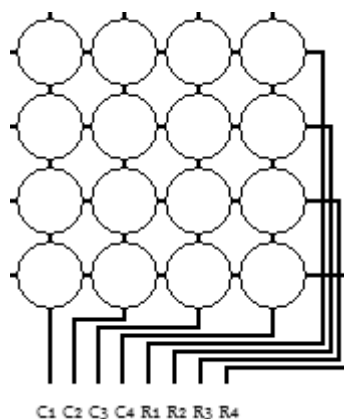
Ostatní piny VCC a VSS jsou napájecí.



Obrázek 5 - schéma zapojení paměti 24LC256

## 4.5 Klávesnice

Použitá klávesnice má maticový charakter. Po stisku nějaké klávesy, se propojí právě dva příslušné vodiče, vytvoří se vodivá cesta. Je možná i indikace stisku více kláves v jeden okamžik, a to jednoznačně. Jak je vidět z obrázku 6, připojení této klávesnice by vyžadovalo celý jeden port mikrořadiče, tedy 8 vodičů. Kvůli nedostatku volných pinů mikrořadiče jsem musel navrhnout a sestavit malý převodník.



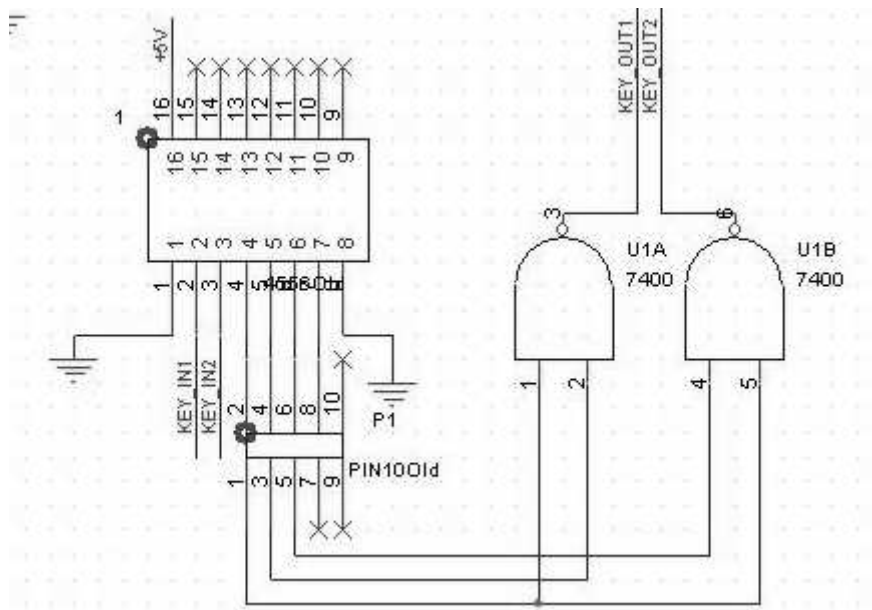
Obrázek 6 - princip maticové klávesnice

Převodník redukuje potřebný počet vývodů ze 7 na 4, poslední řádek není zapojen. Převodník se dělí na dvě části.

První část převodníku je testovací. Využívá integrovaného obvodu s označením 4556, což je převodník z binárního kódu na kód 1 z N, v mém případě na kód 1 ze 4. Výstupní piny jsou negované. Testovací proto, že v první fázi mikrořadič posílá do klávesnice testovací signály.

Druhá část převodníku je kontrolní. Využívá také integrovaného obvodu, nyní s označením 7400. Toto označení nese obvod se čtyřmi logickými hradly typu NAND. Tato část převodníku kontroluje dostupnost signálu vyslaného testovacím obvodem. Kontrolní část funguje jako převodník 1 ze 3 na binární kód. Přičemž binární hodnota 00 označuje, že nebylo stisknuto žádné tlačítko.

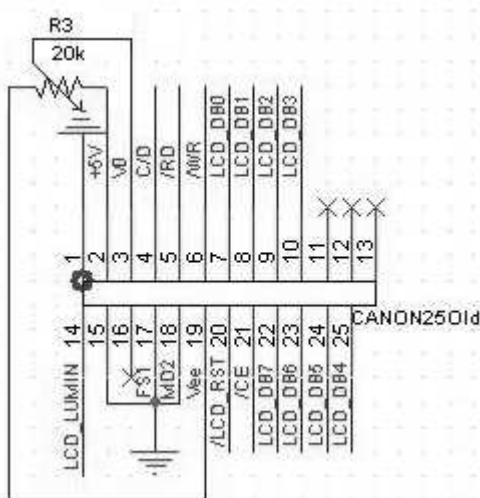
Klasický převodník 1zN na binární kód je tvořen hradly OR. V tomto případě jsou ale vstupy negovány, nezapojený vstupní pin logického obvodu je vyhodnocen jako logická 1. Testovací obvod vybírá sloupec logickou 0, která se převede vodivou cestou na výstup z klávesnice, a tedy na vstup kontrolního obvodu, ostatní výstupní piny klávesnice jsou nezapojeny, tedy pro kontrolní obvod v logické 1.



Obrázek 7 - schéma připojení klávesnice

## 4.6 Grafický displej

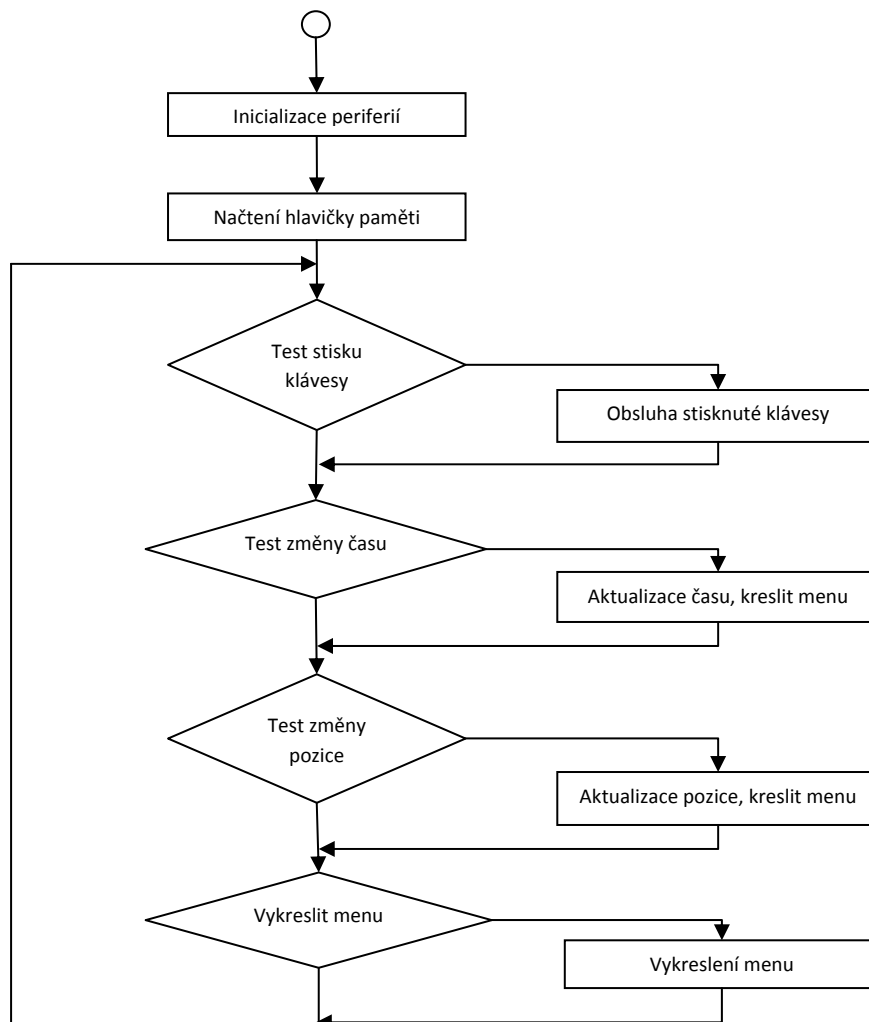
Grafický displej pracuje jako paralelní zařízení. Obsahuje paralelní sběrnici pro přenos dat nebo řídicích znaků a řadu řídicích signálů. Jestli jsou na paralelní sběrnici data nebo řídicí znak ovlivňuje signál C/D. Dalšími důležitými signály jsou READ a WRITE (oba aktivní v logické nule), určují, jestli se data na paralelní sběrnici zapisují do displeje nebo z něj čtou. Obě tyto operace jsou podmíněny signálem CE (aktivní v logické nule), který povoluje práci s displejem. Posledním řídicím signálem je signál RESET, který inicializuje řadič displeje. Displej umožňuje výběr zobrazovaného fontu (signál FS1) buď 8x6 nebo 8x8 bodů. Volbou připojení pinu na nulový potenciál jsem zvolil font 8x8, stejně jako výběr počtu sloupců na řádek (pin MD2, volba 40 sloupců). Proměnným rezistorem (trimrem), zapojeným jako dělič napětí, se reguluje kontrast displeje. Já použil pouze trimr o hodnotě 25k, což se ukázalo jako dostatečné, dokumentace doporučuje 20k. Regulace kontrastu není přes příliš citlivá, displej dobře čitelný přibližně v polovině rozsahu.



Obrázek 8 - schéma připojení grafického displeje

## 5 Softwarové řešení

Kapitola softwarové řešení detailně popíše všechny funkce zařízení a obsluhu okolních bloků mikrořadiče.



Obrázek 9 - Diagram hlavního programu

Hlavní program mikrořadiče se dělí na dvě části, první je inicializační a druhá, která je nekonečným cyklem, je výkonná. Struktura programu je dobře patrná z diagramu uvedeného na obrázku 9. Ostatní funkce jako příjem dat z GPS modulu, komunikace s počítačem zajišťují přerušení mikrořadiče.

Inicializace periférií, načtení hlavičky paměti a test stisku klávesy budou diskutovány níže.

Obsluha stisknuté klávesy zajistí aktualizaci příslušné proměnné, eventuálně přímo tento požadavek vykoná. Pro test změny času a pozice jsem vytvořil druhou strukturu, jako kopii načtených dat. Při změně některé z testovaných hodnot se daná hodnota aktualizuje a nastaví se příznak pro překreslení menu. Vykreslení menu se provádí po stisku klávesy nebo aktualizaci dříve uvedených položek.



## 5.1 Inicializace periférií

Inicializace periférií je základem úspěchu. Po startu se mohou obvody nacházet v nedefinovaném stavu. Je nutné jim nastavit požadované parametry jako rychlost, hodnoty vnitřní paměti a hlavně směr toku dat na pinech mikrořadiče.

### 5.1.1 Grafický displej

Piny, které používá grafický displej, je nutné nastavit jako výstupní a vzhledem k tomu, že všechny jsou aktivní v logické nule, inicializovat na hodnotu logická jedna.

V další fázi inicializace je nutné nastavit a vyčistit vnitřní paměť grafického displeje. Řadiči displeje je potřeba říct, na jaké adrese v paměti začíná grafická a textová oblast a jejich rozsah. Na konci samotné inicializace se nastaví zobrazovací mód displeje a kurzoru.

### 5.1.2 Sériová paměť

Inicializace sériové paměti spočívá jen v nastavení vnitřní periférie mikrořadiče, tedy povolení sběrnice I2C a nastavení rychlosti komunikace. Nastavení rychlosti se provádí podle vztahu uvedeného v dokumentaci k použité paměti. Já zvolil nižší z možných frekvencí, 100 kHz, tato hodnota by měla být dostačující.

### 5.1.3 Sériová linka 1 – hardwarová

V případě hardwarové sériové linky je inicializace podobná inicializaci sériové paměti. Příjem dat je zajištěn prostřednictvím přerušení mikrořadiče, toto přerušení je potřeba povolit. Poté se povolí i vysílání dat. Sériová linka je konfigurována jako 8 bitová, bez parity, s jedním stop bitem. Nastavená rychlost je 9600bps, hodnota nastavující tuto rychlost se vypočítá podle vztahu uvedeného v dokumentaci k mikrořadiči. Tato sériová linka se používá pro připojení počítače.

### 5.1.4 Sériová linka 2 – softwarová

Inicializace softwarové sériové linky je poněkud složitější. Tato linka využívá dvě přerušení mikrořadiče. Jedno vnější, pro rozpoznání start bitu, a druhé vnitřní, od časovače. Při inicializaci se předvypočítají hodnoty děličky časovače (hodnota pro půl bitu a hodnota pro celý bit – frekvenci mikrořadiče/přenosová rychlost) a nastaví se směr toku signálu na pinech mikrořadiče. Dále je potřeba nastavit vlastnosti vnějšího přerušení. Toto přerušení reaguje na spádovou hranu. Spádová hraná označuje začátek vysílaných dat, tedy start bit. Přerušení časovače zatím není potřeba nastavovat. Tato sériová linka má shodné parametry jako předešlá hardwarová, tj. 8 bitů dat, jeden stop bit, žádná parita a nastavená rychlost je 9600bps. Tato sériová linka slouží pro připojení GPS modulu, který tyto parametry vyžaduje.

### 5.1.5 Klávesnice

Inicializace klávesnice spočívá pouze v nastavení pinů mikrořadiče. Klávesnice ani její okolní obvody nastavení nevyžadují.

### 5.1.6 GPS modul

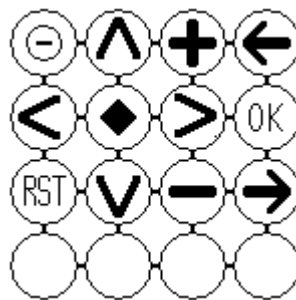
GPS modulu je nutné zapnout a po chvíli resetovat. Tím je jeho inicializace skončena. V tuto chvíli již modul chrlí přes sériovou linku věty NMEA 0183.

## 5.2 Obsluha klávesnice

Jak již bylo řečeno, maticové klávesnici je předřazen převodník. Teď bylo nutné navrhnout algoritmus vyhodnocování stisknuté klávesy.

Algoritmus je velice jednoduchý. Mikrořadič vyšle na vstup převodníku signál a testuje odezvu na výstupu převodníku.

1. Mikrořadič vyšle na vstup převodníku binární hodnotu 0. Převodník, z důvodu že se jedná o invertující obvod, tuto hodnotu interpretuje jako binární hodnotu 1110, což znamená, že vyšle kladný signál na pin druhého, třetího a čtvrtého sloupce. Přijme-li mikrořadič binární hodnotu 00, znamená to, že nebyla stisknuta klávesa v prvním sloupci. V jiném případě (hodnota 01, 10, 11) tuto hodnotu vrátí, což značí stisknutí klávesy v tomto sloupci.
2. V dalším testu mikrořadič vyšle binární hodnotu 1, po převodu signál 1101, a celý postup popsaný v bodě 1. se opakuje. Pouze při vyhodnocení stisku klávesy se k získané hodnotě přičte hodnota 3 (testují se pouze tři řádky klávesnice), to označuje druhý sloupec.
3. Dále mikrořadič vyšle binární hodnotu 2, po převodu 1011. K případné návratové hodnotě přičte hodnotu 6.
4. V posledním testu se opakuje, vyšle se hodnota 3. K případné návratové hodnotě se přičte hodnota 9. Není-li ani v tomto případě vyhodnocen stisk klávesy, návratová hodnota se rovná 0.



Obrázek 10 - Rozložení kláves

Význam jednotlivých kláves:

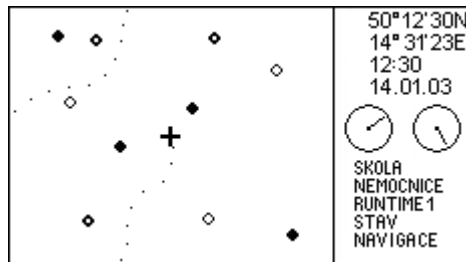
<	-	Posun mapy na danou stranu
+/-	-	Zvětšení/Zmenšení mapy
←→	-	Listování v menu
OK	-	Potvrzení v menu
◆	-	Uložení Runtime bodu
RST	-	Softwarový reset

## 5.3 Obsluha grafického displeje

Pro implementaci grafického displeje jsem použil externí knihovnu [9]. Jedná se kompletní knihovnu přímo napsanou pro řízení tohoto displeje (řadiče displeje). Knihovna přesně dodržuje komunikaci předepsanou výrobcem displeje v dokumentaci.

Displej je pomyslně rozdělen na dvě části:

- Grafickou – zobrazuje body a trasu
- Menu – zobrazuje základní navigační údaje, menu, stav zařízení a směr pohybu



Obrázek 11 - Rozvržení displeje

### 5.3.1 Základní funkce obsluhy displeje

Použitá knihovna nabízí základní funkce pro práci s displejem. Je rozdělena na dvě části, jádro a grafickou část. Jádro obsahuje základní funkce pro inicializaci displeje a elementární funkce. Mezi elementární funkce patří mazání displeje, zápis dat, definici vlastních znaků a přesun kurzoru na danou pozici. Grafická část slouží pro samotné vykreslování jednoduchých grafických obrazců (kruh, čára, obdélník).

### 5.3.2 Grafická část displeje

Grafická část zobrazuje nejdůležitější část zařízení, samotnou mapu a případnou trasu. Celá mapa je orientovaná na sever, přepnutí na orientaci podle směru není možné. Vzhledem k použitému mikrořadiči by byl přepočítání natočení mapy, vykreslení bodů, výpočet trasy příliš časově náročnou operací.

Všechny body se vykreslují stejně. Rozlišeny jsou grafickou značkou.

- Plné kolečko – bod mapy
- Silnější kroužek – waypoint
- Slabý kroužek – runtime bod

#### 5.3.2.1 Vykreslení bodů mapy, waypointů a runtime bodů

Zařízení periodicky dostává informace o aktuální pozici, které uchovává. Změní-li se aktuální pozice, je nutné mapu aktualizovat, jinak se mapa nepřekresluje. Aktualizace mapy je také časově náročná. Mapa se může skládat až z 500 bodů (200 bodů mapy, 200 waypointů, 100 runtime bodů). Body jsou uloženy uspořádaně podle zeměpisné délky vzestupně.

V prvním řadě se pomocí dělení intervalů vyhledá bod, jehož zeměpisná délka je nejbližší levému vykreslovanému kraji displeje. Je-li tento bod určen, začínají se postupně číst všechny následující body, dokud se nepřechte bod, jehož zeměpisná délka přesahuje pravý vykreslovaný kraj displeje. U všech přečtených bodů v tomto intervalu se testuje, zda spadají do vykreslovaného

intervalu zeměpisné šířky. Jinak řečeno, paměť je uspořádaná podle zeměpisné délky a při výskytu bodů se stejnou zeměpisnou délkou, ještě podle zeměpisné šířky. Důvodem je, že zeměpisná délka má dvojnásobný rozsah a bodů by se tím pádem mohlo vyskytovat více. Vyhledají se všechny body v pásu zeměpisné délky, pás mezi dvěma poledníky, a pak se body toho pásu postupně ořezávají shora a zdola. Tím se vyberou pouze body, které spadají do zobrazované plochy. Tento algoritmus se postupně aplikuje na body mapy, waypointy a runtime body.

### **5.3.2.2 Vykreslení trasy**

Zařízení je nastaveno tak, aby zobrazovalo vždy poslední zaznamenanou trasu, buď již ukončenou, nebo ještě zaznamenávanou. Algoritmus záznamu trasy bude popsán v kapitole 5.8 Funkce mikrořadiče. Trasa se vykresluje pomocí teček se zvoleným rozestupem. Mikrořadič při každém překreslení mapy prohledá všechny body poslední trasy odzadu, začne posledním zaznamenaným bodem. Postupně čte všechny body uložené trasy a vyhodnocuje, zda spadají do vykreslované oblasti displeje. Pokud ano, vykreslí je.

### **5.3.2.3 Vykreslení směru pohybu**

Pro určení směru pohybu jsem použil údaj GPS – kurz pohybu ve stupních. Úhel je určen vzhledem ke kladné poloose zeměpisné délky v rozsahu 0 až 359 stupňů. Směr je vykreslen čarou od středu kruhu ve směru pohybu. Kruh je orientován k severu.

### **5.3.2.4 Vykreslení směru k určenému waypointu**

Kurz je zobrazen obdobně jako kurz směru pohybu. Směr k určenému waypointu je orientován vzhledem k aktuálnímu kurzu, nikoli k severu, jako směr pohybu.

### **5.3.2.5 Vyznačení vybraného bodu**

V menu je možné určit bod, který bude na mapě vyznačen kroužkem okolo daného bodu. Možné je vyznačit body mapy, runtime body i waypointy, a to i současně. Zrušení označení vybraného bodu je možné také v menu.

V menu místa/runtime/waypointy se zobrazují všechny dostupné body, nalezením a potvrzením bodu se tento bod uloží spolu s indikací zaznamenaného bodu. Při vykreslení se zkontroluje, zda byl některý bod vybrán, v případě, že ano, bod se vykreslí.

### **5.3.2.6 Posun mapy**

Posun celé mapy je možný o čtvrt displeje na každou stranu. Při stisku příslušné klávesy posunu se nastaví příznak posunu. Posun se projeví okamžitě po překreslení mapy. Není použit žádný zvláštní algoritmus, pouze se při překreslení vezme v potaz posun a podle něj se vypočítají okraje displeje.

### **5.3.2.7 Přiblížení/oddálení mapy – zoom**

Zařízení dokáže zoomovat zobrazenou mapu. Body se zobrazují vždy stejně veliké. Rozsah zobrazení je v rozmezí 2 až 10km, počítáno vzhledem k zeměpisné šířce, s 2km kroky. Zeměpisná šířka je vždy konstantní, jedna minuta odpovídá přibližně 2km zemského povrchu. Rozsah zeměpisné délky se směrem k pólu zmenšuje. Ovšem v našich podmínkách (v České Republice) jedna minuta zeměpisné délky odpovídá také přibližně 2km. Stiskem příslušné klávesy se aktualizuje proměnná uchovávací předešlou hodnotu zoomu. Při překreslení mapy se tato hodnota přepočítá na poměrový koeficient a koeficient posunu okrajů displeje. Okraje displeje slouží pro výběr bodů z paměti. Poměrový koeficient slouží pro přepočítání zeměpisné délky a šířky na body displeje.

### 5.3.3 Část menu

Tato část displeje ukazuje základní navigační údaje:

- Zeměpisnou šířku
- Zeměpisnou délku
- Čas ve formátu UTC
- Datum

Ve spodní části se zobrazuje menu. Popis implementace menu je uveden v kapitole 5.7 Implementace a popis menu. Mezi menu a kurzory směru pohybu se zobrazují názvy vybraného bodu mapy, runtime bodu a waypointu.

## 5.4 Obsluha sériové paměti

Sériová paměť je organizována po jednotlivých bytech. Ke komunikaci jsem implementoval následující metody:

- `readI2C();`
- `writel2C();`

Jedná se o obecné metody, fungující na principu protokolu I2C. Vstupem každé z obou metod je:

- adresa zařízení na sběrnici I2C
- adresa, ze které se bude číst/na kterou se bude zapisovat
- znakově orientovaný buffer, který se má zapisovat/do kterého se mají ukládat čtená data
- počet čtených/zapisovaných bytů

Jak jsem uvedl, tyto metody jsou obecné, jedná se o nejnižší úroveň při komunikaci. Mikrořadič používá pro reprezentaci bodů mapy a cest struktury. Každá ze struktur má pro komunikaci s pamětí přesně stanovenou bytovou strukturu. Tyto struktury (jejich bytová reprezentace) se do paměti ukládají za sebou. Bylo tedy nutné vytvořit tzv. hlavičku paměti, která bude uchovávat počáteční adresy jednotlivých skupin struktur, počet struktur ve skupině a případně první volnou adresu pro uložení další struktury.

### 5.4.1 Struktura hlavičky paměti – MemoryHeader

Paměť má omezenou velikost (32kB). Bylo potřeba vymezit oblasti jednotlivých skupin. Původní záměr byl vytvořit skupiny s proměnnou velikostí, proměnným počtem struktur. Výhodou by bylo např. zvětšení prostoru pro uložení bodů trasy při menším počtu bodů mapy. Myšlenka to nebyla špatná, ale nastal by problém při aktualizaci paměti z počítačového programu. Např. při přidání jednoho bodu mapy by se musela aktualizovat celá paměť.

Další možnost by byla vytvořit spojové seznamy jednotlivých skupin. To by odstranilo problém přidání jednoho bodu mapy, ale každá struktura by musela znát minimálně adresu svého následníka. Tato informace by rozšířila velikost každé struktury o další dva byte. To by byl při velikosti paměti (32kB) a velikosti struktury (10B nebo 18B) velký luxus.

Já zvolil možnost vytvořit přesně definované oblasti pro uložení struktur. Každá skupina má pevně přidělenou počáteční adresu a maximální počet položek. Výhodou tohoto řešení je úspora paměti a možnost přidání bodu mapy bez aktualizace celé paměti. Naopak nevýhodou je omezený počet položek skupiny. Paměť je tedy organizována takto:

Druh struktury	Počáteční adresa	Maximální počet
Hlavička paměti	0x0000	1
Bod mapy	0x0032	200
Waypoint	0x0E12	200
Runtime bod	0x1C22	100
Bod trasy	0x235C	2350

Tabulka 6 - vymezené prostory v paměti

Význam jednotlivých struktur bude diskutován níže.

#### 5.4.2 Datová položka Bod – Point

Datovou položku Bod jsem využil hned pro tři druhy bodů:

- Bod mapy (MapPoint) – představuje pevně definovaná místa, města. Jednoduše reprezentuje mapu.
- Waypointy – jedná se o zvláštní body na mapě. Uživatel je většinou definuje pro každou cestu zvlášť. Jedná se o významné body zvolené trasy. Na rozdíl od bodů mapy, zařízení umožňuje navigaci k vybranému waypointu.
- Runtime body – toto jsou body, které uživatel zadává přímo v terénu, uloží aktuální pozici. Využití např. k označení zaparkovaného auta nebo uložení významného místa.

Každý bod je reprezentován zeměpisnou šířkou, angl. Latitude, zeměpisnou délkou, angl. Longitude, a identifikačním textem pro lepší orientaci. Tato datová položka zabírá 18B paměti.

#### 5.4.3 Datová položka Bod trasy – TrackPoint

Track point neboli bod trasy, je jednotlivá položka prošlé trasy. Každý tento bod zaznamenává nejen aktuální zeměpisnou šířku a délku, ale i nadmořskou výšku. Body jsou indexovány od hodnoty 1 vzestupně. Zařízení umožňuje uložení i více tras, přičemž každá trasa začíná bodem s indexem 1.

### 5.5 Komunikace s GPS modulem

Jak jsem již popisoval, GPS modul je připojen k mikrořadiči prostřednictvím sériové linky - softwarové. Ta slouží pro vysílání dat získaných z družic.

#### 5.5.1 Princip softwarové sériové linky

K její realizaci byl zvolen časovač a vnější přerušení, které reaguje na sestupnou hranu signálu na daném pinu.

Po inicializaci (popsáno výše) je povoleno vnější přerušení. Změní-li se hodnota na pinu z logické 1 na logickou 0, vyvolá se vnější přerušení. Změna signalizuje možný start bit. V obsluze přerušení se toto přerušení zakáže, nastaví se dělička časovače na půl bit a časovač se spustí.

Pak již následuje přerušení od časovače. Doba vzniku přerušení je přibližně rovna polovině intervalu jednoho bitu, přibližně 52μs. Obsluha přerušení zjistí, jedná-li se opravdu o start bit, hodnota musí být logická 0. Je-li tomu tak, vynuluje se proměnná příchozího znaku a čítač počtu

přijatých bitů a nastaví se hodnota děličky časovače na interval odpovídající intervalu jednoho bitu, přibližně 104μs.

Při dalším přerušení tohoto časovače se již přijímají jednotlivé bity posílaného znaku. Prvně se zkontroluje počet přijatých bitů. Je-li jejich hodnota rovna 9 (8 bitů znaku + 1 stop bit), znak je přijat celý a povede se příslušná akce. Obecně je lepší použít buffer přijatých znaků. Já zvolil přímo obsluhu přijatého znaku, protože příslušné metody trvají krátkou dobu. To je u přerušení důležité. Použitý mikrořadič neumožňuje vyvolat další přerušení v době běhu obsluhy jiného přerušení. Dále se při splnění uvedené podmínky zakáže přerušení časovače a naopak povolí vnější přerušení. Na konci obsluhy se přijatý bit uloží na nejvyšší bit proměnné příchozího znaku a inkrementuje se čítač počtu bitů.

### 5.5.2 Rozpoznání a uložení přijaté věty

Pro ukládání přijatých dat jsem vytvořil strukturu, která uchovává všechny důležité informace potřebné pro navigaci a některé doplňkové informace:

- Datum
- Čas
- Zeměpisnou délku
- Zeměpisnou šířku
- Nadmořskou výšku
- Počet satelitů
- Kvalitu signálu
- Rychlost
- Směr pohybu

Vzhledem k nedokonalému přijímači se dva poslední údaje (rychlost, směr) nezaznamenávají. Přijímač vykazuje nemalou rychlost i na jednom místě. Struktura obsahuje i bitovou identifikaci o platnosti jednotlivých údajů.

Pro rozpoznání jednotlivých údajů ve větě jsem použil konečný stavový automat. Použity jsou dvě ze čtyř vět poskytovaných modulem:

- Věta RMC – minimální informace pro navigaci – datum, čas, zeměpisná délka, zeměpisná šířka
- Věta GGA – rozšířené informace pro navigaci – počet satelitů, kvalita signálu, nadmořská výška

Konečný automat naplní výše uvedenou strukturu a nastaví identifikaci platnosti.

## 5.6 Komunikace s počítačem

Komunikace s počítačem se dělí na dvě části.

- Aktualizace paměti pomocí počítačového programu
- Přímé vysílání vět GPS

### 5.6.1 Aktualizace paměti

Aktualizace paměti je režim, který využívá komunikačního počítačového programu a vytvořeného protokolu (oboje bude popsáno v další kapitole). Počítač pomocí řídicích znaků přistupuje do externí paměti. Výhodou je, že jak paměť, tak i sériová komunikace je orientovaná po znacích. Není proto nutné transformovat přijatá, nebo vysílaná, data na dané struktury, ale využívá se přímý zápis přijatého bufferu do paměti. Při této komunikaci je aktivní pouze klávesnice, data GPS modulu nejsou přijímána a displej se neobnovuje.

### 5.6.2 Vysílání vět GPS

Požadavkem samozřejmě je, aby se zařízení dalo připojit k jinému, lépe softwarově vybavenému, zařízení. Nutností je, aby druhé zařízení podporovalo sériovou komunikaci. Může to být například notebook nebo PDA. Na trhu existuje mnoho komerčních programů, které umějí přijmout a zpracovat věty protokolu NMEA 0183. Toto řešení přináší výhodu větší paměti, lepší a přehlednější mapy. Naopak nevýhodou, hlavně notebooku, je velikost.

Princip této komunikace je jednoduchý. Každý znak přijatý od GPS modulu se okamžitě vysílá na sériovou linku. Přijatá věta se nijak neparsuje, displej se během této komunikace neaktualizuje, zařízení reaguje pouze na stisky kláves.

## 5.7 Implementace a popis menu

Menu jsem zvolil řádkové. Na displeji se objevuje vždy jedna položka a pomocí kláves (vlevo/vpravo) se v menu listuje vždy na jedné úrovni. Je strukturováno jako adresář. Potvrzení volby a vstup do nižšího/vyššího adresáře se provádí stiskem klávesy OK.

Základní struktura menu:

- Stav – volba stavu zařízení
  - GPS – klasická navigace, zobrazení na displeji
  - Připojit PC – stav pro aktualizaci paměti
  - GPS do PC – stav přeposílání vět GPS do druhého zařízení
- Místa – vyznačování míst v okolí aktuálního bodu
- Waypointy – výběr waypointu k navigaci
- Trasa – složka obsluhy záznamu trasy
  - Začni trasu – zahájí záznam nové trasy
  - Uzavři trasu – ukončí záznam aktuální trasy
  - Delta 50m – aktuální rozmezí mezi zaznamenanými body trasy
    - 50m – možnost rozsahu 50m
    - 100m – možnost rozsahu 100m
    - 200m – možnost rozsahu 200m
    - 500m – možnost rozsahu 500m
    - 1km – možnost rozsahu 1km
    - 5km – možnost rozsahu 5km
    - 10km – možnost rozsahu 10km
- Paměť – zobrazí základní funkce pro přístup k paměti a stav paměti
  - Maž trasy – smaže všechny trasy v paměti
  - Maž runtime – smaže všechny runtime body



- M 10/200 – podíl obsazeného místa bodů mapy
- W 10/200 – podíl obsazeného místa waypointů
- R 10/100 – podíl obsazeného místa runtime bodů
- T 10/2350 – podíl obsazeného místa bodů trasy
- GPS Info – zobrazuje veškeré dostupné informace z družic

Menu je nutné po spuštění inicializovat. Tím se vytvoří základní struktura bez dynamických dat. Základní strukturou je spojový seznam základního menu a na každou položku tohoto menu se naváže podmenu, další spojový seznam. Listování v menu zajišťuje spojový seznam. Dynamická data jsou svázána se vstupem do podmenu. Stiskem klávesy OK se vyvolá akce a data se aktualizují. Jelikož seznam bodů mapy a waypointů by byl příliš dlouhý a jeho velikost není předem známa (waypointů často i 200), jsou implementovány akce i při listování v menu. Při listování v menu bodů mapy nebo waypointů se data získávají přímo z paměti, nealokují datovou oblast mikrořadiče.

## 5.8 Funkce mikrořadiče

### 5.8.1 Záznam trasy

Záznam trasy není automatický, je nutné trasu začít volbou v menu Trasa → Zaci trasu. Tímto se uloží první bod trasy – aktuální pozice. Při každé změně zeměpisných údajů se kontroluje, zda aktuální pozice je mimo nebo v okolí předešlého uloženého bodu. Okolím se rozumí okruh o poloměru 40m, 100m, 200m, 500m, 1km, 5km nebo 10km. Volba poloměru je možná v menu pod položkou Trasa → Delta X → seznam hodnot. Symbol X znamená aktuální zvolenou hodnotu. Je-li aktuální pozice v okolí předešlého uloženého bodu, aktuální bod se neuloží, je-li mimo okolí, uloží se aktuální bod do paměti jako další bod trasy.

### 5.8.2 Uložení runtime bodu

Uložení runtime bodu se vyvolá stisknutím příslušné klávesy na klávesnici. Aktuální pozice se uloží do paměti jako další runtime bod. Ten je možné přečíst pomocí počítačového programu a případně zapsat do paměti jako bod mapy nebo waypoint.

## 6 Komunikační program

Požadavkem přenosné GPS navigace je možnost aktualizovat uložené mapy a zpětně ukládat data získaná v terénu. Komunikační program je určen ke komunikaci přenosného GPS zařízení a počítače. Program umožňuje:

- Načtení bodů mapy, waypointů, runtime bodů a tras ze zařízení do počítače
- Uložení bodů mapy a waypointů z počítače do zařízení
- Mazání bodů mapy, waypointů, runtime bodů a tras ze zařízení
- Načtení a ukládání načtených informací ve dvou formátech
  - Pro program OZI Explorer
  - Jednoduchý textový formát

Komunikace probíhá po sériové lince pomocí níže popsaného protokolu.

### 6.1 Návrh řešení

Úkolem bylo vytvořit takovou počítačovou aplikaci, která bude komunikovat s přenosným GPS zařízením.

### 6.2 Zvolený komunikační protokol

Navržený komunikační protokol je protokol s pozitivním potvrzováním. Používá navrženou sadu příkazů.

Příkaz	Kód	Význam
Acknowledge	0x01	Potvrzení
Read map	0x03	Žádost čtení bodů mapy
Write map	0x02	Příkaz zápisu bodů mapy
Read way	0x05	Žádost čtení waypointů
Write way	0x04	Příkaz zápisu waypointů
Read track	0x07	Žádost čtení uložených cest
Read header	0x09	Žádost čtení hlavičky paměti
Read runtime	0x0A	Žádost čtení runtime bodů
Delete map	0x0B	Žádost o smazání bodů mapy
Delete way	0x0C	Žádost o smazání waypointů
Delete runtime	0x0D	Žádost o smazání runtime bodů
Delete tracks	0x0E	Žádost o smazání tras
Next	0x0F	Informace o posílání dalších dat
End	0x10	Informace o posledních datech

Tabulka 7 - Příkazy navrženého protokolu

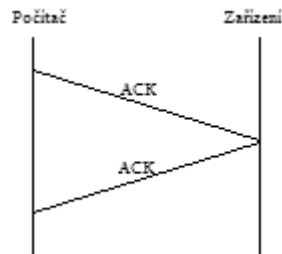
Komunikace je iniciována počítačem, zařízení resp. mikrořadič vyřizuje pouze požadavky počítače. Rozlišují se tři druhy komunikace a jeden testovací:

- Žádost o čtení dat
- Žádost o smazání dat
- Příkaz zápisu dat

Navázání spojení spočívá jen ve vyslání testovacího signálu. Ukončení spojení se neprovádí (neoznamuje).

### 6.2.1 Test spojení

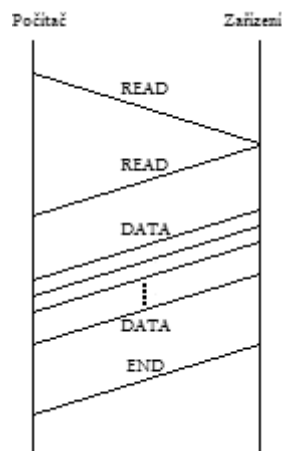
Jedná se pouze o vyslání příkazu Acknowledge. Počítač tedy vyšle příkaz Acknowledge a mikrořadič, je-li správně připojen, vyšle potvrzení o přijmutí příkazu, tedy také příkaz Acknowledge. Přijme-li počítač jiný znak (příkaz), jedná se o chybu spojení.



Obrázek 12 - Test spojení

### 6.2.2 Čtení dat

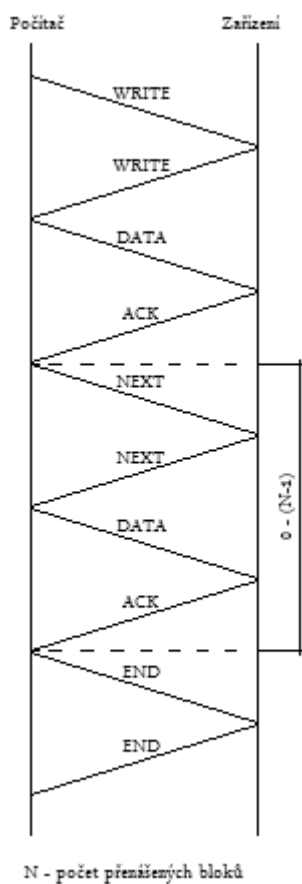
Čtení dat ze zařízení probíhá skupinově. Počítač vyšle příkaz žádosti o čtení. Mikrořadič tento příkaz zopakuje a začne posílat data. Obě zařízení znají počet přenášených dat. Přenesli-li se daný počet dat, mikrořadič pošle příkaz END. Když počítač přijme daný počet dat a nakonec příkaz END, přenos byl úspěšný, v jiném případě nastala chyba.



Obrázek 13 - Čtení dat

### 6.2.3 Zápis dat

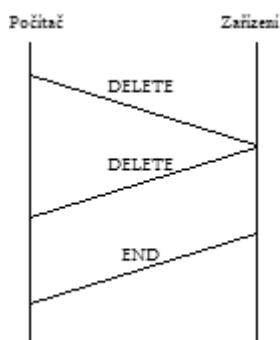
Zápis dat do paměti zařízení probíhá také skupinově. Počítač vyšle příkaz zápisu. Mikrořadič příkaz přijme a odpoví stejným příkazem. Počítač přijme potvrzení příkazu a pošle jeden blok dat. Mikrořadič po zpracování odpoví příkazem ACK. Komunikace může pokračovat dvěma způsoby. Buď byl poslán poslední blok dat, v tom případě počítač pošle příkaz END a čeká na stejnou odpověď, nebo bude následovat další blok dat, v tom případě počítač pošle příkaz NEXT a čeká na odpověď NEXT a opakuje se děj od vyslání bloku dat.



Obrázek 14 - Zápis dat

## 6.2.4 Mazání dat

V případě mazání počítač pošle příkaz Smaž, mikrořadič tento příkaz přepošle zpět a po vymazání daných dat pošle příkaz END.



Obrázek 15 - Mazání dat

## 6.3 Řešení

Komunikační program je naprogramován v jazyce Java 1.5 s použitím externí knihovny pro přístup k sériové lince v prostředí Windows. Program nabízí základní funkce pro práci s přenosným GPS zařízením. Mezi tyto funkce patří:

- Zápis, čtení a mazání bodů mapy a waypointů
- Čtení prošlých tras a runtime bodů
- Načtení a uložení dat pro navigaci ve formátu OZI a text

Program je rozdělen na tři části:

- V levé horní části je okno pro zobrazení a zápis bodů mapy a souborů OZI
- V pravé horní části jsou v záložkách uvedena data načtená ze zařízení
- Ve spodní části je okno, kde se vypisují informační a chybové hlášky

Kapitola popíše jednotlivé funkce programu a jednoduchý uživatelský manuál.

### 6.3.1 Připojení zařízení

Po spuštění programu je v menu nutné nastavit správný sériový port. Poté již stačí stisknout tlačítko Připojit. Program vyšle příkaz ACK. Pošle-li zařízení stejný příkaz zpět, je zařízení připojeno k počítači. Po připojení se synchronizuje hlavička paměti zařízení s počítačem. To je důležité pro pozdější čtení dat.

### 6.3.2 Čtení hlavičky paměti

Pro přečtení hlavičky vyšle počítač příkaz READ HEADER. Zařízení mu podle uvedeného protokolu pošle data hlavičky, která se uloží do počítače a zobrazí v příslušné záložce.

### 6.3.3 Zápis bodů mapy a waypointů

Zápis bodů mapy a waypointů je téměř stejný, pouze se zapisuje na jinou adresu v paměti. Pro přidání nových bodů je nutné nejprve načíst body již uložené v paměti zařízení. Poté načíst data ze souboru nebo ručně zapsat a v menu zvolit přidat body mapy nebo waypointy. Tím se aktualizuje seznam bodů v paměti počítače, vše je vidět v příslušné záložce. V tuto chvíli jsou data pouze

v počítači. Pro zapsání do zařízení je potřeba v menu zvolit tlačítko zapsat body mapy nebo zapsat waypointy. Tím se aktualizují data v zařízení.

#### 6.3.4 Čtení bodů mapy, waypointů a runtime bodů

Čtení bodů mapy, waypointů a runtime bodů probíhá také podle uvedeného protokolu. Počítač vyšle příkaz READ příslušných položek. V paměti má aktuální počty položek v paměti zařízení. Podle těchto hodnot načítá daný počet dat a ukládá je do mapy v paměti. Načtená data se zobrazí v příslušné záložce.

#### 6.3.5 Čtení tras

Čtení tras probíhá také podle uvedeného protokolu. Počítač vyšle příkaz READ TRACK. V paměti má aktuální počet tras v paměti zařízení. Podle této hodnoty načítá data a ukládá je do mapy v paměti. Každá trasa je uložena ve zvláštní mapě a všechny tyto mapy jsou společně uloženy v jedné mapě tras. Každá nová trasa začíná hodnotou indexu 1, tím se jednotlivé trasy oddělují. Načtené trasy se zobrazí v příslušné záložce.

#### 6.3.6 Mazání bodů mapy, waypointů, runtime bodů a tras

Mazání vybraných dat z paměti zařízení, jak ukazuje protokol, spočívá ve vyslání příkazu DELETE daných položek. O ostatní se stará zařízení samo. Nakonec jen potvrdí dokončení příkazu. V počítači se jen aktualizuje proměnná s uloženou hlavičkou paměti a vymaže se mapa příslušných položek. Vše se projeví v příslušných záložkách.

#### 6.3.7 Textový formát

Pro ukládání a načítání textových informací je přesně předepsaný formát. Nejdůležitější je formát bodů mapy a waypointů, ten je totožný.

Formát bodů mapy a waypointů:

50°5'37.46"N,14°32'33.99"E,skola

50°5'37.46"N – severní šířky, **formát: D°D'F"Y**

14°32'33.99"E – východní délky, **formát: D°D'F"Y**

skola – název bodu, maximální délka je 11 znaků

kde:

- D – celé číslo
- F – celé nebo desetinné číslo
- Y – zeměpisná šířka (N – sever nebo S - jih)/délka (W - západ nebo E - východ)

V tomto formátu se body ukládají i načítají. V tomto formátu je možné data i přímo zapisovat do příslušného okna. Tyto body je možné uložit do paměti zařízení. Jednotlivé body jsou odděleny enterem.

Formát tras je jen informativního charakteru. Trasy není možné ukládat do paměti zařízení, jen je číst. Tento formát zatím není počítačově využitelný, je pouze lépe čitelný než formát OZI.

Formát tras:

1, 50°5'37.46"N,14°32'33.99"E,257

1 – index bodu

50°5'37.46"N - severní šířky

14°32'33.99"E – východní délky

257 – nadmořská výška v metrech

Jednotlivé body jsou odděleny enterem, jednotlivé trasy jsou nadepsány textem Track a následuje index trasy.

### 6.3.8 Formát programu OZI Explorer

Program OZI Explorer je software pro kalibraci map, vytváření dat pro GPS zařízení a přímé připojení GPS zařízení. Sestavené GPS zařízení posílá data ve formátu NMEA 0183, který tento program umí zpracovat. Přímé uložení mapy a waypointů ale neumožňuje, formáty dat jsou rozdílné. Program je pro komerční účely nutné zakoupit, pro osobní využití výrobce nabízí funkčně omezenou verzi.

Použití tohoto formátu je pouze experimentální. Výrobce nabízí OZI API, které je využitelné pro čtení souborů vytvořených tímto programem. Knihovna a příklady jsou vytvořeny pro Visual C++ a Visual Basic. Vzhledem k využitelnosti dat ze souborů vytvořených programem OZI Explorer jsem použil vlastní jednoduchý překladač. Body mapy lze ukládat pouze do již existující souboru mapy programu OZI Explorer. Waypointy i trasy se ukládají v textovém formátu, který program OZI Explorer podporuje a dokáže importovat. Každá trasa se ukládá do zvláštního souboru, program umožňuje zobrazit pouze jednu trasu.

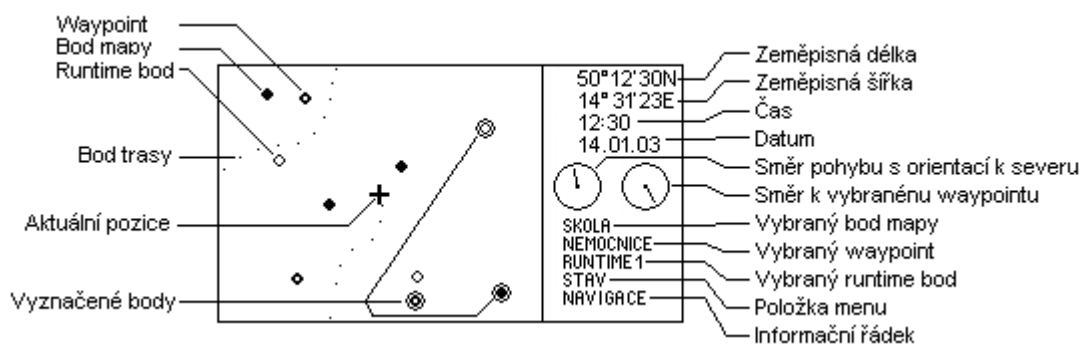
## 7 Uživatelský manuál

### 7.1 Napájení přístroje

Přístroj je napájen ze 2 akumulátorů typu AA. Umožňuje připojení i jiného externího zdroje s následujícími parametry: napětí v rozsahu 2.4V – 3V s minimálním odběrem 300mA. Výdrž přístroje při použití akumulátorů typu AA o kapacitě 2500mAh je přibližně 10h.

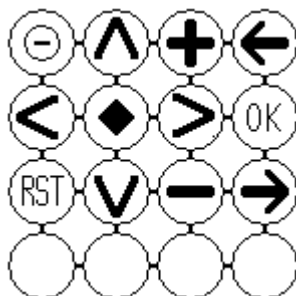
### 7.2 Obsluha přístroje

Pro zobrazení informací a mapy slouží grafický displej.



Obrázek 16 - Popis displeje přístroje

K ovládání slouží připojená klávesnice.



Význam jednotlivých kláves:

- < - Posun mapy na danou stranu
- +/- - Zvětšení/Zmenšení mapy
- ←→ - Listování v menu
- OK - Potvrzení v menu
- ◆ - Uložení Runtime bodu
- RST - Softwarový reset



Po zapnutí zařízení se začne kalibrovat GPS modul. Tato kalibrace trvá přibližně 1 minutu. Ihned po zapnutí jsou všechny funkce dostupné.

### 7.3 Připojení počítače nebo PDA

Pro připojení zařízení k počítači nebo PDA slouží port sériové linky. Sériová linka je nastavena s parametry 9600baud, 8bitů, bez parity. Komunikaci je nutné zapnout, položka v menu Stav:

- Připojit PC – zařízení je připraveno pro komunikaci s počítačovým programem
- GPS do PC – zařízení vysílá do počítače věty protokolu NMEA 0183

#### 7.3.1 Počítačový program

Počítačový program je jednoduchá aplikace pro aktualizaci paměti. Jednoduché grafické rozhraní usnadňuje ovládání programu.

Program je rozdělen na 3 okna:

- Okno pro zápis pozic
- Okno s načtenými hodnotami
- Stavové okno

##### 7.3.1.1 Připojení zařízení

Po přepnutí stavu zařízení na Připojit PC, stačí propojit zařízení s počítačem přes sériovou linku a v počítačovém programu stisknout tlačítko Připojit, dostupné i v menu Obecné → Připojit. Ve stavovém okně je vidět, zda se propojení podařilo. Po propojení jsou přístupné všechny funkce ke komunikaci se zařízením, menu GPS zařízení.

##### 7.3.1.2 Okno pro zápis pozic

Okno je umístěno na levé straně v horní polovině okna aplikace. Umožňuje zápis hodnot ve dvou základních formátech (budou popsány níže). Do tohoto okna je možné data i načíst, volba v menu OZI interface/Text interface → Načíst soubor.

Po zapsání/načtení hodnot do okna je nutné jednotlivé body uložit do aplikace, volba v menu OZI Interface/Text interface → Přidat body mapy/Přidat waypointy. Touto volbou se body uloží do paměti aplikace a je možné je zapsat do zařízení. Zápis do zařízení se provede volbou GPS zařízení → Zapiš mapu/Zapiš waypointy.

##### 7.3.1.3 Okno s načtenými hodnotami

Okno obsahuje 5 záložek

- Paměť – shrnuté informace o paměti zařízení – aktuální hned po připojení
- Mapa – jednotlivé uložené body mapy – aktuální po načtení mapy, menu GPS zařízení → Načti mapu
- Waypointy - jednotlivé uložené waypointy – aktuální po načtení waypointů, menu GPS zařízení → Načti waypointy
- Runtime body - jednotlivé uložené runtime body – aktuální po načtení runtime bodů, menu GPS zařízení → Načti runtime body
- Cesta – jednotlivé cesty a jejich body – aktuální po načtení tras, menu GPS zařízení → Načti cesty.

#### 7.3.1.4 Stavové okno

Zobrazuje všechny informace o činnosti zařízení i programu.

#### 7.3.1.5 Textový formát

Pro ukládání a načítání textových informací je přesně předepsaný formát. Nejdůležitější je formát bodů mapy a waypointů, ten je totožný.

Formát bodů mapy a waypointů:

50°5'37.46"N,14°32'33.99"E,skola

50°5'37.46"N – severní šířky, **formát: D°D'F"Y**

14°32'33.99"E – východní délky, **formát: D°D'F"Y**

skola – název bodu, maximální délka je 11 znaků

kde:

- D – celé číslo
- F – celé nebo desetinné číslo
- Y – zeměpisná šířka (N – sever nebo S - jih)/délka (W - západ nebo E - východ)

V tomto formátu se body ukládají i načítají. V tomto formátu je možné data i přímo zapisovat do příslušného okna. Tyto body je možné uložit do paměti zařízení. Jednotlivé body jsou odděleny enterem.

Formát tras je jen informativního charakteru. Trasy není možné ukládat do paměti zařízení, jen je číst. Tento formát zatím není počítačově využitelný, je pouze lépe čitelný než formát OZI.

Formát tras:

1, 50°5'37.46"N,14°32'33.99"E,257

1 – index bodu

50°5'37.46"N - severní šířky

14°32'33.99"E – východní délky

257 – nadmořská výška v metrech

Jednotlivé body jsou odděleny enterem, jednotlivé trasy jsou nadepsány textem Track a následuje index trasy.

#### 7.3.1.6 Formát programu OZI Explorer

Jedná se o standardní formát programu OZI Explorer. Podporován je import mapy (body mapy) a import waypointů. Exportovat je možné body mapy, waypointy a prošlé trasy.

## 8 Zhodnocení

### 8.1 Chyby v návrhu

Během implementace jsem narazil na několik chyb v návrhu.

První chyby jsem objevil už při osazování desky plošného spoje. Nezapojené napájení obvodů převodníku klávesnice a opačně polarizovaná anténa GPS modulu. Tyto chyby jsem vyřešil propojením na spodní straně desky. Další chybou bylo otočení konektoru sériové linky. Konektor jsem umístil zespodu desky a zbylé, špatně zapojené, vývody jsem opravil opět propojku. Vývody napájecího konektoru byly navrženy pro jiný typ konektoru.

Další chyby jsem zjistil až při samotné implementaci. Mikrořadič se po připojení napájení neresetovat. Toto jsem již komentoval u popisu zapojení mikrořadiče, chybějící propojení napájecího napětí přes rezistor o hodnotě 10k na resetovací vývod mikrořadiče. Velmi podstatnou chybou bylo opomenutí tahacích rezistorů na datový a hodinový vývod sériové paměti. Paměť nebylo vůbec možné používat.

Poslední chybou v návrhu bylo špatné zapojení trimru pro volbu kontrastu. Trimr byl původně zapojen mezi vývody V0 a +5V s proměnným vývodem na pin Vee. Displej sice bylo možné ovládat, ale jeho spotřeba razantně vzrostla, přímo z baterie byla spotřeba o 100mA vyšší.

Všechny uvedené chyby jsem zdárně a podle možností vyřešil. Většina z nich byla způsobena nezkušeností, zblýlé nepozorností.

### 8.2 Testování

Srovnávací testy jsem provedl přímo v terénu. Navigace dobře reaguje na změnu polohy – při pěší túře i v automobilu. Horší reakce jsem zaznamenal v letadle, kde byla možná přímá kontrola s komerčně vyráběnou navigací. Nepřesnost byla s největší pravděpodobností způsobena rychlostí pohybu a možná i vyšším přechodným přetížením (okolo 6g).

Odchylku jsem zaznamenal při určení kurzu pohybu. Reakce na změnu pohybu není příliš rychlá a přesná, obzvláště v lese nebo v okolí husté zástavby.

Tyto chyby by možná vyřešilo zapojení novějšího a přesnějšího GPS modulu.

### 8.3 Dosažené cíle

Cílem této bakalářské práce bylo využití modulu ORCAM 20 k sestavení navigace. Navigace měla být podobná komerčně vyráběným navigacím. Tento cíl byl splněn, samozřejmě s ohledem na dostupné prostředky.

Limitující byl především zvolený mikrořadič (max.16MHz), omezený výpočetní výkon. Komerčně vyráběné navigace používají procesory o frekvenci 300MHz a více. Složitější výpočetní operace nebylo možné implementovat, mezi ně patří především operace dělení. Vzhledem k této skutečnosti nebylo možné implementovat zobrazení mapy s orientací vzhledem ke směru pohybu, což je nemalá nevýhoda. U komerčních produktů jsou dostupné oba módy, orientace mapy na sever i orientace ve směru pohybu.

Další standardní funkce jako záznam trasy, navigace k určenému bodu, zoom nebo posun mapy byly implementovány.

## 9 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo prostudovat dostupné navigace na trhu. Této problematice se věnuje kapitola 2.

Další kapitoly se věnují samotnému návrhu a řešení jednoduché GPS navigace. Výsledkem je jednoduchá fungující GPS navigace. Navigace zobrazuje aktuální pozici, uložené body v okolí aktuální pozice a záznam trasy. Dalšími funkcemi jsou zvětšení zorného pole (zoom) a posun mapy na každou stranu, které patří k základním funkcím standardní GPS navigace.

Navíc oproti zadání zařízení umožňuje navigaci k vybranému waypointu.

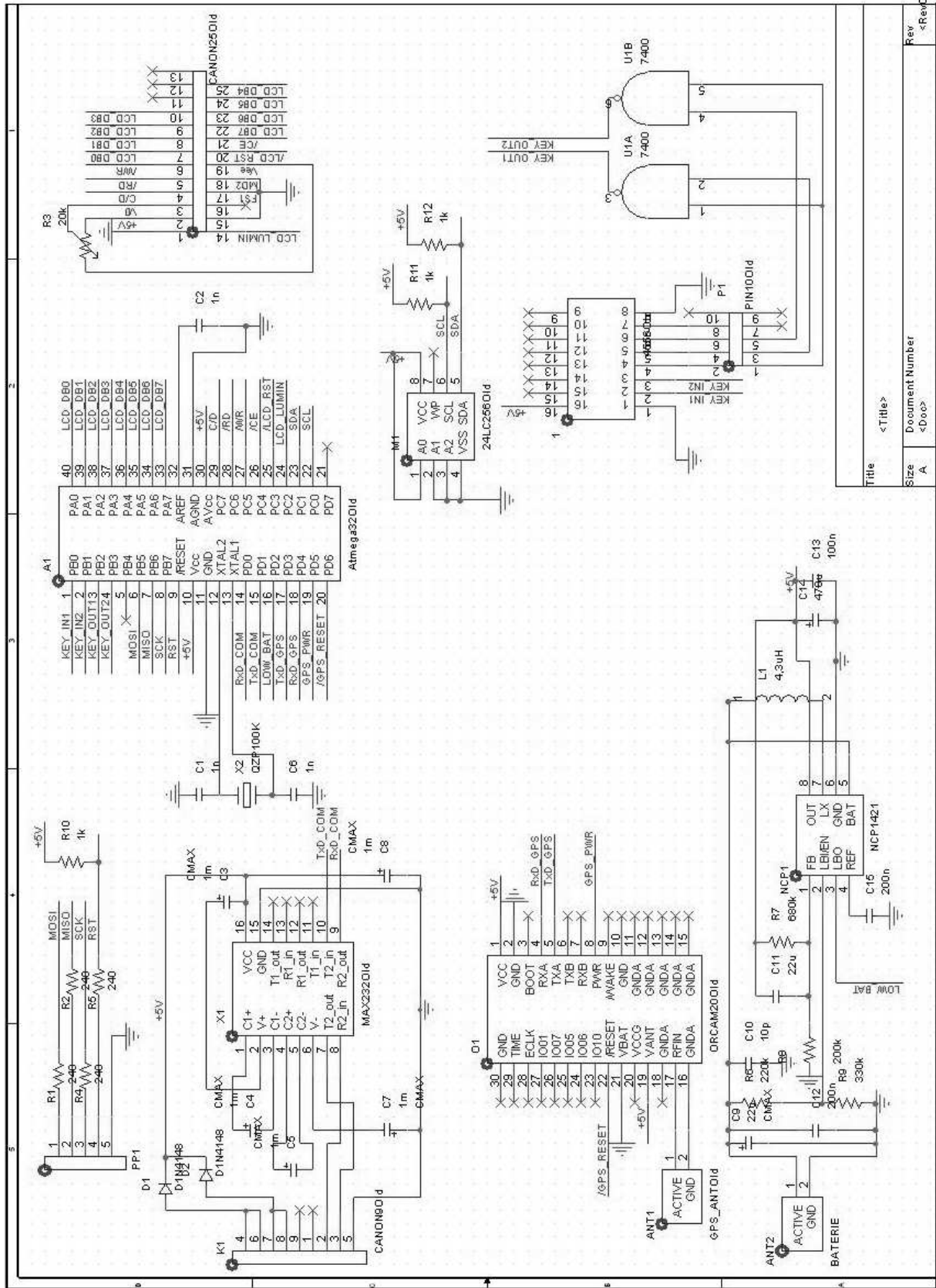
Zařízení komunikuje s vytvořeným počítačovým programem, který je součástí této práce. Program slouží pro aktualizaci dat v paměti zařízení (body mapy, runtime body, waypointy a prošlé trasy).

Navigace je možné připojit k počítači nebo PDA. Zařízení posílá do připojeného počítače věty NMEA 0183.

V příloze je kompletní schéma vyrobené navigace. Přiložené CD obsahuje program pro mikrořadič firmy Atmel, elektronickou podobu této práce, schéma zařízení, fotodokumentaci výsledného zařízení, zdrojové kódy počítačového programu a soubor se strukturou a popisem obsahu CD.

## 10 Seznam použitých zdrojů

- [1] ATmega32, [http://www.atmel.com/dyn/resources/prod\\_documents/doc2503.pdf](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2503.pdf)
- [2] PG240128WRF, <http://www.hw.cz/pdf/PG240128WRF-ATA-H-L1-SA.pdf>
- [3] NCP1421, <http://www.onsemi.com/pub/Collateral/NCP1421-D.PDF>
- [4] 24LC256, <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/21203N.pdf>
- [5] Protokol I2C, [http://www.robot-electronics.co.uk/htm/using\\_the\\_i2c\\_bus.htm](http://www.robot-electronics.co.uk/htm/using_the_i2c_bus.htm)
- [6] Orcam 20, v současnosti dostupný jeho nástupce  
<http://www.orcam.eu/GPS25OEMGPSreceiver.htm>
- [7] Asociace NMEA, <http://www.nmea.org/>
- [8] Protokol NMEA 0183, <http://www.abclinuxu.cz/serialy/gps-a-komunikacni-protokol-nmea>
- [9] Knihovna pro LCD s řadičem T6963C, <http://en.radzio.dxp.pl/t6963/>



Title	<Title>
Size	A
Document Number	<Doc>
Rev	<RevCode>