

VYSOKÉ UCENÍ TECHNICKÉ V BRNE

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKACNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV RADIOELEKTRONIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF RADIO ELECTRONICS

ALFANUMERICKÁ EXTERNÍ BEZDRÁTOVÁ ZOBRAZOVACÍ
JEDNOTKA K PC

BAKALÁRSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

VÍTEZSLAV VEVERKA

BRNO 2011



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV RADIOELEKTRONIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF RADIO ELECTRONICS

ALFANUMERICKÁ EXTERNÍ BEZDRÁTOVÁ ZOBRAZOVACÍ JEDNOTKA K PC

ALPHANUMERICAL EXTERNAL WIRELESS DISPLAY DEVICE FOR PC

SEMESTRÁLNÍ PRÁCE
SEMESTRAL THESIS

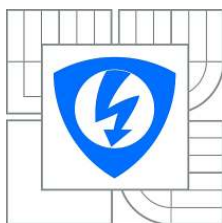
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

VÍTĚZSLAV VEVERKA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JAN BENEŠ

BRNO 2011



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNE

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav radioelektroniky

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor

Elektronika a sdělovací technika

Student: Vítězslav Veverka

Ročník: 3

ID: 115185

Akademický rok: 2010/2011

NÁZEV TÉMATU:

Alfanumerická externí bezdrátová zobrazovací jednotka k PC

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Prostudujte možnosti dnes dostupných externích zobrazovacích jednotek připojitelných k PC. Navrhnete vlastní řešení s důrazem na jednoduchost a účelnost. Požadovaný dosah přenosu je několik metrů a připojení k PC pomocí USB.

Realizujte navrženou externí jednotku a proveďte praktické testy.

DOPORUCENÁ LITERATURA:

[1] HARBAUM, T. Lcd2Usb [online]. Karlsruhe, 2010. Dostupné na [www:
http://www.harbaum.org/till/lcd2usb/index.shtml](http://www.harbaum.org/till/lcd2usb/index.shtml)

[2] STREEFLAND, D. UsbTiny [online]. Amersfoort, 2010. Dostupné na [www:
http://www.xs4all.nl/~dicks/avr/usbtiny/](http://www.xs4all.nl/~dicks/avr/usbtiny/)

Termín zadání: 7.2.2011

Termín odevzdání: 27.5.2011

Vedoucí práce: Ing. Jan Beneš

prof. Dr. Ing. Zbynek Raida

předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor semestrální práce nesmí při vytváření semestrální práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následku porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

Abstrakt

V rámci této práce byl vytvořen základní popis a teoretický návrh Alfanumerické externí bezdrátové jednotky připojitelné k PC pomocí USB. Tato práce obsahuje základní popis několika alfanumerických zobrazovacích jednotek připojitelných k PC, popis hlavních použitých obvodů a součástek, základní parametry vysokofrekvenčních modulů a bezdrátového přenosu. Na základě teoretických studií jsou popsány možnosti návrhu celé Alfanumerické externí bezdrátové zobrazovací jednotky a zdůvodnění vybraných variant. Dále vytvoření schémat zapojení a desky plošných spojů.

Výsledkem práce je funkční prototyp zařízení včetně softwarového vybavení pro řídicí mikroprocesory a počítač. Ověření funkčnosti a využitelnosti je součástí řešení.

Klíčová slova

Mikrokontrolér, vysokofrekvenční modul, displej,

Abstract

In this work was created the basic description and theoretical design of alphanumeric extern wireless module which could be connected to PC by the USB. This work includes the basic description of some alphanumeric visual modules connectable to PC, the charecterization of general used electrical networks and components, the basic parameters of high frequency modules and wireless transmision. On the basis of theoretical studies are described the oppotrunities of the project of complete alphanumeric extern wireless display and reasons of selected options.

Next the creation of circuit diagrams and printed circuit boards. The result of this work is a functional prototype of the equipment including software for microprocessors and computer control. Verification of functionality and usability is part of the project.

Keywords

Microcontroller, high frequency modules, display,

VEVERKA, V. Alfanumerická externí bezdrátová zobrazovací jednotka k PC. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2011. 48s. Vedoucí semestrální práce Ing. Jan Beneš.

Prohlášení

Jako autor bakalářské práce na téma Alfanumerická externí bezdrátová zobrazovací jednotka k PC dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně dne 27. května 2011

.....
podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Janu Benešovi za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce.

V Brně dne 27. května 2011

.....
podpis autora

OBSAH

ÚVOD	11
1. ZÁKLADNÍ FUNKCE INFORMAČNÍCH DISPLEJŮ	12
1.1. Základní popis informačních jednotek	12
1.2. Dnes dostupné zobrazovací jednotky k PC	13
1.3. Základní rozdělení displejů	15
1.4. Výběr displeje	16
1.5. Komunikace s LCD displeje s mikrokontrolérem	16
2. MIKROKONTROLÉRY ATMEL AVR	18
2.1. Obecný popis	18
2.2. Způsoby programování mikrokontrolérů AVR	19
2.2.1. Paralelní programování	19
2.2.2. Sériové programování	19
2.4. Volba mikrokontroléru pro vysílací část	20
2.5. Volba mikrokontroléru pro přijímací část	21
2.6. Souhrn kapitoly	21
3. BEZDRÁTOVÁ KOMUNIKACE	22
3.1. Možnosti bezlicenčních kmitočtových pásem	22
3.2. Zvolené pásmo	22
3.3. Vysokofrekvenční modul 868MHz – vysílač	23
3.4. Vysokofrekvenční modul 868MHz – přijímač	24
4. NÁVRH VYSÍLACÍ ČÁSTI	25
4.1. USB port	25
4.2. Převodník a kódovací obvod	25
4.3. Vysokofrekvenční modul 868MHz – vysílač	26
4.4. Popis schématu	26
4.5. Deska plošných spojů vysílací části	28
4.5.1. Vývojová verze plošného spoje	28
5. NÁVRH PŘIJÍMACÍ ČÁSTI	30
5.1. Vysokofrekvenční modul 868MHz – přijímač	30
5.2. Dekódovací obvod	30
5.3. Displej zobrazovací jednotky	31
5.4. Napájení	31
5.4.1. Teoretická spotřeba	31
5.4.2. Skutečná spotřeba	32
5.4.2. Snižování spotřeby	32
5.5. Popis schématu	33
5.6. Deska plošných spojů vysílací části	35
6. ŘÍDÍCÍ SOFTWARE	37
7. PRAKTICKÉ TESTY	39
7.1. Rozbor chyb	39
7.2. Dosah bezdrátové komunikace	39
7.3. Výdrž baterie	40
ZÁVĚR	42
ZDROJE INFORMACÍ	43
SEZNAM ZKRATEK	46

SEZNAM OBRÁZKŮ

obrázek 1.2 LCD displej Alphacool v hliníkovém panelu 5,25".....	13
obrázek 2.1 Mikrokontrolér ATMEGA8A-PU.....	14
obrázek 2.2 Zapojení mikrokontroléru při paralelním programování.....	15
obrázek 2.3 Zapojení mikrokontroléru při sériovém programování.....	15
obrázek 4.1 Blokové schéma vysílací části.....	24
obrázek 4.2 Blokové schéma konkrétního návrhu vysílací části.....	24
obrázek 4.3 Blokové schéma konečného návrhu vysílací části.....	25
obrázek 4.4 Schéma vysílací části zobrazovací jednotky.....	26
obrázek 4.5 Návrh plošného spoje pro vyhotovení desky plošných spojů.....	27
obrázek 4.6 Návrh plošného spoje pro osazení vyhotoveného prototypu.....	27
obrázek 4.7 Spodní vrstva ze součástkami a cestami.....	28
obrázek 4.8 Horní vrstva ze součástkami a cestami.....	28
obrázek 4.9 Všechny součástky.....	28
obrázek 4.10 Obě vrstvy a součástky v jednom pohledu.....	28
obrázek 5.1 Blokové schéma přijímací části.....	29
obrázek 5.2 Blokové schéma konečného návrhu přijímací části.....	30
obrázek 5.3 Schéma přijímací části zobrazovací jednotky.....	33
obrázek 5.4 Návrh plošného spoje pro vyhotovení desky plošných spojů.....	34
obrázek 5.5 Návrh plošného spoje pro osazení vyhotoveného prototypu.....	35
obrázek 6.2 Vývojový diagram softwaru vysílací části	36
obrázek 6.2 Vývojový diagram softwaru přijímací části.....	37

SEZNAM TABULEK

tabulka 1.1	Obvyklé zobrazované údaje zobrazovací jednotkou.....	11
tabulka 1.5	LCD displej ATM1602B.....	16
tabulka 2.1	Parametry ATMEGA 8A-AU.....	19
tabulka 2.2	Parametry ATMEGA 8A-PU.....	20
tabulka 3.3	Vysokofrekvenčního modul 868MHz – vysílač.....	22
tabulka 3.4	Vysokofrekvenčního modul 868MHz – přijímač.....	23
tabulka 6.4	Tabulka spotřeby.....	33
tabulka 6.4	Tabulka skutečné spotřeby.....	34
tabulka 7.3	Tabulka napětí baterie.....	39

ÚVOD

Tato práce pojednává o teoretickém návrhu a následném zhotovení prototypu externí bezdrátové zobrazovací jednotky připojitelné k PC pomocí USB portu. Ovládání bude zajišťovat přídatný software na PC. Funkčnost bude zaručena na několik metrů. Komunikace jednotky bude probíhat na bezdrátovém bezlicenčním pásmu 868 Mhz.

Jednotku můžeme rozdělit na dvě základní části. Na vysílací část a přijímací část.

Vysílací část bezdrátové jednotky se bude skládat z převodníku, kódovacích obvodů pro vhodné zpracování signálu a vysokofrekvenčního vysílacího obvodu. Napájená a ovládána bude přímo z USB portu.

Přijímací část bezdrátové jednotky se bude skládat z vysokofrekvenčního přijímacího obvodu, dekódovacích obvodů a displeje. Napájení bude realizováno vhodně zvoleným akumulátorem a stabilizátorem napětí.

V první kapitole je popis základních funkcí informačních displejů a dnes dostupné externí zobrazovací jednotky. Druhá kapitola popisuje mikrokontrolery, jejich všeobecný popis a možnosti programování. Dále obsahuje parametry zvolených mikrokontrolerů. Ve třetí kapitole je popsána volba bezdrátové komunikace a komunikační pásmo. Čtvrtá kapitola popisuje displeje, které lze použít pro zobrazovací jednotku a konkrétní použitý displej. Pátá a šestá kapitola se zabývá návrhem celé Alfanumerické externí zobrazovací jednotky a její praktické realizace. Obsahují bloková schémata a konce kapitol i kompletní schémata a desky plošných spojů v programu Eagle. Sedmá kapitola se zabývá vytvořeným a použitým softwarem. Osmá kapitola se zabývá praktickými testy celého zařízení. V přílohách je foto zkonstruovaných zařízení a seznam jejich součástí.

1. ZÁKLADNÍ FUNKCE INFORMAČNÍCH DISPLEJŮ

1.1. Základní popis informačních jednotek

Základní funkce všech zobrazovacích jednotek je stejná „zobrazit informace o PC na displej“. „Displejem“ se myslí jednoduchý (oproti monitoru) displej na zobrazení základních informací. Použití zobrazovací jednotky závisí také hlavně na jejích zobrazovacích schopnostech. Dříve používané zobrazovací jednotky sloužily jen ke zobrazení alfanumerických znaků. Tedy ke zobrazení jednoduchého a krátkého textu. Diakritika nebyla vždy samozřejmostí. Princip činnosti je obdobný jak u starších tak u současných zobrazovacích jednotek. Jejich hlavní rozdíl je v komunikaci s PC a v displeji.

Dříve vyráběné zobrazovací jednotky používaly připojení k PC pomocí port tiskárny (LPT). Napájení bylo realizováno ze základní desky PC, nebo jednodušším způsobem pomocí napájecího konektoru k mechanikám, či harddiskům pro vnitřní provedení nebo konektor pro gameport či USB pro vnější provedení. Dnes vyráběné zobrazovací jednotky používají pro komunikaci i napájení pouze USB port.

Starší PC měly ještě určité omezení. Jejich periferie neměly žádná informační čidla, takže jejich funkce díky tomu byly značně omezené. Některé starší verze biosu nezvládaly tyto informace zobrazovat a to také snižovalo funkci informačním displejům. Posledním hlavním faktorem omezení funkcí zobrazovacích jednotek je použitý software. Bohužel některé starší softwary nepodporují diakritiku.

Dnes již naštěstí existuje spousta dostupného softwaru k různým displejům a operačním systémům. Důležitý u displeje je pro software počet řádků, znaků na řádek, nebo případně počet pixelů. Většina softwaru podporuje displeje 1x10 nebo 2x16 znaků. Maximální podporovaná velikost se pohybuje okolo 2x20 nebo většinou dnes již běžně 4x40 znaků. Grafické displeje nemají žádné obvykle používané velikosti, tak jako alfanumerické displeje. Jedna z nejběžněji používaných velikostí je asi 128x64 pixelů. Značnou nevýhodou je použití specifických řídicích obvodů pro různé grafické displeje.

tabulka 1.1 Obvyklé zobrazované údaje zobrazovací jednotkou

Datum	Celkový prostor na všech discích.
Den v týdnu	Volný prostor na všech discích.
Měsíce v roce	Obsazený prostor na všech discích
Čas	Email
CPU	Rychlost odesílání dat
Teplota	Rychlost stahování dat
Svorka + 3,3V	Celkem odesláno dat
Svorka + 5V	Celkem přijato dat
Svorka + 12V	Funkce přehrávače Winamp
Svorka - 5V	RAM
Svorka - 12V	A mnoho dalších

1.2. Dnes dostupné zobrazovací jednotky k PC

Zobrazovací jednotka DISP2225 je určena pro zobrazení čtyřmístné hodnoty na sedmissegmentových displejích LED o výšce znaků 100mm. Jednotka je vybavena impulsním vstupem, který umožňuje čítání impulsů. Vstup umožňuje připojení logického signálu s napětíovou úrovní 24V, případně připojení indukčního nebo kapacitního snímače. Trojice připojovacích svorek snímače je označena 24V, Data a 0V.

Zobrazovací jednotka DISP2107 je vestavěna do plastové skříně z materiálu ABS opatřené čelním průsvitným plexisklem. Uvnitř skříně jsou celkem tři moduly. Modul displeje je umístěn na víku skříně a obsahuje deset ks sedmissegmentových zobrazovačů. Řídící jednotka a napájecí zdroj jsou umístěny na montážní desce uvnitř skříně. Řídící jednotka je vybavena jednočipovým mikroprocesorem AT89C51, který ovládá displeje v multiplexním režimu. Napájení jednotky je nestabilizovaným napětím 15V a připojuje se na svorky U1 a 0V. Komunikace s nadřazeným systémem je možná po lince RS232 (USB) nebo po lince RS485.

Zobrazovací jednotka DISP2251 je určena pro funkci vzdáleného zobrazovače (displeje), připojeného k nějakému měřicímu zařízení nebo počítači. Přenos dat probíhá po sériové lince typu RS232 (USB). K zobrazení slouží pět LED zobrazovačů s výškou znaků 100mm (125mm). Zařízení je umístěno do skříňky opatřené průhledným červeným čelním plexisklem a plechovou stříškou, která umožňuje použití zařízení ve venkovním prostředí. Napájena je stejnosměrným napětím 24V. Komunikační protokol zařízení je nastaven na 7 datových bitů, sudou paritu a 1 stop bit. Rychlost přenosu dat je volitelná. Pomocí DIP spínače umístěného na desce řídicí jednotky lze nastavit rychlosti 2400, 4800, 9600 a 19200Bd

Zobrazovací jednotka DISP2199 je určena pro funkci vzdáleného zobrazovače. K zobrazení slouží trojice LED zobrazovačů s výškou znaků 100mm uspořádaných vedle sebe. Napájení je stejnosměrným napětím 24V. Zařízení obsahuje jeden analogový vstup s rozsahem 0 až 10V. Tomu odpovídá údaj 0 až 999 na trojmístném zobrazovači. Na řídicí desce elektroniky jsou dvě zkratovací propojky pro možné zobrazení desetinných teček.

Sestava třímístné zobrazovací jednotky s infra přenosem se skládá ze dvou částí: modulu zobrazovače s pevně připojeným napájecím zdrojem a dálkového ovladače.

- **Modul zobrazovače Disp2222** obsahuje tři displeje typu LED s červenými znaky o výšce 125mm. Napájení modulu je pomocí síťového adaptéru 230V/24V.
- Druhou částí zařízení je dálkové ovládání typu **Dovl2223**, které pracuje s bezdrátovým přenosem dat. Dosah tohoto ovladače je minimálně 30m. Pro ovládání může být použit i běžný dálkový ovladač k televizi, který má dosah minimálně 10m.

Sestava čtyřmístné zobrazovací jednotky s kabelem se skládá ze tří částí: modulu displeje, ovladače a napájecího zdroje.

- **Zobrazovací sestava Sest2125** obsahuje čtyři sedmissegmentové zobrazovače o výšce znaků 125mm a řídicí jednotku s mikroprocesorem, která je umístěna na zadní stěně modulu.
- **Ovládací jednotka DISP2124** je určena k nastavení požadovaných znaků na modulu displeje, se kterým je propojena kabelem délky až 100m.
- **Napájecí zdroj ZDRO2126** zajišťuje napájení jak ovladače, tak i modulu displeje. Vstupní napětí zdroje je 230V/50Hz, výstupní nestabilizované napětí je 24V. V síťové části zdroje je zapojen odrušovací filtr.

Alphacool LC-Display

Jedná se o informační panel s grafickým LCD displejem. Panel s rozlišením LCD displeje 200 x 64 pixelů zabírá jednu 5,25" pozici a s rozlišením 240 x 128 pixelů zabírá celkem dvě 5,25" pozice a připojuje se přes USB rozhraní. Displej (200 x 128pixelů) má rozměry 108 x 57 mm, což znamená, že rastr je poměrně hrubý - jeden pixel má hranu 0,45 mm.

Zařízení potřebuje svůj vlastní ovladač a také doprovodný software. Ten je obsažen na dodávaném CD a skládá se ze dvou ovladačů a doprovodného programu Alphacool alphaLCD. Ovladač USB driver je zde právě pro alphaLCD od Alphacool, což je firemní aplikace pro nastavení a ovládání panelu.



obrázek 1.1 LCD displej Alphacool v hliníkovém panelu 5,25"

(Podkapitola převzata z [1] a [2])

1.3. Základní rozdělení displejů

Číslicové displeje – „sedmisegmentovky“ : Pro číslicové zobrazení se používá 7 segmentů. Umožňuje běžně zobrazovat číslice 0 až 9 a díky uspořádání segmentů je možné na takovýchto displejích zobrazovat i písmena A až F, což je vhodné pro zobrazování čísel v hexadecimálním tvaru. Používají se hlavně LED nebo LCD technologie.

Alfanumerické displeje : Tyto displeje umožňují zobrazovat písmena i číslice. Jednotlivé znaky jsou obvykle zobrazovány v matici 5×8 nebo 5×7 bodů. V menší míře se pro zobrazení znaku používá i displej se čtrnácti nebo šestnácti segmenty. Pro své uspořádání však neumožňuje zobrazovat českou diakritiku a znaky zobrazené na tomto displeji nejsou tak „věrné“ jako u matice 5×8 bodů.

Alfanumerické displeje bývají vyráběny na bázi LED nebo LCD. Parametrem těchto modulů je tedy počet zobrazovaných znaků a jejich uspořádání do řádků. Vyrábějí se zpravidla v těchto formátech: 16×1 , 16×2 , 20×2 , 40×2 , 16×4 , 20×4 , 40×4 znaků (první číslice znamená počet znaků na řádku, druhá počet řádků). Napájení logické části displeje bývá +5 V, napájení vlastního LCD bývá u alfanumerických modulů v rozsahu +1 až +5 V. Vzhledem k nízkému proudovému odběru LCD se pro získání tohoto napětí používá odporový dělič. Změnou velikosti napájení LCD lze měnit kontrast displeje. Pracovní teploty se běžně pohybují v rozmezí 0 až 50 °C. Vyrábějí se však i jednotky s rozšířeným rozsahem pracovních teplot (–10 až +70 °C).

Mezi důležité optické vlastnosti patří podsvícení. Displeje, které podsvícení nemají, jsou konstruovány tak, aby využívaly dopadajícího světla, a mají na zadní straně reflexní vrstvu, která odráží světlo dopadající na displej. Jsou nazývány reflexní. Displeje s podsvícením se nazývají transmisní. Na zadní straně mají světelný zdroj. Takovýto displej je čitelný i za snížené intenzity okolního světla, tedy v přítmí či ve tmě. Pro podsvícení se používají různé zdroje světla. LED jsou používány u nejmenších a nejlevnějších displejů. Mají však malou světelnou intenzitu a ve srovnání s velikostí displeje je můžeme považovat za bodový zdroj světla, a tudíž takovýchto diod musíme použít více. Ale i přesto je displej nerovnoměrně prosvětlen. Žárovka má mnohem větší svítivost, stále ji však musíme považovat za bodový světelný zdroj. Díky její vyšší svítivosti můžeme pro podsvícení použít světlovod a displej téměř rovnoměrně podsvítit. Nevýhodou je relativně velká proudová spotřeba a vyzářování tepla.

Grafické displeje : Poskytují možnost zobrazovat libovolné grafické obrazce. Bývají složeny z matice $M \times N$ bodů. Jsou vyráběny nejrůznějšími technologiemi (na bázi žárovek, feromagnetických terčů, LED, LCD, či jako obrazkové displeje). Grafické displeje jsou v poslední době velmi populární, používají se v mnoha aplikacích – od mobilních telefonů, přes měřicí techniku až po ploché monitory počítačů či televizní přijímače. U grafických modulů se za entitu považuje jeden bod (pixel). Formáty grafických displejů bývají 120×64 , 240×64 , 128×128 , 160×128 , 240×128 , 320×240 , 640×480 bodů a dalších vyšších rozlišení. Způsob řešení podsvícení mají totožný jako alfanumerické displeje.

1.4. Výběr displeje

Displej je jedna z hlavních částí přijímací části zobrazovací jednotky. V případě běžného používání celé jednotky to bude nejsledovanější část zařízení. Alfanaumerická bezdrátová zobrazovací jednotka má už v názvu zobrazování alfanumerických znaků. To znamená nemožnost použít sedmissegmentový displej. „Sedmissegmentovky“ totiž nejsou schopny zobrazit všechny alfanumerické znaky. Možnosti alfanumerických displejů jsou oproti tomu dostatečné. Při použití displeje s řadičem HD44780 máme díky tomuto řadiči k dispozici celou základní ASCII tabulku. Grafický displej zvládá samozřejmě bez problému zobrazit jakýkoliv alfanumerický znak. Jeho schopnost zobrazit prakticky cokoliv v mřížce M x N bodů je dokonce až zbytečná. Složitost celého zařízení by s použitím grafického displeje byla větší než při použití alfanumerického displeje se standardním řadičem HD44780. Volba displeje se řídila také vhodným kompromisem mezi velikostí a nízkou spotřebou energie. Vzhledem, k akumulátorovému napájení celé přijímací části jednotky jsem volil co nejmenší LCD displej. Pro zobrazovací jednotku jsem tedy vybral co nejmenší alfanumerický LCD displej s řadičem. Bohužel zobrazovací schopnosti jednořádkového displeje jsou omezující, takže jsem zvolil displej ATM1602B dvouřádkový ze šestnácti znaků na řádek.

1.5. Komunikace LCD displeje s mikrokontrolérem

Vybraný displej má řadič HD44780. Tento řadič obsahuje jak znakovou sadu, tak i instrukce pro ovládání displeje.

Existují dva základní typy datové komunikace mezi LCD a mikrokontrolérem. Buď lze využívat plnou 8bitovou komunikaci a nebo redukovanou 4bitovou komunikaci.

- 8bitová komunikace vyžaduje 8+3 I/O pinů mikrokontroléru
- 4bitová komunikace vyžaduje 4+3 I/O pinů mikrokontroléru

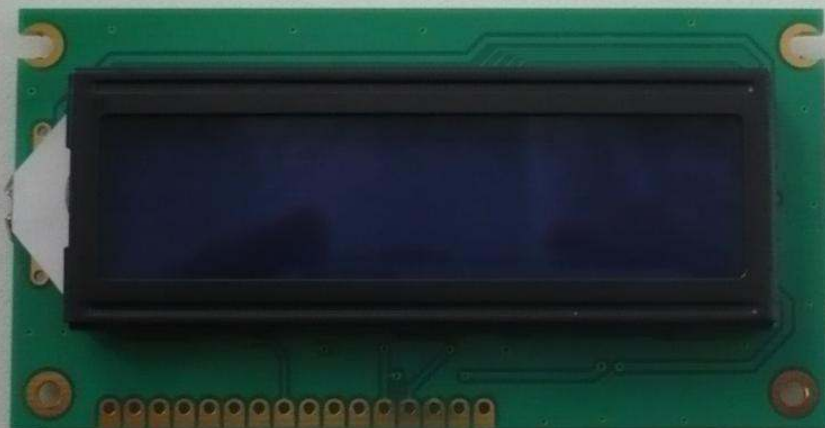
Tři řídicí signály zajišťují ovládání LCD displeje

- RS - identifikuje, zda se přenáší instrukce nebo zobrazitelná data
- R/W - určuje čtení nebo zápis
- E - spouštěcí signál

Tato zobrazovací jednotka vzhledem k maximálnímu zjednodušení bude používat redukovanou komunikaci displeje s mikrokontrolérem. Displej tedy bude využívat 4 piny mikrokontroléru na data a 3 piny na řídicí signály k displeji.

tabulka 1.2 LCD displej ATM1602B

LCD displej ATM1602B



Charakteristika displeje

Parametr	
Napětí pro LCD displeje	4.6V
Vstupní napětí	4.7 – 5.5V
Proud	1.5 – 2.5 mA
Podsvícení	4.2 – 4.5V

2. MIKROKONTROLÉRY ATMEL AVR



obrázek 2.1 Mikrokontrolér ATMEGA8A-PU

2.1. Obecný popis

Mikrokontroléry AVR využívají koncepci modifikované Harvardské architektury. To znamená, že mají oddělenou paměť pro program a pro data. Jádro AVR se skládá z 32 8bitových pracovních registrů, které mohou obsahovat jak data, tak i adresy. Jsou vyráběny ve čtyřech základních řadách, jimiž jsou XMEGA, tinyAVR, megaAVR a aplikačně specifický AVR. Tyto AVR jsou vyvinuty pro určitou aplikaci. Rozdíly mezi řadou tinyAVR, megaAVR a XMEGA jsou především v počtu instrukcí, velikosti paměti a počtu vývodů.

Mikroprocesory AVR mohou mít integrované různé periferie. Mezi ty patří níže uvedené paměti Flash, RAM(SRAM) a EEPROM. Dále obsahují čítač/časovač s rozlišením 8 a 16 bitů, A/D převodník, jednotku USART, Watchdog a další. Ostatní informace lze nalézt na stránkách výrobce v datasheetu ke konkrétnímu mikrokontroléru.

Mikrokontroléry AVR v sobě mají integrované tři druhy paměti:

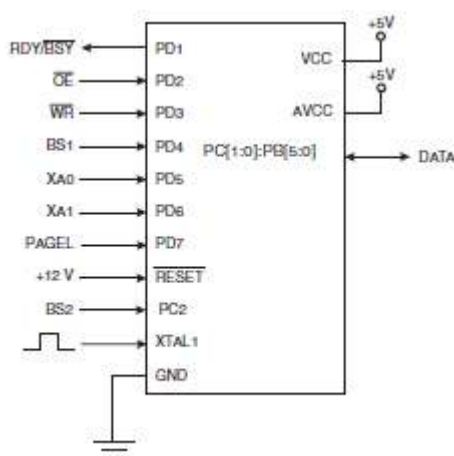
- Programová paměť Flash – Podle jejího názvu je zřejmé, že slouží k uložení instrukcí programu nebo konstant používaných v programu.
- Paměť RAM (SRAM) – Slouží k uložení přechodných dat. Po vypnutí napájení se data neuchovávají
- Paměť EEPROM – Tato paměť slouží také k uložení dat. Po vypnutí napájení se data uchovávají

2.2. Způsoby programování mikrokontrolérů AVR

Programování znamená nakopírovat aplikaci vytvořenou v nějakém pomocném softwaru do paměti mikrokontroléru. Mikrokontrolér můžeme programovat paralelně a nebo sériově.

2.2.1. Paralelní programování

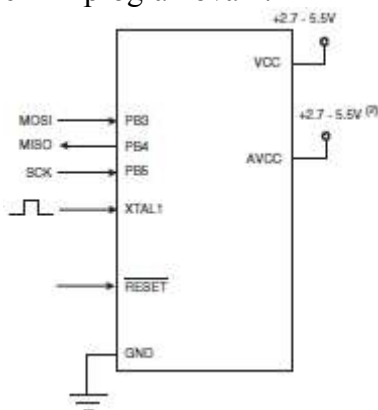
Při paralelním programování je nutné větší množství vodičů. Toto programování se provádí většinou v externím programátoru, což je jeho značnou nevýhodou. Obvod je navržen tak, že po připojení vývodů určených pro paralelní programování se obvod přepne z režimu I/O portů na adresové a datové vývody vnitřní paměti. Poté je možné paralelní programování.



obrázek 2.2 Zapojení mikrokontroléru při paralelním programování (Převzato z [4])

2.2.2. Sériové programování

Při sériovém programování není nutné připojovat tak velké množství vodičů jako při paralelním programování. Toto programování se provádí přímo v zapojení ISP a není nutné vyjmout mikrokontrolér, což je jeho velkou výhodou. Jeho nevýhodou je menší rychlost při ukládání do paměti než při paralelním programování.



obrázek 2.3. Zapojení mikrokontroléru při sériovém programování (Převzato z [4])

2.3. Vývojová prostředí

K programování AVR mikroprocesorů existuje velké množství softwaru a to jak v jazyce ASM, tak i C nebo třeba Pascal. Příkladem lze uvést Microsoft Visual Studio, Borland C++ Builder a hlavně AVR Studio + WinAVR (přímo od výrobce použitého mikrokontroléru). Z webových stránek výrobce lze po registraci bezplatně stáhnout vývojové prostředí AVR Studio. Tento software poskytuje poměrně komfortní editační prostředí s možností sdružování zdrojových souborů do projektu. Součástí balíku AVR Studio je i kvalitní simulátor s možností krokování a překladač zdrojových souborů ASM do formátu HEX srozumitelného procesorům AVR. Pomocí AVR Studia lze mikrokontrolér i naprogramovat. Mezi nejrozšířenější software, který umožňuje programování v jazyce C, patří WinAVR. Jedná se o freeware doplněk AVR Studia, po jehož nainstalování lze programovat pomocí jazyka C přímo v prostředí AVR Studia.

2.4. Volba mikrokontroléru pro vysílací část

Při návrhu byl kladen důraz na maximální jednoduchost. Použitý mikrokontrolér by tedy měl mít co nejméně vývodů, protože vzhledem k jednoduchosti zapojení dostačuje například čtrnácti vývodové pouzdro (viz schéma zobrazovací vysílací části). Pro sériovou komunikaci je nutná jednotka USART. Kvůli dostatečné paměti pro celý ovládací software byla zvolena co největší flash paměť při zachování maximální jednoduchosti pouzdra.

Těmto požadavkům vyhovělo velké množství mikrokontrolérů. Zvolil jsem tedy ATMEGA 8A-AU a ATMEGA8A-PU. Rozdíl je pouze v použitém pouzdře. ATMEGA 8A-AU je SMD součástka v pouzdře TQFP 32 a ATMEGA 8A-PU je součástka v pouzdře DIP-28. Jsou funkčně co nejvíce jednoduché, ale zároveň splňují všechny potřebné požadavky.

Tato část se bude zapojovat přímo do USB portu a to prostřednictvím USB1X90A SMD (popis součástky na [13]) konektoru, který je připájen přímo na desce plošných spojů. Celá tato část by měla být tedy co nejmenší, aby nezavazela při připojení do USB portu. Zvolil jsem tedy smd ATMEGA 8A-AU.

tabulka 2.1 Parametry ATMEGA 8A-AU

8kBytes In-System Self-programmable Flash program memory
512 Bytes EEPROM
1K Byte Internal SRAM
2x8bit + 1x16bit čítač/časovač
3xPWM
8x10bit A/D
USART
SPI
V _{cc} =2,7..5,5V
TQFP-32

Vysílací část je prakticky zhotovena pouze jako prototyp. U tohoto prototypu byly použity standardní součástky oproti navrhovaným SMD. Tato část tedy používá mikrokontrolér ATMEGA 8A-PU, který má stejné vlastnosti jako navrhovaný SMD mikrokontrolér ATMEGA 8A-AU. Připojení do USB portu je realizováno pomocí USB kabelu připájeného přímo na plošný spoj.

2.5. Volba mikrokontroléru pro přijímací část

Při volbě mikrokontroléru byl kladen důraz na použití pouzdra s nejmenším možným počtem vývodů. Samozřejmě je přítomnost jednotky USART pro sériový přenos. Tato část jednotky se bude programovat pouze pomocí šestipinového konektoru a programátoru BiProg. Pro zjednodušení jsem tedy použil součástku s totožnými parametry. Množství pinů je sice zbytečné, ale součástku s potřebnými parametry a méně vývodovým pouzdrém se mi nepodařilo nalézt. Při pohledu na celkovou velikost displeje s řadičem jsem volil použití součástky ATMEGA 8A-PU s pouzdrém DIL-28. Použití normálních součástek u přijímací jednotky je bezproblémové, oproti vysílací, protože miniaturní rozměry této části nejsou úplně nezbytné.

tabulka 2.2 Parametry ATMEGA 8A-PU

8kBytes In-System Self-programmable Flash program memory
512 Bytes EEPROM
1K Byte Internal SRAM
2x8bit + 1x16bit čítač/časovač
3xPWM
8x10bit A/D
USART
SPI
V _{cc} =2,7..5,5V
DIL-28

2.6. Souhrn kapitoly

Pro zredukování počtu součástek a dosažení maximální jednoduchosti zapojení je nutné použít mikrokontrolér. Jeho hardwarové vybavení je na tolik rozsáhlé, že nahradí množství jiných jednoúčelových integrovaných obvodů a součástek. Po použití mikrokontroléru bude dosaženo značné výhody při úpravě, opravě nebo rozšíření návrhu a to pouze přehráním dosavadního softwaru.

Programování bude realizováno sériovou cestou přímo v zapojení buď přes USB port (vysílací část) pomocí speciálních knihoven, nebo pomocí programátoru BiProg přes šestipinový konektor. K simulaci a programování mikrokontroléru bude použito AVR studio. Tento software lze stáhnout přímo ze stránek výrobce AVR a podporuje všechny dostupné Atmel AVR.

3. BEZDRÁTOVÁ KOMUNIKACE

3.1. Možnosti bezlicenčních kmitočtových pásem

Komunikace má být realizována bezdrátově a to na několik metrů. Touto vzdáleností a nezaručenou vzájemnou viditelností nám tedy odpadá možnost použití IrDA bezdrátového přenosu. Při výběru kmitočtu by se mělo vycházet z konkrétního požadavku na vlastní rádiový přenos. Obecně platí, že vyšší kmitočet zaručí větší imunitu proti rušení, a tedy i lepší kvalitu a spolehlivost přenosu.

Volných kmitočtů, respektive kmitočtových pásem, ve kterých je možné bezplatně a legálně přenášet data není v rádiovém spektru mnoho. V České republice je možnost volného provozu (bez licence) například v ISM pásmech 433MHz a 868MHz nebo 2,4GHz a 5GHz.

- **Kmitočtová pásma 2,4GHz a 5GHz**

Kmitočtová pásma 2,4GHz a 5GHz jsou hlavně využívána technologiemi WLAN („Wi-fi“). Pásmo 2,4GHz využívá i technologie Bluetooth, která je určena hlavně pro mobilní zařízení.

- **Kmitočtová pásma 433MHz a 868MHz**

Kmitočtová pásma 433MHz a 868MHz jsou v Evropě rezervována pro komunikaci na velmi krátkých vlnách. Dosah vysílání v těchto pásmech není tolik ovlivněn překážkami, jako je tomu u pásma 2,4GHz. Na těchto kmitočtech lze počítat s požadovaným dobrým spojením uvnitř budov.

3.2. Zvolené pásmo

Kmitočtová pásma 2,4GHz a 5GHz jsou značně využívána a v prostoru okolo Wi-fi routeru by mohlo docházet k rušení přenosu bezdrátové zobrazovací jednotky. Navíc pásmo 433MHz respektive 868MHz také umožňují použít nižší vysílací výkon a tím snížit nároky na spotřebu energie.

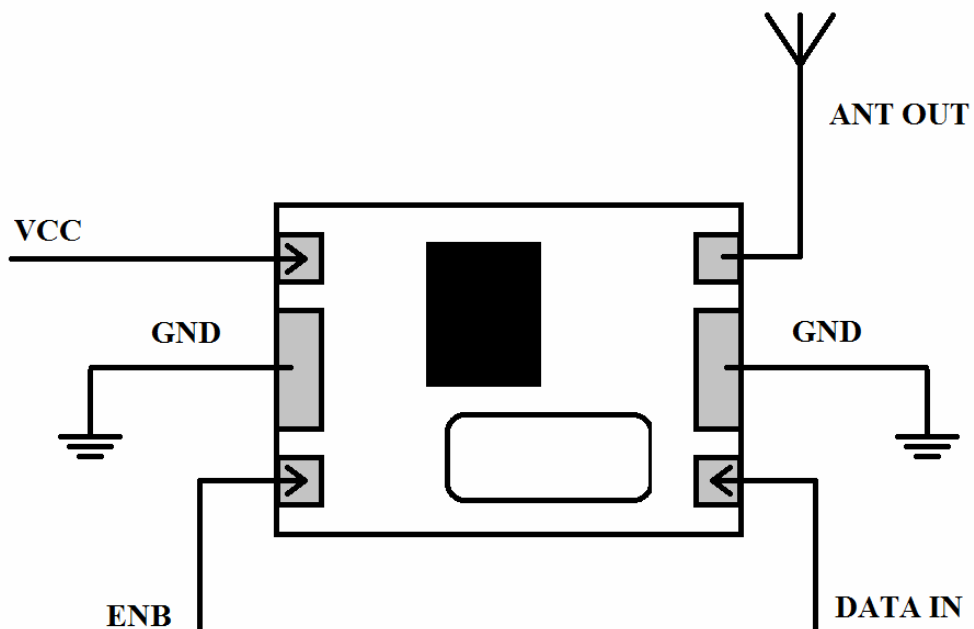
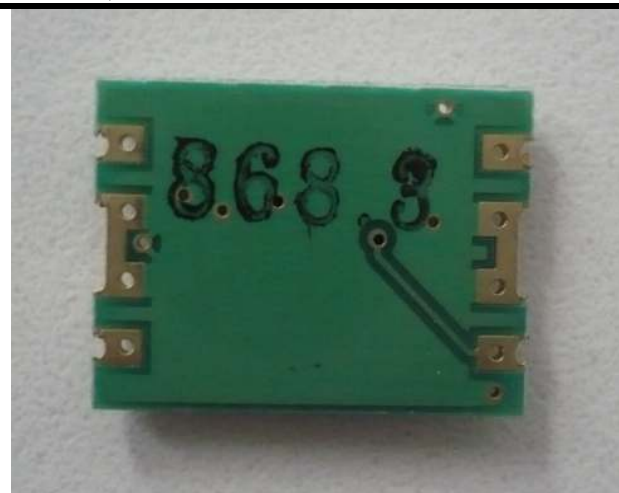
Proto pro bezdrátovou komunikaci byla zvolena kmitočtová pásma 433MHz a 868MHz. Jejich výrobce tyto moduly doporučuje k použití bezdrátových zabezpečovacích systémů, autoalarmů a dálkových ovládaní vrat garáží. Jejich datová propustnost (4,8kbit/s) je ovšem dostatečná i pro použití komunikace mezi jednotlivými částmi Alfanumerické bezdrátové zobrazovací jednotky. Požadovanou několika metrovou vzdálenost bezdrátového přenosu tyto moduly bez problému splňují.

Po prostudování technických parametrů vysokofrekvenční modulů společnosti Flajzar s.r.o. jsem zvolil dále uvedené vysokofrekvenční moduly na kmitočtu 868MHz. Jejich velikost, spotřeba a provozní napětí jsou nejlepší volbou pro bezdrátovou zobrazovací jednotku.

Velikost vysokofrekvenčních modulů je minimální, protože veškeré použité součástky jsou v SMD provedení a jsou 2-3krát menší oproti modulům pracujících na 434MHz. Zato jejich spotřeba je vyšší oproti vysokofrekvenčním modulům na 434MHz, u kterých se spotřeba proudu pohybuje do 10 mA. U modulů 868MHz je to až 15 mA. Udávané proudové hodnoty jsou samozřejmě maximální dosažitelné a spotřeba u reálného přenosu může být menší. Zato hodnoty provozního napětí jsou u zvolených modulů nejvariabilnější. Velikost provozního napětí ovlivňuje amplitudu vysílaného signálu.

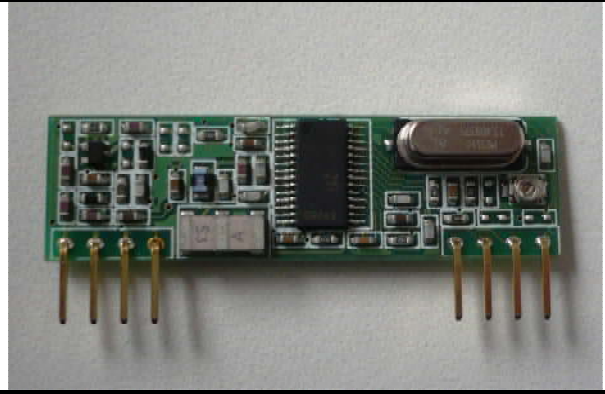
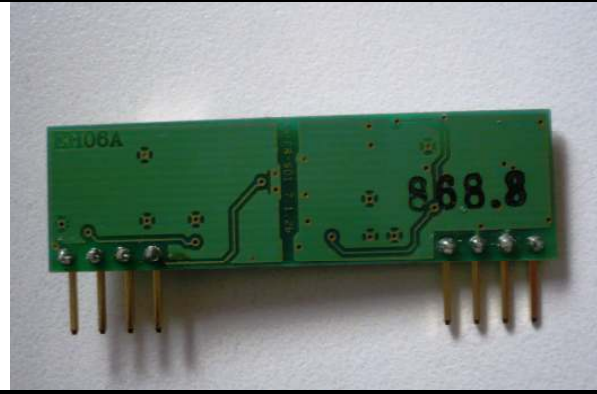
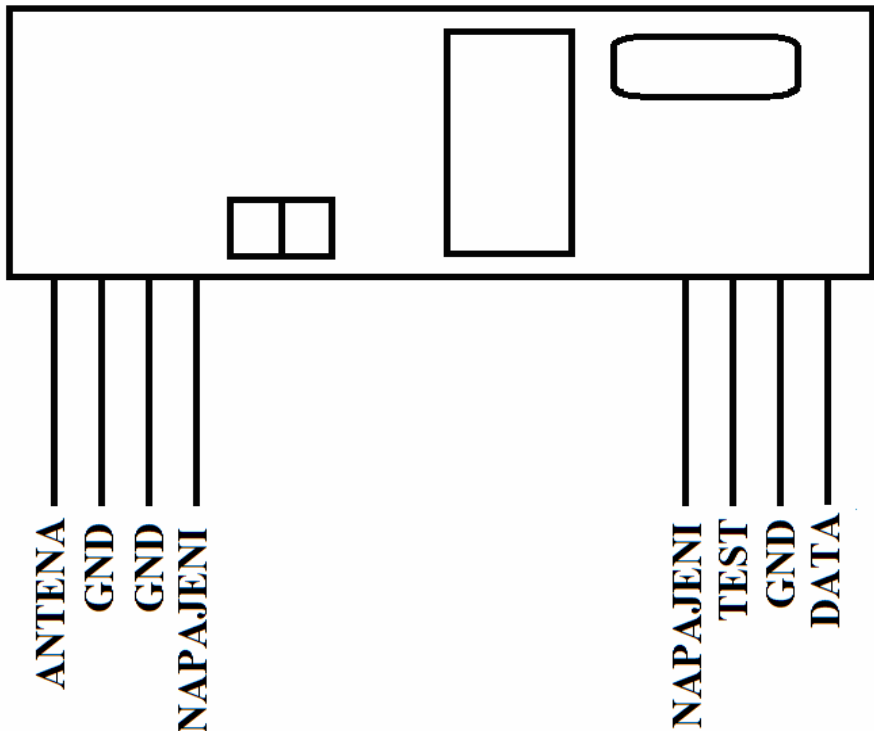
3.3. Vysokofrekvenční modul 868MHz – vysílač

TX868FSK1, typ: vysílač	
Pracovní kmitočet:	868,3 MHz
Výkon:	+10dBm při napájení 3V
Napájecí napětí:	2,2 až 5,4V
Odběr proudu při vysílání:	15mA
Odběr proudu Stand-by:	0,5uA
Rozměry:	17 x 12,5mm

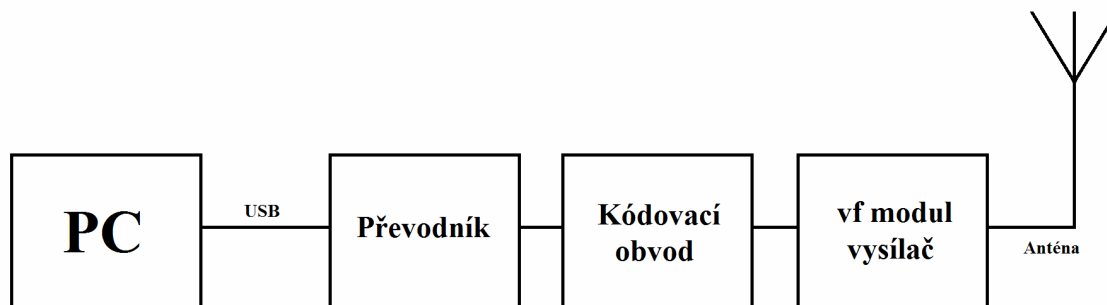


Zapojení vývodů

3.4. Vysokofrekvenční modul 868MHz – přijímač

RX868FSK1, typ: přijímač	
Pracovní kmitočet:	868,3 MHz
Napájecí napětí:	5V
Odběr proudu pracovní:	15 mA
Rozměry:	44 x 13 mm
	
 <p>ANTENA GND GND NAPAJENI</p> <p>NAPAJENI TEST GND DATA</p>	

4. NÁVRH VYSÍLACÍ ČÁSTI



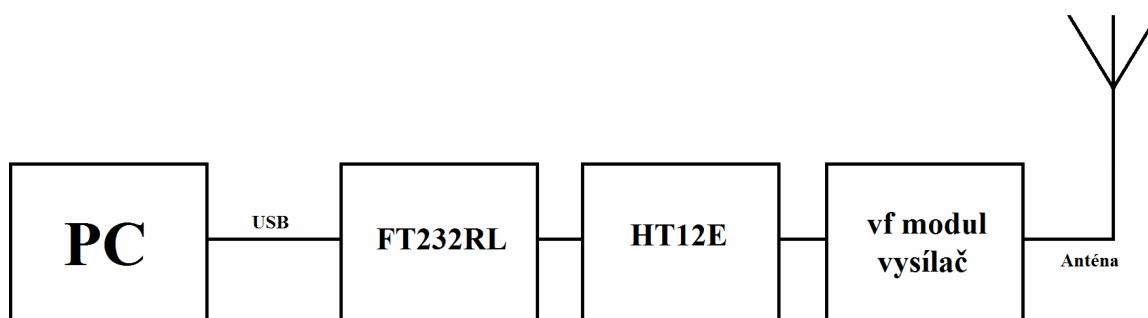
Blokové schéma vysílací části

4.1. USB port

USB port je dnes asi nejpoužívanější port PC pro připojení externího zařízení. Přes USB port lze dnes připojit do PC snad jakékoliv rozšiřující zařízení. USB port je sériový port. V USB portu se nalézá napětí $U=5V$ a z celé větve je možno odebírat proud $I=0,5A$. USB port bude využit pro datové připojení a napájení vysílací části zobrazovací jednotky.

4.2. Převodník a kódovací obvod

Jako převodník je možné použít integrovaný obvod FT232RL. Tento převodník realizuje převod USB portu na sériovou linku RS-232. Po instalaci ovladačů na PC se obvod hlásí jako standardní sériový port. Z tohoto obvodu stačí vést výstupní sériový datový vodič do obvodu HT12E(kodér). Tento integrovaný obvod je přímo určen výrobcem jako kodér pro vysokofrekvenční modul. Stačí ještě nastavit totožnou adresu s dekodérem za přijímacím vysokofrekvenčním modulem a datový tunel je hotový.

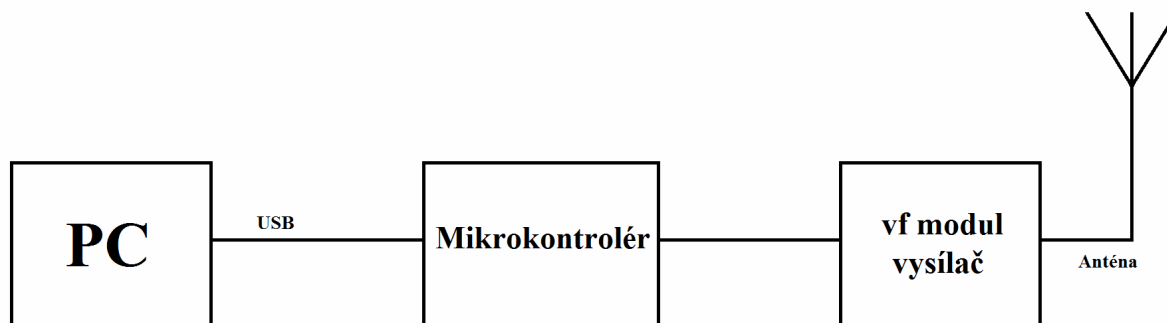


obrázek 4.1 Blokové schéma konkrétního návrhu vysílací části

Vzhledem k zadání vytvořit alfanumerickou externí bezdrátovou zobrazovací jednotku k PC s důrazem na jednoduchost a účelnost byly obvody FT232RL a HT12E nahrazeny pouze jedním mikrokontrolérem ATMEGA 8A-AU. Jeho parametry jsou v tabulce v podkapitole

3.4.. Jednotka USART , kterou tento mikrokontrolér obsahuje je sériová jednotka, která generuje podobné rámce jako kodér HT12E. Tato jednotka tedy tento kodér zastoupí. Mikrokontrolér zastoupí i obvod FT232RL. V celkovém zapojení se sníží počet součástek a tím se stane obvod jednodušším. Cena celé vysílací části se také značně sníží.

Použitím mikrokontroléru bude v budoucnu možná i určitá modifikace pomocí pouhé úpravy softwarového vybavení. Programování mikrokontroléru bude realizováno buď přímo přes USB port a nebo přes šestipinový konektor pomocí programátoru BiProg.



obrázek 4.2 Blokové schéma konečného návrhu vysílací části

4.3. Vysokofrekvenční modul 868MHz – vysílač

Jako vysílač instrukcí a dat je použit vysokofrekvenční modul TX868FSK1 s frekvencí 868MHz. Jeho základní technické parametry a zapojení vývodů lze nalézt v podkapitole číslo 4.3. a na stránkách prodejce [8] a [9].

Na praktické zkoušky je připravena k připojení externí anténa, která je typově určena pro tyto přenosové moduly na frekvenci 868MHz. Díky použití této antény by se měl bezdrátový přenos v budově pohybovat v desítkách metrů.

4.4. Popis schématu

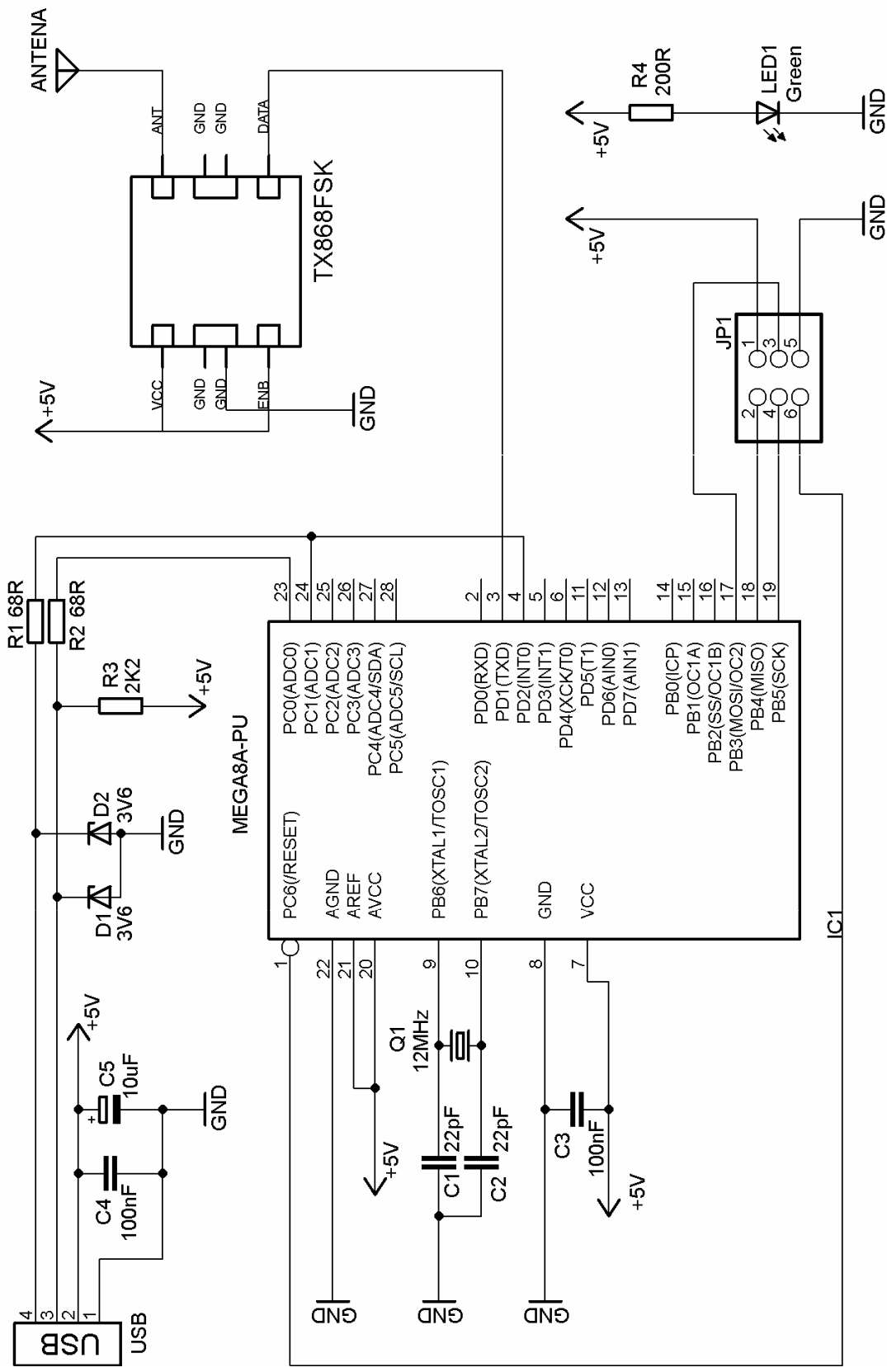
USB port je kabel připojený přímo na desce plošných spojů. Slouží ke komunikaci a případnému přeprogramování během provozu.

JP1 je šestipinový konektor pro připojení programátoru BiProg. Slouží k prvotnímu nebo kompletnímu přeprogramování mikrokontroléru.

TX868FSK vysokofrekvenční vysílač (podkapitola 4.3.).

IC1 mikrokontrolér ATMEGA8A-PU (podkapitola 3.4.).

LDE1 slouží k indikaci zapojení napájení, tedy USB portu

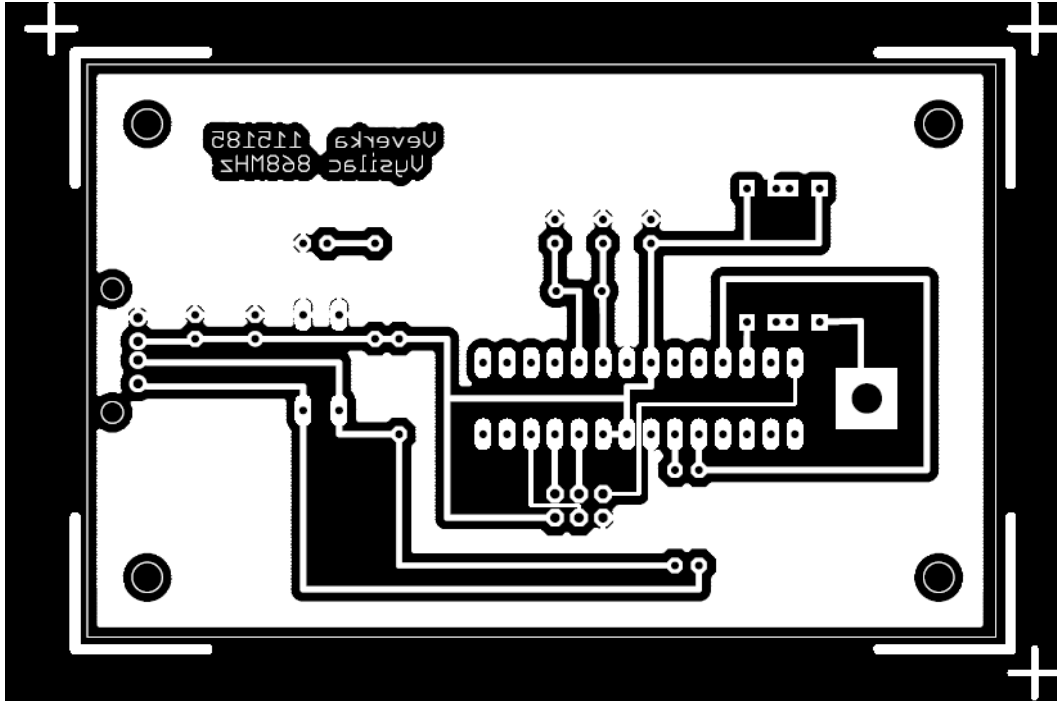


obrázek 4.3 Schéma vysílací části zobrazovací jednotky

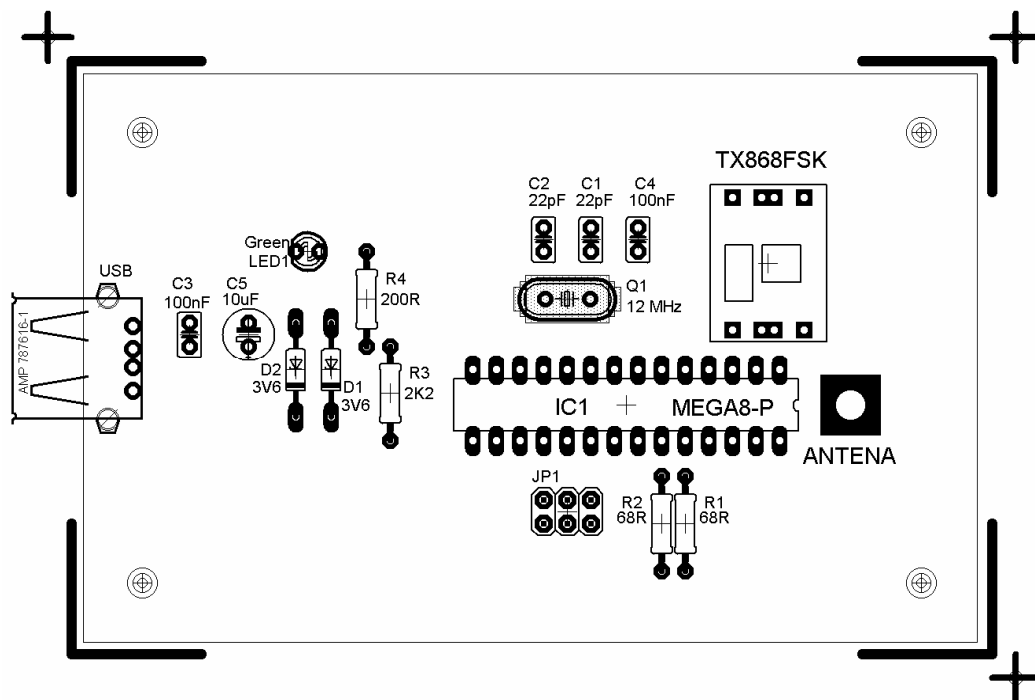
4.5. Deska plošných spojů vysílací části

4.5.1. Vývojová verze plošného spoje

Prototyp plošného spoje vysílací části má velikost 95x60 mm a je vytvořen jako jednostranný. K návrhu byl použit freewarový program Eagle 5.4..



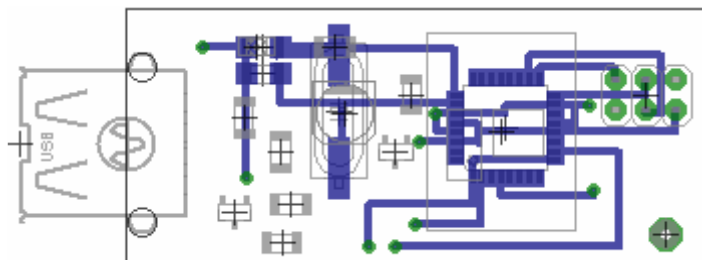
obrázek 4.4 Návrh plošného spoje pro vyhotovení desky plošných spojů



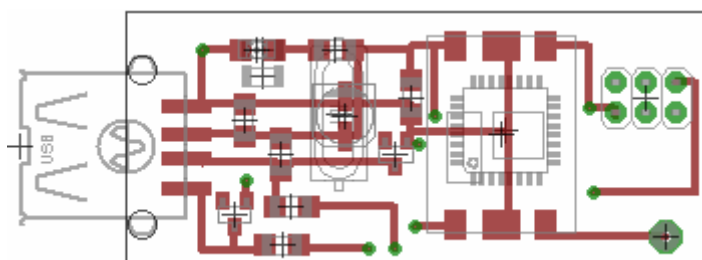
obrázek 4.5 Návrh plošného spoje pro osazení vyhotoveného prototypu

4.5.2. Finální verze plošného spoje

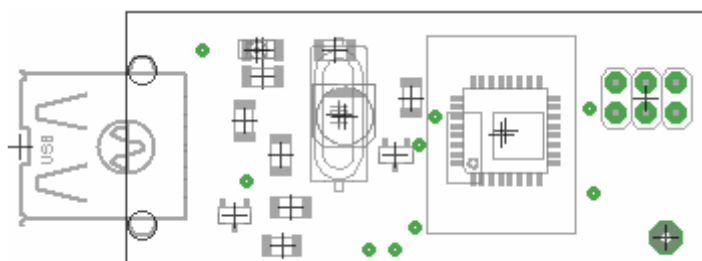
Zde je deska plošných spojů finální verze vysílací části. Deska má velikost 50x20 mm. Je vytvořena jako oboustranný plošný spoj z devíti prokovy a šesti pinový programovací konektor. K návrhu byl použit freewarový program Eagle 5.4.. V této velikosti ji lze používat jako běžné externí zařízení do USB portu. Všechny funkce jsou shodné s funkcemi prototypu.



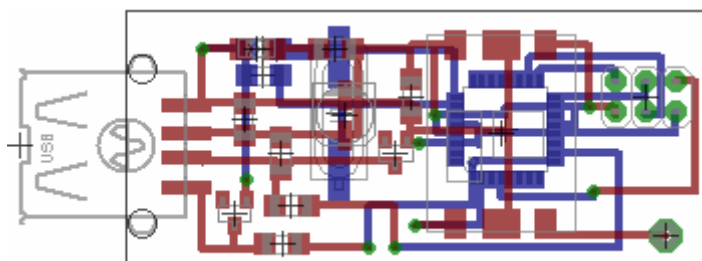
obrázek 4.6 Spodní vrstva ze součástkami a cestami



obrázek 4.7 Horní vrstva ze součástkami a cestami

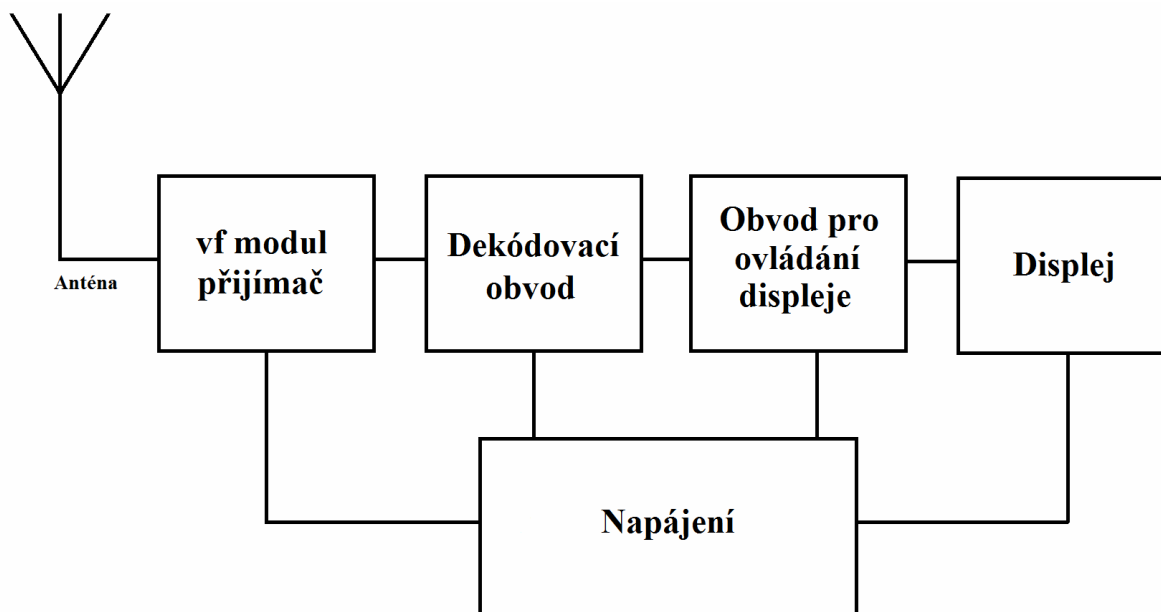


obrázek 4.8 Všechny součástky



obrázek 4.9 Obě vrstvy a součástky v jednom pohledu

5. NÁVRH PŘIJÍMACÍ ČÁSTI



obrázek 5.1 Blokové schéma přijímací části

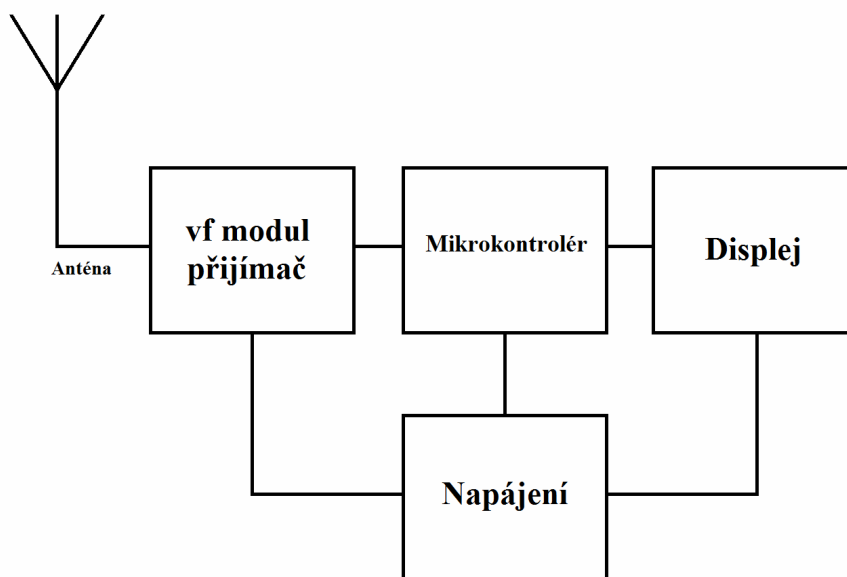
5.1. Vysokofrekvenční modul 868MHz – přijímač

Jako přijímač instrukcí a dat je použit vysokofrekvenční modul RX868FSK1 s frekvencí 868MHz. Jeho základní technické parametry a zapojení vývodů lze nalézt v podkapitole číslo 4.4. a na stránkách prodejce [6] a [7].

Na praktické zkoušky je také připravena k připojení externí anténa, která je určena pro tyto přenosové moduly na frekvenci 868MHz.

5.2. Dekódovací obvod

Jako dekódovací obvod je možné použít dekodér HT12D na přijímací straně společně s kódérem HT12E na vysílací straně. Místo dekódovacího obvodu bude vzhledem ke zjednodušení celého zapojení použita jednotka USART mikrokontroléru ATMEGA8A-PU, který zároveň zastoupí obvod pro komunikaci a ovládání displeje. Programování tohoto mikrokontroléru bude sériové a to přímo v zapojení přes již zmíněný šestipinový konektor a programátor BiProg. Popis programátoru je dostupný na [10] a [11].



obrázek 5.2 Blokové schéma konečného návrhu přijímací části

5.3. Displej zobrazovací jednotky

Na zobrazení alfanumerické informace bude použit ATM1602B dvouřádkový displej s šestnácti znaky na řádek. Komunikace bude probíhat přímo s dekodérem, tedy s mikrokontrolérem. Přesný popis a technické parametry vybraného displeje jsou popsány v kapitole 5 a v datasheetu na [12].

5.4. Napájení

5.4.1. Teoretická spotřeba

Pro napájení přijímací části bude použit výměnný akumulátor, proto je potřeba určit spotřebu a potřebné napětí použitých součástek. Díky tomu odpadne také nutnost řešení obvodů nabíjení akumulátoru a samotný nabíjecí konektor.

Využití mikrokontroléru nebude maximální, jeho předpokládaná spotřeba při nevyužití celého portu B nepřekročí 20 mA ani při maximálním využití zbylé části mikrokontroléru.

tabulka 5.1 Spotřeba

Součástka	Napájecí napětí	Maximální proudový odběr
RX868FSK1	5V	15 mA
ATMEGA8A-PU	4,5 – 5,5 V	20 mA
Displej ATM1602B	4.7 – 5.5 V (vstupní) 4.2 – 4.5 V (podsvícení)	1.5 – 2.5 mA 18 mA

Napájení celé přijímací části nepřekročí v maximálním zatížení cca 60 mA. Jako zdroj bude použita 9V baterie s 5V stabilizátorem 7805. Tato spotřeba je pouze teoretická a odpovídá maximální spotřebě při plném využití mikrokontroléru. Mikrokontrolér není využívám maximálně, takže jeho spotřeba bude určitě mnohem menší než udává tabulka.

5.4.2. Skutečná spotřeba

Pod pojmem skutečná spotřeba se myslí změřená spotřeba při reálném zapojení periférií v konkrétním zařízení. Byla měřena pouze spotřeba celého zařízení před a za napěťovým stabilizátorem.

tabulka 5.2 Skutečná spotřeba

Stav	Napájecí napětí	Proudový odběr
Před stabilizátorem s podsvícením	9V	33 mA
Před stabilizátorem bez podsvícení	9V	19 mA
Za stabilizátorem s podsvícením	5V	78 mA
Za stabilizátorem bez podsvícení	5V	59 mA

Vzhledem k naměřením hodnotám byl použit stabilizátor 78L05 s maximálním proudovým odběrem 100 mA. Tento stabilizátor bude dostatečný i při mírném zvýšení spotřeby například větším využitím mikrokontroléru.

5.4.2. Snižování spotřeby

Pro co největší výdrž zařízení by mělo být snahou snížit spotřebu pouze na nutné minimum. Nejefektivnější by bylo vypínat periferie, které zrovna nejsou v danou chvíli nutné pro funkci přístroje. U přijímací části má úsporný režim pouze mikrokontrolér. Jeho vypnutím by ovšem došlo ke smazání nebo „zamrznutí“ displeje a nebylo by možné přijímat žádné nové informace. Takže funkce celého zařízení by byla minimální nebo žádná.

Další možnou úsporou by bylo vypnout podsvícení displeje. Při testech s vypnutým podsvícením byl ,ale text na použitém displeji čitelný pouze za určitých světelných podmínek a na vzdálenost pouhých pár centimetrů. Vypnutí podsvícení se tedy nebude realizovat. Díky tomu se dálková možnost vypnutí podsvícení nezavedla. Zůstala zde pouze pomocí trimru na přijímací části snížit intenzitu posvícení (nebo ji úplně vypnout) a tím snížit spotřebu celého zařízení.

Úpravou kontrastu displeje pomocí T1 lze dosáhnout také malé úspory energie ,ale bohužel displej má po tomto zákroku minimální a velice rychle i nulovou čitelnost. Touto cestou nelze uvažovat zmenšení spotřeby zařízení.

Jediné použitelné snížení energie probíhalo pouze při návrhu celého zařízení. Byla zavedena maximální jednoduchost s použitím minimálního počtu součástek. Indikační dioda vzhledem k 10-12% nárůstu spotřeby celého zařízení nebyla použita. S předcházejícího odstavce stejně vyplývá neustálé použití podsvícení displeje a to zaručuje dostatečnou indikaci zapnutí celého zařízení.

Poslední úsporou energie bylo použití modrého displeje s LED diodovým podsvícením. Tento displej má při používání podsvícení nižší celkový odběr proudu než displej ze žluto-zeleným podsvícením.

5.5. Popis schématu

JP1 je šestipinový konektor pro připojení programátoru BiProg. Slouží ke kompletnímu přeprogramování mikrokontroléru.

JP2 je šestnácti pinový konektor pro připojení displeje.

RX868FSK1 je vysokofrekvenční přijímač (podkapitola 4.4.).

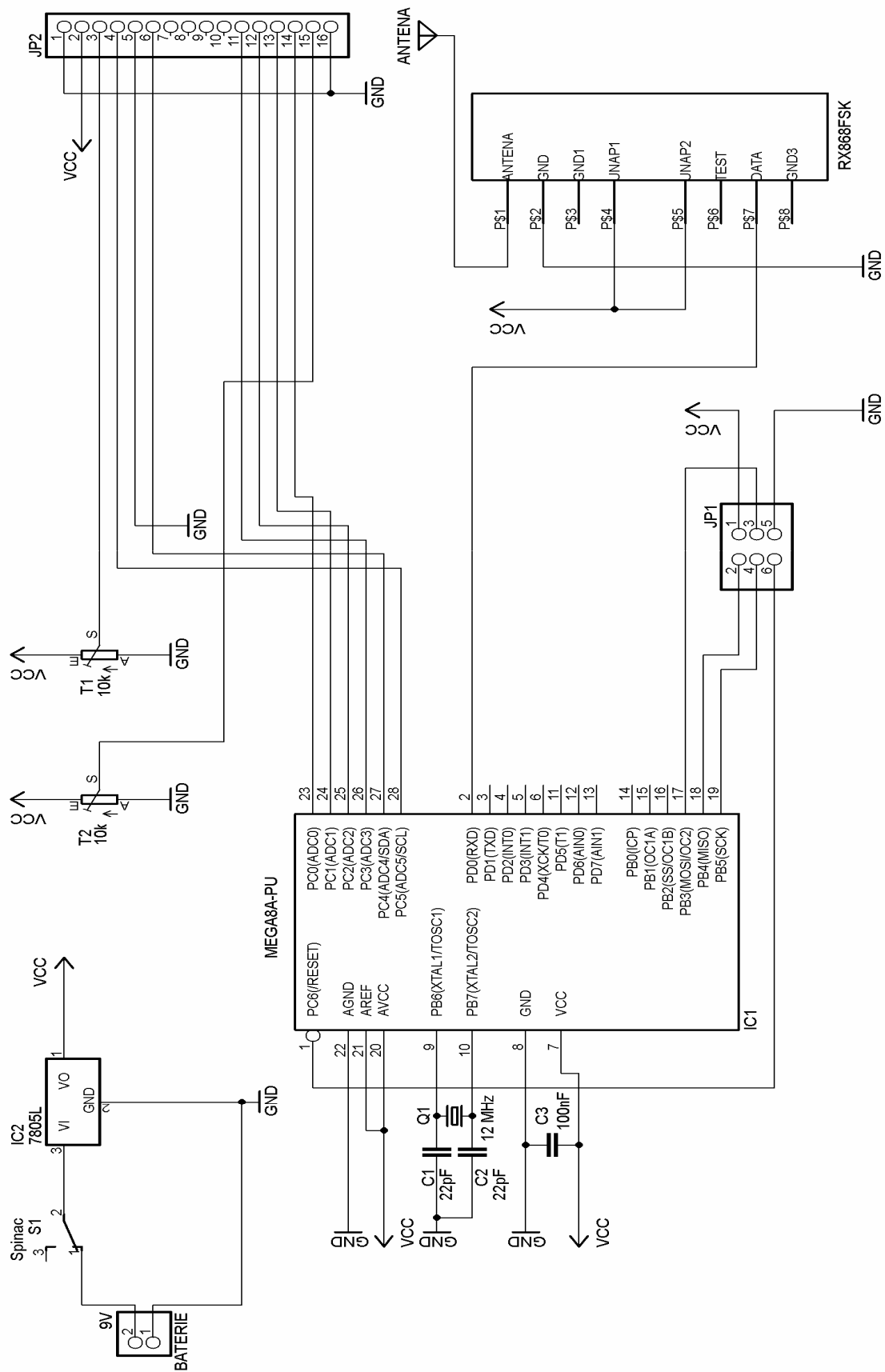
IC1 je mikrokontrolér ATMEGA8A-PU (podkapitola 3.5.).

IC2 je stabilizátor 78L05 (5V a maximálně 100mA)

T1 reguluje kontrast displeje.

T2 reguluje intenzitu podsvícení displeje a případné vypnutí podsvícení.

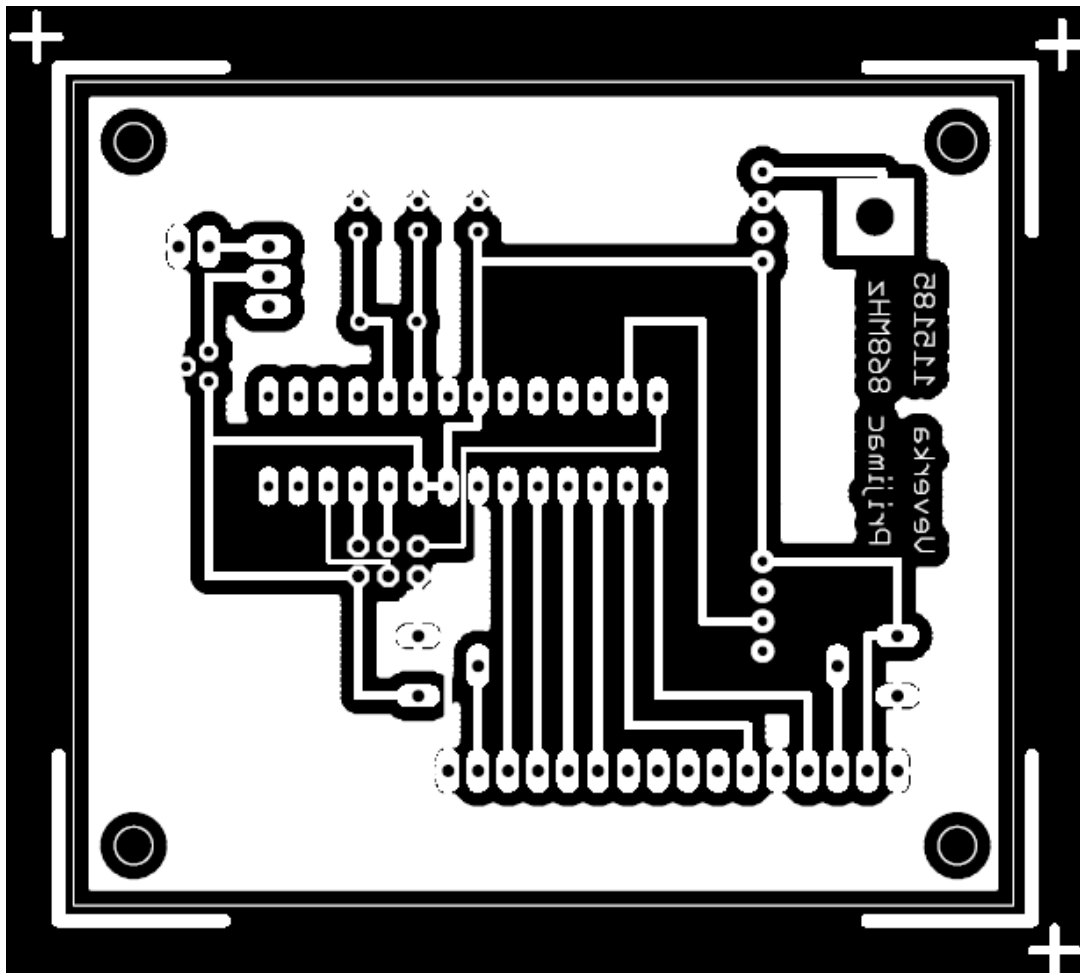
S1 spínač pro zapnutí a vypnutí celého zařízení



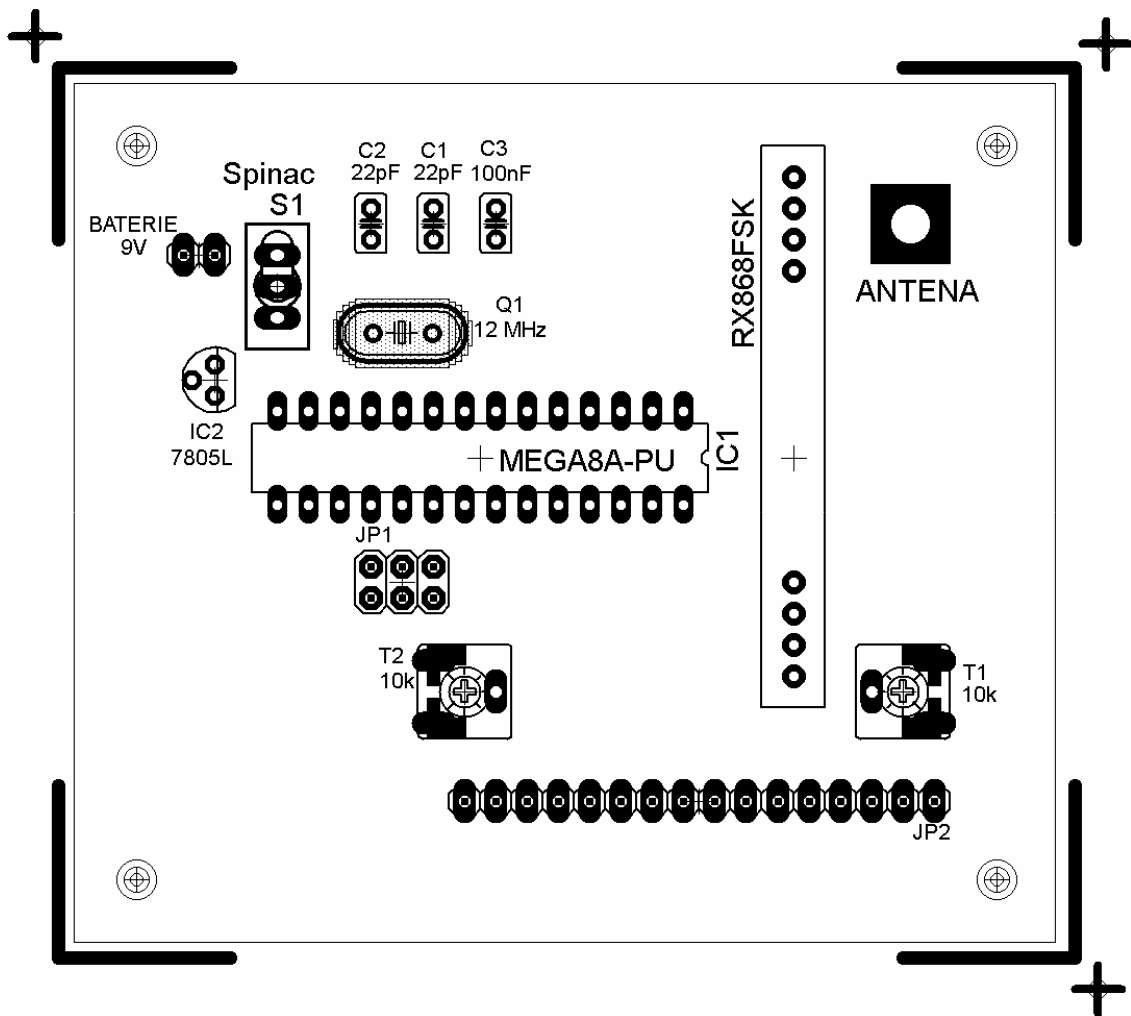
obrázek 5.3 Schéma přijímací části zobrazovací jednotky

5.6. Deska plošných spojů vysílací části

Prototyp plošného spoje vysílací části má velikost 80x70 mm a je vytvořen jako jednostranný. K návrhu byl použit freewarový program Eagle 5.4.. Tvar a rozměry této desky byly upraveny vzhledem k maximální jednoduchosti návrhu. Displej je přímo na desce, tak že jej lze běžně používat. Finální verze zařízení by mohla klidně vypadat jako prototyp a bylo by nutné ji upravovat pouze dle použité krabice a displeje.



obrázek 5.4 Návrh plošného spoje pro vyhotovení desky plošných spojů



obrázek 5.5 Návrh plošného spoje pro osazení vyhotoveného prototypu

6. ŘÍDÍCÍ SOFTWARE

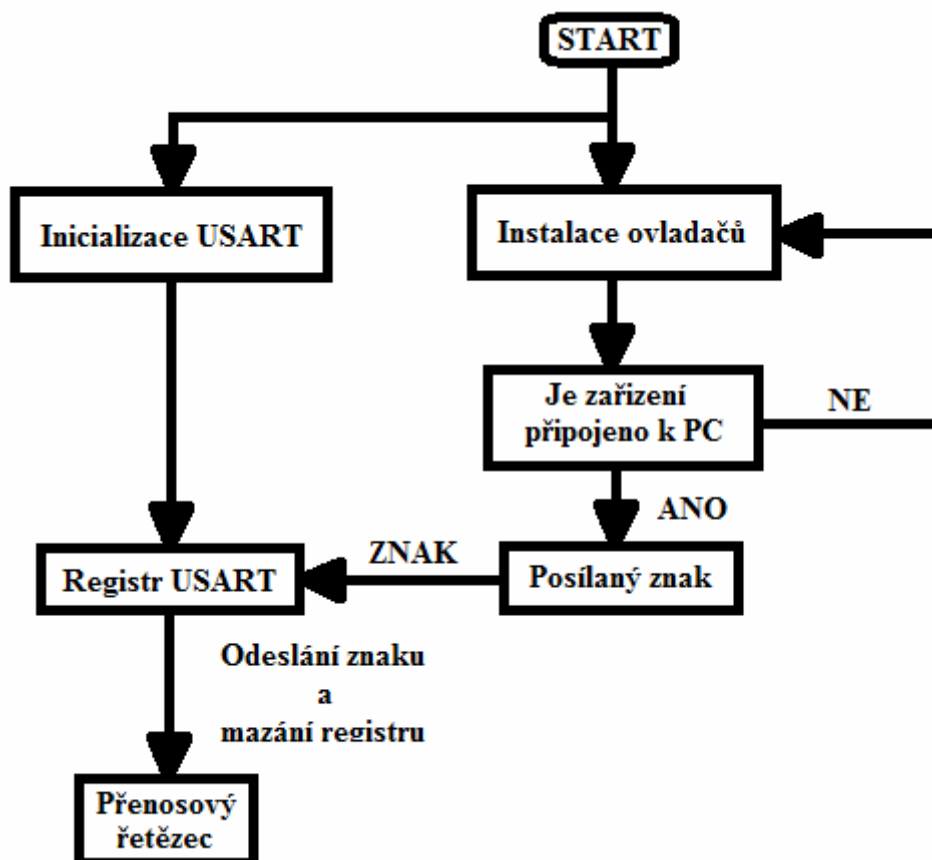
Software pro celé zařízení je vytvářen v jazyce C. Překlad do hexadecimálního kódu byl proveden pomocí AVR Studio 4. Následně nahrání celého kódu do ATmega8A-PU bylo provedeno pomocí programátoru BiProg. Jako ovládací software programátoru bylo použito AVR Studio 4 s ovladači pro STK500.

6.1. Software vysílací části

Tato část obsahuje software pro inicializaci jednotky USART a knihovny pro komunikaci s PC přes USB port.

Inicializace jednotky USART je zastoupena konkrétním registrem, který přesně určuje kompletní nastavení komunikace. Pro použitý ATmega 8A - PU to jsou celkem 4 registry UCSRA, UCSRB, UCSRC a UBRR. Každý registr je sestaven z osmi bitů. Každý bit registru zastupuje nastavení určité funkce. Přehledné nastavení a příklad použití je dostupný v datasheetu [4] ke konkrétnímu mikrokontroléru.

Software pro komunikaci přes USB je dostupný na [24]. Jedná se o zapojení dvou zenerových diod, tří odporů a dvou kondenzátorů. To vše je samozřejmě připojeno na mikrokontrolér s nakonfigurovaným softwarem.



obrázek 6.1 Vývojový diagram softwaru vysílací části

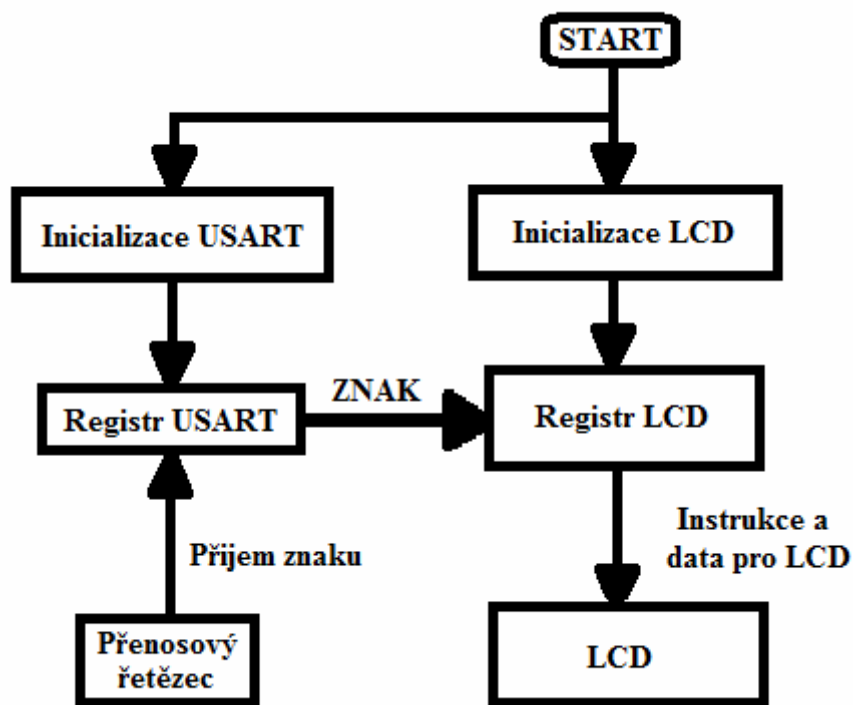
6.2. Software přijímací části

Tato část obsahuje pouze software pro inicializaci jednotky USART a knihovny pro ovládání LCD displeje.

Inicializace jednotky USART je zastoupena v konkrétním programu ve tvaru registrů přesně určených pro kompletní nastavení mikrokontroléru. Pro použitý ATmega 8 to jsou celkem 4 registry UCSRA, UCSRB, UCSRC a UBRR. Každý registr je sestaven z osmi bitů. Každý bit zastupuje nastavení (povolení/zákaz) určité funkce. Přehledné nastavení a příklad použití je dostupný v datasheetu [4].

Datový rámec je nastavený na 8N2. to znamená 8 datových bitů, 2 stop bity a žádná parita. Přijímací část má softwarově i hardwarově znemožněné odesílání dat. Přenos je nastaven asynchronně na rychlost Baud Rate 4800. Rychlost je nastavena při použití 12 MHz krystalu.

Knihovny pro ovládání displej jsou dostupné na [25]. Obsahují nastavení na použitý dvou řádkový, šestnácti znakový LCD displej. Obsahují standardní sadu příkazů pro inicializaci a ovládání displeje.



obrázek 6.2 Vývojový diagram softwaru přijímací části

7. PRAKTICKÉ TESTY

7.1. Rozbor chyb

Systematická chyba krystalového oscilátoru

V zapojení byl použit krystalový oscilátor pro nastavování asynchronního přenosu jednotky USART. Vzniká tedy systematická chyba krystalového oscilátoru. Použijeme-li konkrétní 12MHz krystal s tolerancí kmitočtu 30 ppm, který bude provozován při teplotě o 10 °C odlišné od výrobcem uváděné, nebude-li uvedeno jinak, lze reálnou frekvenci tohoto krystalu vyjádřit:

$$f_{\text{reálná}} = f_{\text{clk}} [1 - 30\text{ppm} (T - T_0)^2] = 12 \cdot 10^6 [1 - 30 \cdot 10^{-9} \cdot (\pm 10)^2] = 11999964 \text{ Hz}$$

Výpočet této chyby je nejhorší možný případ a ve skutečnosti může být chyba mnohem menší.

Dále může vzniknout nějaká náhodná chyba při bezdrátové komunikaci s využitím CPU. Jedná se o skupinu chyb které vznikají při:

- zpracování informace mikroprocesorem na vysílací straně
- odeslání informace jednotkou USART,
- přenosu rádiovým prostředím
- příjmu informace jednotkou USART,
- zpracování informace mikroprocesorem na přijímací straně

7.2. Dosah bezdrátové komunikace

Teoretický dosah bezdrátových modulů je podle výrobce v zastavěné ploše kolem 50m. Při praktických testech bylo dosaženo bezproblémového vysílání v rámci jedné budovy v okruhu 30m od vysílače. Ve vzdálenosti 40m docházelo k zobrazení chybných segmentů a čistý signál bylo nutné „hledat“. Vzdálenost 50m je hraniční vzdálenost dosahu vysokofrekvenčních modulů. V této vzdálenosti velice záleželo na množství a materiálu překážek. Bezproblémový příjem byl pouze na určitých místech a v určité poloze (různá výška, různý směr).

Vysílání z budovy mimo budovu dosahovalo maximální vzdálenosti o 10m menší než v budově. Navíc signál bylo nutné často vyhledávat a poloha vysílače byla nutná ve stejné nebo větší nadmořské výšce než poloha přijímače. Zkrácené vzdálenosti způsobily pravděpodobně přechod signálu přes plastová okna, dveře a vanoucí vítr rychlostí 5-6km/h (1,39-1,67m/s).

Teoretický dosah bezdrátových modulů je podle výrobce na volném prostranství 300 a podle některých prodejců dokonce až 500 m.

Praktické měření dosahu ovšem ukázalo dosah s hranicí okolo pouze 200 m. Při vzdálenosti 100m byla komunikace modulů absolutně bezproblémová. Ze zvětšující se vzdáleností docházelo ke zhoršení příjmu. Na displeji se zobrazovaly chyby a bylo nutné hledat správnou

výškovou polohu pro bezproblémový příjem. Měření bylo prováděno na volném prostranství při rychlosti větru 10-12km/h (2,78-3,33m/s). Větší rychlost větru pravděpodobně způsobila snížení dosahu zařízení. Použití například v hale při nulových povětrnostních vlivech a minimálním rušení by modul mohl fungovat na větší vzdálenost.

7.3. Výdrž baterie

Měření bylo prováděné na přijímací části bezdrátové zobrazovací jednotky. K napájení byla použita obyčejná devíti voltová baterie. Displej měl podsvícení naplno a kontrast byl nastaven na úroveň vhodnou k bezproblémovému přečtení přijaté informace. Příjem probíhal neustále a vzdálenost vysílače byla dva metry.

Po určené době se voltmetr vždy za provozu připojil paralelně k devíti voltové baterii a došlo ke změření jejího aktuálního napětí. K zamezení chyb bylo prováděno měření dvěma digitálními voltmetry různých výrobců.

tabulka 7.1 napětí baterie

Doba provozu přijímače	Napětí baterie [V]	Poznámka
Před zapnutím	9,72	
Po zapnutí	7,74	
Po 10 minutách	7,34	
Po 30 minutách	7,05	
Po 60 minutách	6,68	
Po 90 minutách	6,41	
Po 120 minutách	6,20	
Po 150 minutách	5,92	
Po 180 minutách	5,64	
Po 190 minutách	5,50	Poznámka 1
Po 210 minutách	5,36	Poznámka 2
Po 220 minutách	5,25	Poznámka 3
Po 230 minutách	5,20	Poznámka 4
Po 240 minutách	5,18	Poznámka 5
Po 260 minutách	5,24	Poznámka 6
Po 270 minutách	5,22	Poznámka 7

Poznámka 1: Bylo nutné donastavení kontrastu displeje aby byla udržena stejná čitelnost jako na začátku testu. Při běžném používání to bude velmi dobrá indikace vybité baterie.

Poznámka 2: Počátek objevování občasných chyb na displeji. Špatné zobrazení znaků.

Poznámka 3: Zhoršení čitelnosti displeje. Rozsah nastavení displeje již není dostatečný. V pravé části displeje je vidět špatné nastavení kontrastu displeje.

Poznámka 4: Špatná čitelnost celé plochy displeje.

Poznámka 5: Znaky na displeji se začali zprůhledňovat. Displej je tedy úplně nečitelný. Zde končí maximální využitelnost přijímače.

Dále bylo sníženo podsvícení a vzhledem k tomu došlo k bezproblémové úpravě kontrastu. Displej se stal zase čitelný, ale za cenu menší intenzity podsvícení.

Poznámka 6: Došlo ke zhoršení čitelnosti znaků na displeji. Kontrast byl nastaven na čitelnou úroveň.

Poznámka 7: Na displeji se objevují chyby a zprůhledňování zobrazované informace. Následné doladění bylo možné pouze snížením intenzity podsvícení displeje. Toto snížení způsobilo čitelnost displeje již pouze v tmavém prostředí a na malou vzdálenost. Test byl tedy ukončen.

Plná využitelnost zařízení byla změřena na 180 minut bezproblémového provozu. Po této době je nutné znovu nastavit kontrast a máme k dispozici dalších 50-60 minut plného provozu. Celkem tedy zařízení při plném vytížení z obyčejnou baterii vydrží minimálně 230-240 minut. Snížením podsvícení z maximální hodnoty dosáhne zařízení mnohem delšího provozu. Použitím alkalické baterie by se měla doba použití také prodloužit. Běžná nabíjecí baterie by podle velikosti změřené spotřeby a kapacity baterie (160-200mAh) dosahovala hodnoty kolem 2-3hodin provozu.

ZÁVĚR

V rámci bakalářské práce byly prostudovány dostupné Alfanumerické zobrazovací jednotky připojitelné k PC. Studium jejich vývoje, funkcí a konstrukce bylo použito při návrhu Alfanumerické externí bezdrátové zobrazovací jednotky. Tato práce obsahuje návrh a popis konkrétních součástí Alfanumerické externí bezdrátové zobrazovací jednotky. Tato jednotka se skládá z vysílací části a přijímací části. U každé části je konkrétní schéma a deska plošných spojů. V příloze lze nalézt foto funkčních jednotek.

Vysílací část se skládá hlavně z USB portu, šestipinového konektoru, mikrokontroléru a bezdrátového vysokofrekvenčního modulu. USB port slouží prostřednictvím PC k ovládání a programování mikrokontroléru. Ovládání celého zařízení na PC je realizováno přes příkazový řádek. Přes USB port je realizované i napájení. Šestipinový konektor slouží k případnému kompletnímu přeprogramování mikrokontroléru. Mikrokontrolér zajišťuje kompletní ovládání vysílací části. Provádí komunikaci s PC a převod informací pomocí jednotky USART na sériový signál pro bezdrátový vysokofrekvenční modul. Bezdrátový vysokofrekvenční modul tento sériový signál vysílá na frekvenci 868MHz.

Přijímací část se skládá z přijímacího vysokofrekvenčního modulu na frekvenci 868MHz, mikrokontroléru, šestipinového konektoru a displeje s řadičem HD44780. Tento vysokofrekvenční modul přijme informaci v sériové podobě. Tato sériová informace je přenesena do mikrokontroléru, který ji převede na instrukce a data pro LCD displej. Mikrokontrolér zde tedy zastupuje funkci dekodéru a převodníku. S LCD displejem je komunikováno redukováným počtem vodičů, tedy pouze 4 datové místo plných 8 datových vodičů. Displej obsahuje řadič HD 44780, to znamená, že má předdefinovanou ASCII tabulku znaků. Pro zobrazení je použit dvouřádkový displej s šestnácti znaky na řádek. Pro napájení je použita 9V baterie s 5V stabilizátorem napětí.

ZDROJE INFORMACÍ

- [1] MATULÍK, R. Firma Aterm: Zobrazovací jednotky [online]. [cit. 12.října 2010]. Dostupné na WWW: < <http://www.aterm.cz/ZMerm.htm> >.
- [2] VÍTEK, J. Recenze Alphacool LC-Display. 19.3.2008, [cit. 23.října 2010]. 3 kapitoly. Dostupné na WWW: < http://www.svethardware.cz/art_doc-6FEF4490F5AE3753C1257406004BEDB9.html >.
- [3] ATMEL CORPORATION. AVR [online]. 2010. Dostupné na WWW: < <http://www.atmel.com/products/avr/> >.
- [4] ATMEL CORPORATION. AVR 8-Bit ATmega8L: Datasheet [online]. 310 stran. Dostupné na WWW: <http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2486.pdf>.
- [5] FRÝZA, T. Zobrazovací zařízení, zpracování analogových signálů: Přednáška č.6 k předmětu Mikroprocesorová technika. Brno: FEKT, VUT v Brně, 2010.
- [6] Firma FLAJZAR,s.r.o.. Přijímač 868MHz FSK1: Základní popis [online]. <http://www.flajzar.cz/data/files/381-Vf_moduly_FLAJZAR.pdf>.
- [7] Firma FLAJZAR,s.r.o.. Přijímač 868MHz FSK1 : Zapojení vývodů [online]. 1 strana. Dostupné na WWW: <http://www.flajzar.cz/data/files/382-VF_moduly_pin.pdf>.
- [8] Firma FLAJZAR,s.r.o.. Vysílač 868MHz FSK miniaturní : Základní popis [online]. Dostupné na WWW: <<http://www.flajzar.cz/vf-moduly-868mhz/vysilac-868-3mhz-fsk-miniaturni.htm>>.
- [9] Firma FLAJZAR,s.r.o.. Vysílač 868MHz FSK miniaturní: Zapojení vývodů [online]. 1 strana. Dostupné na WWW: <http://www.flajzar.cz/data/files/386-VF_moduly_pin.pdf>.
- [10] POVALAČ, A. AVR ISP programátor BiProg [online]. Brno: FEKT, VUT v Brně, 2010. 4 s. [cit. 10.prosince 2010]. Dostupné na WWW: < http://www.urel.feec.vutbr.cz/web_documents/dilna/BiProg/biprogram_urel.pdf >.

- [11] RUCKL, L. Biprog - nejen ISP programátor [online]. 16. června. 2008, [cit. 10. prosince 2010]. Dostupné na WWW: < <http://web.quick.cz/ruckl/biprog/biprog.html> >.
- [12] GM elektronik. LCD displej s řadičem: MC1602E-SBL/H. Datasheed. 11stan. <http://www.gme.cz/_dokumentace/dokumenty/513/513-128/dsh.513-128.1.pdf>.
- [13] GM elektronik. Konektor USB A do DPS – vidlice: USB1X90A SMD. Popis. <<http://www.gme.cz/cz/usb1x90a-smd-p832-172.html>>.
- [14] ANTOŠOVÁ, M, DAVÍDEK, Vratislav. Učebnice ČÍSLICOVÁ TECHNIKA. České Budějovia. ISBN 80-7232-207-9
- [16] VACULA, R. Modul informačního displeje k PC TIPA PT010. 19. 03. 2006. [Cit. 22. října 2010]. Dostupné na WWW: <<http://www.postreh.com/phprs/view.php?cislocclanku=2006031902>> .
- [17] FRÝZA, T. Zobrazovací zařízení, zpracování analogových signálů: Přednáška č.1 k předmětu Mikroprocesorová technika. Brno: FEKT, VUT v Brně, 2010.
- [18] LOSÍK, V. C pro mikrokontroléry. Praha 2003. 275s. ISBN 80-7300-077-6
- [19] MATOUŠEK, D. C pro mikrokontroléry ATMEL AT89S52. Praha 2007. 231s. ISBN 978-80-7300-215-9
- [20] BEZDĚK, M. Učebnice ELEKTRONIKA 1. České Budějovice, 2005. 272 s. ISBN 80-7232-171-4
- [21] VÁŇA, V. Mikrokontroléry ATMEL AVR - Programování v jazyce C. Praha 2003. ISBN 80-7300-102-0
- [22] ŠUBRT, V. Mikrokontroléry ATMEL AVR - vývoj aplikací. Praha 2002. 96s. ISBN 80-7300-055-5
- [23] MATOUŠEK, D. PRÁCE S MIKROKONTROLÉRY ATMEL ATmega 16 4.díl. 319s. Praha 2006. ISBN 80-7300-174-8
- [24] Objective Development Software GmbH. V-USB. [online]. 2011. Dostupné na < <http://www.obdev.at/products/vusb/index.html> >.

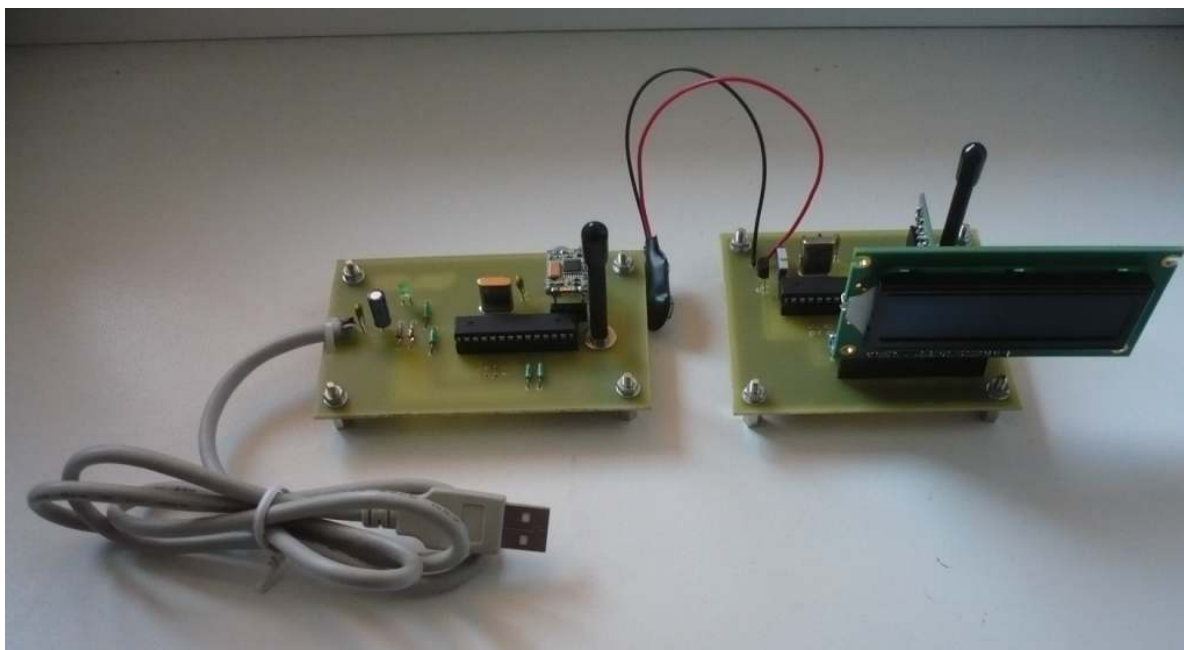
- [25] RADU. Technology blog. Knihovny LCD. [online]. 2011.
Dostupné na <<http://www.pocketmagic.net/?p=447>>.
- [26] HARBAUM, T. LCD2USB. [online]. 2010.
Dostupné na <<http://www.harbaum.org/till/lcd2usb/index.shtml>>.
- [27] STREEFLAND, D. USBtiny. [online]. 2010.
Dostupné na <<http://www.xs4all.nl/~dicks/avr/usbtiny/>>.

SEZNAM ZKRATEK

LPT	- Paralelní port
USART	- Universal Synchronous and Asynchronous Receiver and Transmitter
ASCII	- American Standard Code for Information Interchange, znaková sada
ISP	- In System Programming
AVR	- firma vyrábějící mikrokontroléry
ASM	- assembler
HEX	- hexadecimální zápis čísel
IrDA	- Bezdrátový přenos dat pomocí infračerveného záření
ISM	- Industrial, Scientific and Medical
LCD	- Liquid Crystal Display, displej z molekul tekutých krystalů
PC	- Personal Computer
USB	- Universal Serial Bus, univerzální sériová sběrnice
SMD	- součástka pro povrchovou montáž plošných spojů
LED	- Light-Emitting Diode - dioda emitující světlo

SEZNAM PŘÍLOH

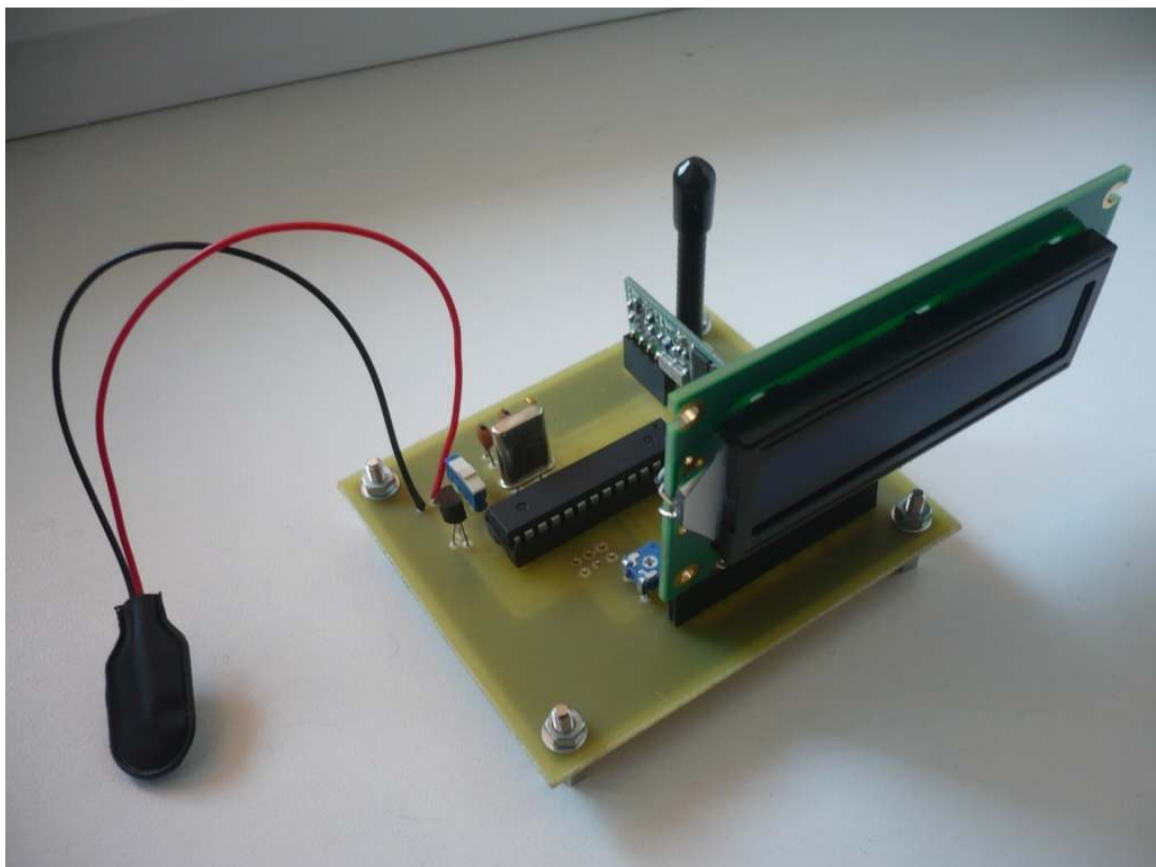
Příloha 1: Fotografie vysílací a přijímací části	46
Příloha 2: Fotografie vysílací části	47
Příloha 3: Fotografie přijímací části	47
Příloha 4: Seznam součástek vysílací část	48
Příloha 5: Seznam součástek přijímací část	48



Příloha 1: Fotografie vysílací a přijímací části



Příloha 2: Fotografie vysílací části



Příloha 2: Fotografie přijímací části

Příloha 4: Seznam součástek vysílací části

Součástka	hodnota
VF vysílač	868MHz
Anténa	868MHz
C1	22pF
C2	22pF
C3	100nF
C4	100nF
C5	10 μ F
D1	3,6V
D2	3,6V
IC1	ATmega 8A- PU
JP1	Šestipinový konektor
LED1	Led Green 3mm
Q1	12MHz
R1	68 Ω
R2	68 Ω
R3	2,2k Ω
R4	200 Ω

Příloha 3: Seznam součástek přijímací části

Součástka	hodnota
VF přijímač	868MHz
Anténa	868MHz
C1	22pF
C2	22pF
C3	100nF
IC1	ATmega 8A- PU
IC2	78L05
JP1	Šestipinový konektor
JP2	Šestnáctipinová patice
Q1	12MHz
S1	Spínač jednopólový
T1	10k Ω
T2	10k Ω
BATERIE 9V	Pro připojení 9V baterie