

Možnost využití služeb radioamatérského systému APRS při krizových situacích

Possibility of use ham APRS service in crisis

Bc. Petr Hronek

Diplomová práce
2011

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Petr HRONEK**
Osobní číslo: **A08433**
Studijní program: **N 3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**

Téma práce: **Možnost využití služeb radioamatérského systému APRS při krizových situacích**

Zásady pro vypracování:

1. Provedte rozbor legislativních podkladů s ohledem na využití dobrovolníků – radioamatérů při krizových situacích a informujte o stávající situaci.
2. Navrhněte možné oblasti využití systému APRS.
3. Navrhněte zapojení trackeru dle požadavků.
4. Navrhněte software pro použitý mikrokontroler.
5. Při všech návrzích zohledněte požadavek na úspory energie.
6. Realizujte navržené zapojení.
7. Provedte kontrolní ověření funkce a měření spotřeby prototypu.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. FREJLACH K. Nové režimy radioamatérského provozu, České Budějovice: Ing. Karel Frejlach 2001 188s ISBN 80-238-6814-4
2. PECHAČ P., ZVÁNOVEC S. Základy šíření vln, Praha: BEN 2007 200s. ISBN 97-80-7300-223-7
3. APRS Working Group APRS Protocol Reference Version 1.0, Tuscon: Tucson Amateur Packet Radio Corp 128s. ISBN 0-9644707-6-4
4. BEECH W. NIELSEN D. TAYLOR J. AX.25 Link Access Protocol for Amateur Packet Radio version 2.2. Tuscon: Tucson Amateur Packet Radio Corp 143s.
5. RAIS K. SMEJKAL V. Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích, druhé vydání, Praha, Grada Publishing a.s. 2006 296s. 80-247-1667-4
6. Katalogové listy ATMEL <http://atmel.com/>
7. Projekt WhereAVR <http://garydion.com/projects/whereavr/>
8. Stránky APRS <http://www.aprs.cz/>
9. Zákon č. 239/2000 sb. <http://portal.gov.cz/>
10. Zákon č. 240/2000 sb. <http://portal.gov.cz/>

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Ján Ivanka

Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

19. února 2010

Termín odevzdání diplomové práce:

7. června 2010

Ve Zlíně dne 19. února 2010


prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan




doc. RNDr. Vojtěch Křesálek, CSc.
veditel ústavu

ABSTRAKT

Cílem práce je analyzovat možnosti spolupráce radioamatérů a integrovaného záchranného systému, v další části pak navrhnout jednoduché zařízení pro předávání telemetrických dat prostřednictvím systému APRS. Výstupem je návrh oblastí možné spolupráce a jednoduchého trackeru. Práce obsahuje teoretickou část s úvodem do dané problematiky legislativy a vysvětlení principů a technik používaných systémy APRS.

Klíčová slova: integrovaný záchranný systém, hasičský záchranný sbor, radioamatér, packet radio, APRS, AX25, AVR, ISP

ABSTRACT

The main goal of this thesis is to analyse the possibilities for cooperation amateurs and integrated rescue system, in the second part propose a simple device for APRS system. The output is a proposal for possible cooperation and a simple tracker. Thesis contains a theoretical section with an introduction to the legislation issues and explanation of the principles and techniques used in APRS systems

Keywords: integrated rescue systém, fire department, ham, packet radio, APRS, AX25, AVR, ISP

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval svému vedoucímu diplomové práce Ing. Jánovi Ivankovi za odborné vedení, poskytnuté konzultace a čas nutný při tvorbě diplomové práce.

Také bych chtěl poděkovat své rodině za podporu po celou dobu studia a trpělivost s tolerancí, kterou mne zahrnovala.

Motto

Lidé si rádi navzájem pomohou, jen k tomu nesmí dostat rozkaz.

Prohlašuji, že

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

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně

.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 LEGISLATIVA V IZS A POSTAVENÍ DOBROVOLNÍKŮ	11
1.1 ZÁKON 239/2000 SB.	11
1.1.1 Radioamatéři a Zákon 239/2000 Sb.....	11
1.2 ZÁKON 133/1985 SB.	13
1.2.1 Radioamatéři a Zákon 133/1985 Sb.....	13
2 LEGISLATIVA V AMATÉRSKÉ RADIOKOMUNIKAČNÍ SLUŽBĚ	15
2.1 AMATÉRSKÁ RADIOKOMUNIKAČNÍ SLUŽBA.....	15
2.1.1 Vyhláška 156/2005 Sb.	16
3 SOUHRN K ZÁKONNÝM NORMÁM	18
4 APRS	19
4.1 ÚVOD DO APRS.....	19
4.1.1 Filozofie designu APRS.....	21
4.1.2 Způsoby přístupu k přenosovému médiumu – časování paketů	23
4.1.3 Šíření informací z místního uzlu.....	23
4.2 AX25.....	28
4.3 BELL 202.....	30
II PRAKTICKÁ ČÁST	33
5 ZAPOJENÍ TRACKERU	34
5.1 VÝBĚR KOMPONENT.....	34
5.1.1 Univerzálnost využití.....	35
5.1.2 Dostupnost komponent.....	35
5.1.3 Spotřeba a možnost jejího řízení.....	36
5.2 ČÁSTI ZAPOJENÍ.....	40
5.2.1 Zdroj.....	40
5.2.2 Vstup signálu.....	41
5.2.3 D/A převodník, výstup signálu	41
5.2.4 ISP konektor.....	42
5.2.5 Procesor.....	45
5.2.6 Přípojná místa, konektory	45
6 SOFTWARE PRO MIKROKONTROLER	46
6.1 POPIS PROVEDENÝCH ÚPRAV.....	46
6.2 GENERÁTOR KONFIGURAČNÍHO SOUBORU PRO EEPROM.....	46
6.2.1 Popis vlastního programu.....	46
6.2.2 Popis uživatelského rozhraní.....	47
6.2.3 Obsah paměti eeprom.....	47
7 REALIZACE ZAPOJENÍ	49
7.1 POUŽITÉ NÁVRHOVÉ PROSTŘEDKY.....	49
7.2 OSAZENÍ.....	50
8 OVĚŘENÍ FUNKCE, MĚŘENÍ SPOTŘEBY	51

8.1	KONFIGURACE ZAPOJENÍ PRO MĚŘENÍ	51
8.1.1	Měřicí přístroje	52
8.2	VZORCE A VÝPOČTY	53
8.3	NAMĚŘENÉ HODNOTY	55
8.4	SHRnutí VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ	58
	ZÁVĚR	59
	ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ	60
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	61
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	63
	SEZNAM OBRÁZKŮ	65
	SEZNAM TABULEK	66
	SEZNAM PŘÍLOH	67

ÚVOD

V průběhu konce minulého století začalo spolu s rozmachem a snadnější dostupností výpočetní techniky rozšiřování digitálních způsobů kódování informací i v radioamatérském vysílání. Postupem času vznikly určité standardy kódování a byla vybudována síť Packet Radio. S masovým rozšířením internetu její význam klesá, nicméně je stále funkční, udržována lidmi, kteří jsou ochotni udělat něco pro jiné ve svém volném čase a za své prostředky. Zápal pro věc a ochota udělat něco pro jiné jsou celkem dobrou zárukou toho, že by tito lidé nenechali ostatní na holičkách.

V poslední době se i u nás začíná rozvíjet telemetrický systém APRS, který je postaven na stejném protokolu jako zařízení sítě Packet Radio. Využívá stejné způsoby komunikace a nabízí nové možnosti využití. Pro přenos dat APRS lze s různými úpravami využít stávající zařízení, navíc díky silnému zázemí naší i zahraniční komunity vývojářů jsou neustále opravovány případné chyby. Je však zřejmé, že potenciál tohoto systému není v našich podmínkách využit.

Ve své práci se pokusím ukázat jednu z možností jak využít značného potenciálu, který tento systém spolu s lidmi, kteří za ním stojí, nabízí. Nastíním legislativní zázemí pro využití tohoto systému v součinnosti se složkami IZS. Součástí práce je i návrh jednoduchého zařízení pro kódování telemetrických údajů do formátu pro přenos systémem APRS.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 LEGISLATIVA V IZS A POSTAVENÍ DOBROVOLNÍKŮ

Pro činnost IZS v České republice jsou nejdůležitějšími tyto právní normy:

- Zákon 239/2000 Sb. O integrovaném záchranném systému a změně některých zákonů
- Zákon 133/1985 Sb. O požární ochraně
- Zákon 238/2000 Sb. O hasičském záchranném sboru České republiky

1.1 Zákon 239/2000 Sb.

§1

Tento zákon vymezuje integrovaný záchranný systém, stanoví složky integrovaného záchranného systému a jejich působnost, pokud tak nestanoví zvláštní právní předpis, působnost a pravomoc státních orgánů a orgánů územních samosprávných celků, práva a povinnosti právnických a fyzických osob při přípravě na mimořádné události a při záchranných a likvidačních pracích a při ochraně obyvatelstva před a po dobu vyhlášení stavu nebezpečí, nouzového stavu, stavu ohrožení státu a válečného stavu (dále jen "krizové stavy").[1]

Pro využití dobrovolníků je důležitý §4 kde jsou definovány složky IZS (Integrovaného záchranného systému) a mezi ostatní složky IZS jsou zařazeny neziskové organizace a sdružení občanů, která lze využít k záchranným a likvidačním pracím.

Dále dle §19 je *velitel zásahu při provádění záchranných a likvidačních prací oprávněn vyzvat právnické, nebo fyzické osoby k poskytnutí osobní, nebo věcné pomoci. [1]* Takto lze řešit akutní potřebu lidské síly nebo materiální pomoc například automobil, elektrocentrálu, motorový člun.

Paragraf 19 dává veliteli zásahu pravomoc včlenit do IZS potřebné odborníky, případně prostředky. Díky němu lze operativně řešit potřebu konzultací a pomoci od vysoce kvalifikovaných odborníků, kteří nejsou standardně součástí IZS

1.1.1 Radioamatéři a Zákon 239/2000 Sb

Zákon 239/2000Sb umožňuje veliteli zásahu včlenit radioamatéry buďto jako sdružení občanů, nebo jako fyzické osoby.

Lze si představit situaci, kdy velitel zásahu pro zajištění informací ze specifické, obtížně přístupné lokality vyzve k poskytnutí osobní a věcné pomoci radioamatéra. Jen narážíme na dva zásadní problémy:

- Velitel by musel o možné pomoci vědět, což by znamenalo vést seznam radioamatérů spolu se seznamem vybavení jednotlivých radioamatérů. Toto samo o sobě by bylo dost značným zásahem do soukromí dotčených a nejsem si jist, zda - li by pro dotčené bylo akceptovatelné poskytovat informace o svém vybavení a pravidelně je aktualizovat. Stejně tak by přibyla další agenda a nevěřím, že by se přidání další práce setkalo s pochopením, spíše s odsouzením a nenápadným bojkotem.
- Druhým a možná důležitějším problémem by byla nemožnost prověřit možnosti a schopnosti techniky a obsluhy při cvičení. Protože daný zákon sice umožňuje začlenit síly a prostředky k likvidaci přímého ohrožení a jeho následků, nikoliv však pro nácvik potencionálních situací. Obávám se, že toto by bylo pověstnou „poslední kapkou“ trpělivosti velitele zásahu, který je zvyklý spoléhat se na profesionální přístup všech podřízených jednotek, jejichž slabiny a silné stránky zná. Začlenění neznámého nepředvídatelného, i když potencionálně užitečného systému by nebylo snadné ani v rámci cvičení, natož při reálné situaci ve stresu a časové tísní.

V každém případě je však nutné, aby velitel zásahu o možné pomoci věděl a znal možnosti a omezení případné pomoci.

Bohužel, začlenění radioamatérů do případného cvičení pro obeznámení se s možnostmi a limitacemi je na základě tohoto zákona možné, jen pokud jde o právnickou osobu zahrnutou do havarijního plánu. Což by znamenalo posun od dobrovolné pomoci k povinné, stejně tak by to znamenalo spoustu byrokracie.

Dostali bychom se do situace, kdy lidé, kteří by dobrovolně rádi poskytli vše bez požadavků na jakoukoliv kompenzaci, byli přinuceni dělat totéž ale jako povinnost, navíc by museli dělat spoustu „zbytečné“ práce okolo papírů a to by je pravděpodobně znechutilo natolik, že by svoji energii a nadšení obrátili jiným směrem.

1.2 Zákon 133/1985 Sb.

Zde se otevírá další možnost, jak lze pomoci a to jako člen dobrovolných jednotek požární ochrany, jejich kategorie a působnosti definuje příloha.

Kategorie jednotek požární ochrany:

Pro účely plošného pokrytí se jednotky požární ochrany dělí na jednotky

a) s územní působností zasahující i mimo území svého zřizovatele

- 1. JPO I - jednotka hasičského záchranného sboru s územní působností zpravidla do 20 minut jízdy z místa dislokace,*
- 2. JPO II - jednotka sboru dobrovolných hasičů obce s členy, kteří vykonávají službu jako svoje hlavní nebo vedlejší povolání, s územní působností zpravidla do 10 minut jízdy z místa dislokace,*
- 3. JPO III - jednotka sboru dobrovolných hasičů obce s členy, kteří vykonávají službu v jednotce požární ochrany dobrovolně, s územní působností zpravidla do 10 minut jízdy z místa dislokace,*

b) s místní působností zasahující na území svého zřizovatele

- 1. JPO IV - jednotka hasičského záchranného sboru podniku,*
- 2. JPO V - jednotka sboru dobrovolných hasičů obce s členy, kteří vykonávají službu v jednotce požární ochrany dobrovolně,*
- 3. JPO VI - jednotka sboru dobrovolných hasičů podniku.*

V dohodě se zřizovatelem mohou být tyto jednotky využívány k zásahům i mimo svůj územní obvod. [1]

1.2.1 Radioamatéři a Zákon 133/1985 Sb.

Zákon 133/1985 Sb. stanoví mimo jiné také kategorie jednotek požární ochrany složených z dobrovolných členů. Zde se otevírají potřebné legislativní možnosti pro spolupráci radioamatérů a složek IZS.

Pokud se radioamatéři stanou členy takovéto jednotky na podobném základě jako psovodi, je začlenění jednodušší a je možno prověřit všechny možnosti využití v rámci pravidelných

cvičení. Výhodou tohoto řešení by bylo zachování dobrovolnosti, poznání principů a postupů při zvládnání krizových situací, spojené s nácvikem. Také poznání dalších členů družstva, může přispět k tomu, že budou vnímáni jako součást týmu a jejich dovednosti budou přijaty a využity.

2 LEGISLATIVA V AMATÉRSKÉ RADIOKOMUNIKAČNÍ SLUŽBĚ

2.1 Amatérská radiokomunikační služba

Česká republika přistoupila k Ústavě ITU (International Telegraph Union) a k Úmluvě ITU usnesením vlády ČR č. 397/1664 ze dne 13. Července 1994, a usnesením vlády ČR č.819/2000 ze dne 23. Srpna 2000 schválila změny obou základních dokumentů ITU. Tímto se stala výše jmenovaná opatření ITU pro ČR právně závaznými.

V ČR je několik možností vysílání dat, nejprve ta nejméně použitelná pro nekomerční subjekt:

- využít licencované frekvence na primární bázi. Výhodou je minimum rušení. Nevýhodami jsou cena za plošný frekvenční příděl i za zařízení, také se jeví problematické zajištění zařízení, případně jeho modifikace.
- využít bezlicenční pásmo. Výhodou je cena. Frekvence je zadarmo. Zařízení se dělají masově, takže jsou taky za rozumné ceny. Navíc jsou poměrně dobře dostupná. Nevýhodou je extrémní úroveň rušení a někdy tvrdé předpisy
- stát se radioamatérem, využít radioamatérské zařízení. I operátor s třídou NOVICE může postavit a zprovoznit zařízení pro experimentování a ověření funkce. Stejně tak lze provést všechna měření a přezkoušení zařízení. Pro účely vysílání telemetrických dat lze využít frekvenci 144,800 MHz používané u nás a většině Evropy pro účely APRS
 - o Třídy radioamatérských oprávnění dle CEPT (European Conference of Postal and Telecommunications Administrations) HAREC (Harmonised Amateur Radio Examination Certificate)
 - Třída A (Class A) umožňuje operátorovi pracovat ve všech přidělených kmitočtových pásmech s maximálním výstupním výkonem 750W
 - Třída N (Class Novice) umožňuje operátorovi pracovat s maximálním výstupním výkonem 10W ve vybraných kmitočtových pásmech z pásme přidělených radioamatérské radiokomunikační službě.

- Obě třídy umožňují využít obecně využívané kmitočty pro APRS s jediným rozdílem a to ve výstupním výkonu.

2.1.1 Vyhláška 156/2005 Sb.

§1 stanoví některé důležité pojmy:

- a) *amatérskou radiokomunikační službou radiokomunikační služba pro sebevzdělávání nebo pro vzájemná spojení prováděná oprávněnými osobami nevýdělečně,*
- b) *amatérskou stanicí jeden nebo několik vysílačů nebo soubor vysílačů a přijímačů, včetně jejich příslušenství potřebných na daném stanovišti k výkonu amatérské radiokomunikační služby (dále jen "stanice"),*
- c) *provozováním stanice příjem a vysílání rádiových vln,*
- d) *volací značkou každé poznávací označení stanice, které umožňuje zjištění její totožnosti během vysílání,*
- e) *průkazem odborné způsobilosti HAREC 2) (Harmonised Amateur Radio Examination Certificate) průkaz operátora amatérské radiokomunikační služby mající mezinárodní platnost (dále jen "průkaz HAREC"),*
- f) *průkazem odborné způsobilosti NOVICE 2) průkaz operátora amatérské radiokomunikační služby mající platnost v České republice (dále jen "průkaz NOVICE"),*
- g) *operátorem osoba obsluhující stanici,*
...
- m) *paketovým uzlem vysílací rádiové zařízení provozované v kmitočtových pásmech vyhrazených pro amatérskou radiokomunikační službu, umožňující vstup do rádiové sítě pro přenos dat mezi stanicemi s výjimkou stanic systému pro automatické předávání údajů o poloze (APRS - Automatic Position Reporting System),*
...
- q) *maximálním výstupním výkonem špičkový výkon vysílacího zařízení dodávaný do anténního napáječe.*

Dále vyhláška 156/2005 Sb. § 8 stanoví obsah vysílání:

(1) Obsahem vysílání nesmí být zpráva mající povahu komerčního, rozhlasového nebo televizního vysílání.[1]

(2) Stanici nelze použít k předávání zpráv třetím osobám s výjimkou případů, kdy se jedná o odvrácení bezprostředně hrozícího nebo existujícího nebezpečí při ohrožení lidského života, zdraví, majetku nebo životního prostředí. V takovém případě je amatérská radiokomunikační služba považována za tísňovou komunikaci a k tomuto účelu může každý operátor využívat všechna kmitočtová pásma určená pro amatérskou radiokomunikační službu.[1]

§6 stanoví, že *neobsluhovanou stanicí se rozumí, amatérský převaděč, amatérský maják, nebo paketový uzel[1].* Zde nelze zařízení APRS považovat dle §1 za paketový uzel, i přes to, že využívá stejný druh modulace a stejný protokol jako uzly sítě Paket rádio.

Pro vysílání lze tedy využít povolených výkonů v dané třídě obsluhujícího operátora, tedy 750W pro držitele oprávnění HAREC a 10W pro držitele oprávnění NOVICE. Nicméně dosahování takovýchto výkonů není žádoucí z důvodu rušení okolních segmentů sítě APRS a z pohledu zamýšleného využití by zvýšení výkonu zásadním způsobem ovlivnilo spotřebu celého zařízení a tím i jeho schopnost pracovat autonomně.

3 SOUHRN K ZÁKONNÝM NORMÁM

Zákony umožňují občanům a organizacím pomáhat při zvládnání mimořádných událostí a jejich následků. Pomoc však musí být prováděna v koordinaci a s vědomím velitelem zásahu, případně na jeho žádost. Pro natrénování součinnosti je v případě radioamatérů nejvhodnější cestou místně příslušný Sbor dobrovolných hasičů.

Díky použitému kmitočtu a běžně používaným výkonům pak mohou radioamatéři s jakoukoliv třídou licence pracovat s APRS zařízeními, v případě nutnosti využití jiné komunikační cesty, nebo jiného pásma, mohou být době krizové situace radioamatéřská zařízení využita k předávání informací třetím stranám, neboť jsou považována za tísňovou komunikaci. Zároveň mohou v případě krizové situace operátoři třídy „novice“ pracovat na všech pásmech

4 APRS

Nejprve pár informací z historie. APRS – Automatic Position Reporting Systém (dále jen APRS), systém původně určený pro automatické sledování pozice pohyblivých objektů jako automobilů, zvířat, bójí. Naštěstí v průběhu vývoje přibyly další funkce, které umožnily vysílání dalších telemetrických informací. Vlastní APRS vzniklo v roce 1993 díky úsilí Boba Burnigy, který jej prakticky vyvíjel od roku 1984. Protokol pro přenos dat v systému APRS byl definován v roce 2000 v dokumentu „APRS protocol reference“ vypracovaném „APRS Working Group“ – nekomerční skupinou, která do tohoto dokumentu převedla určitý funkční stav tehdejší APRS sítě v USA. Hlavním smyslem tohoto dokumentu bylo vytvořit standart pro budování a další rozvoj sítě APRS. Tento dokument je celosvětově vnímán jako norma pro budování sítí APRS i pro tvorbu nových zařízení. Na druhou stranu dává tvůrcům dostatek prostoru pro realizaci vlastních nápadů a nesnaží se vnucovat postupy typu krok za krokem. Spíše slouží k pochopení principů a souvislostí. Díky tomuto dokumentu a určité standardizaci z něj plynoucí lze například sledovat balóny při přeletu nad různými zeměmi. Pomocí tohoto protokolu jsou předávány informace o meteorologické situaci na odlehlých místech díky autonomním meteostanicím.[5]

4.1 Úvod do APRS

APRS je systém bezdrátového přenosu telemetrických dat pomocí podmnožiny protokolu AX25 s modulací dle normy Bell202. Přenos datových rámců probíhá pomocí paketů. Nepoužívá se šifrování, které je nepřípustné dle povolovacích podmínek. Komunikace probíhá pomocí předávání aktuálních dat komukoliv přítomnému v síti v reálném čase.

Na komunikaci se podílejí zařízení s různou funkcí:

- Tracker – (stopovač) zařízení, které měří dané údaje v určitém místě a tyto pak předává ke zpracování pomocí radiového přenosu. Tracker nemusí obsahovat přijímač.
- Digi – Může to být samostatné zařízení nebo může obsahovat také tracker. Její primární funkcí je předávání přijatých dat dále pomocí radiového přenosu.
- I-Gate – Zařízení, které funguje jako interface mezi radiovou vrstvou APRS a APRS-IS (Automatic Packet Reporting Systém – Internet Service) Data z radiové

vrstvy se přenášejí do sítě serverů na internetu, kde jsou dostupné pro další zpracování.

Také I-Gate může fungovat jako Tracker i jako Digi

Využití APRS je všestranné. Mnohdy záleží jen na fantazii uživatele. Mezi běžné způsoby využití patří:

- pozice objektů zjištěná přes GPS, nejen automobilů, ale třeba také plovoucí bóje, balóny, turistické výpravy
- informace o místní meteorologické situaci v mnoha variantách detailu informací, od samotné teploty, po kompletní sady meteorologických dat
- informace o podmínkách šíření radiových vln, reporty o zaslechnutých stanicích v dané lokalitě (DX Cluster – systém sdílení informací o vzácných stanicích slyšitelných v daném místě, zahrnující místo poslechu, volací znak zaslechnuté stanice a další informace o spojení)
- zprávy mezi jednotlivými zařízeními – zde je podmínkou, aby tracker (zařízení poskytující určité údaje prostřednictvím radiového přenosu) byl schopen přijmout data a měl výstup pro připojení zobrazovací jednotky
- oběžníky a výzvy - jsou využívány pro informování o událostech nebo výstrahách, u nás jsou do oběžníků směřovány dopravní informace a výzvy jsou využívány pro informování o stupních povodňové aktivity
- předávání dat mezi stanicemi zajišťují opakovače nebo - li tak zvané Fill-In stanice, které jsou schopny zopakovat zaslechnutý paket a provést jeho základní analýzu a posunout čítač životnosti
- přenos dat do internetových databází je umožněn pomocí speciálních uzlů sítě APRS zvaných Igate, které směřují data do databázových úložišť, kde k nim lze přistupovat z celého světa pomocí různých programových nástrojů
- objekty jsou pevně dané body. Jedná se například o pozice amatérských převaděčů spolu se základními informacemi, nebo stavové informace ze zabezpečovacích zařízení použitých třeba v amatérských převaděčích.

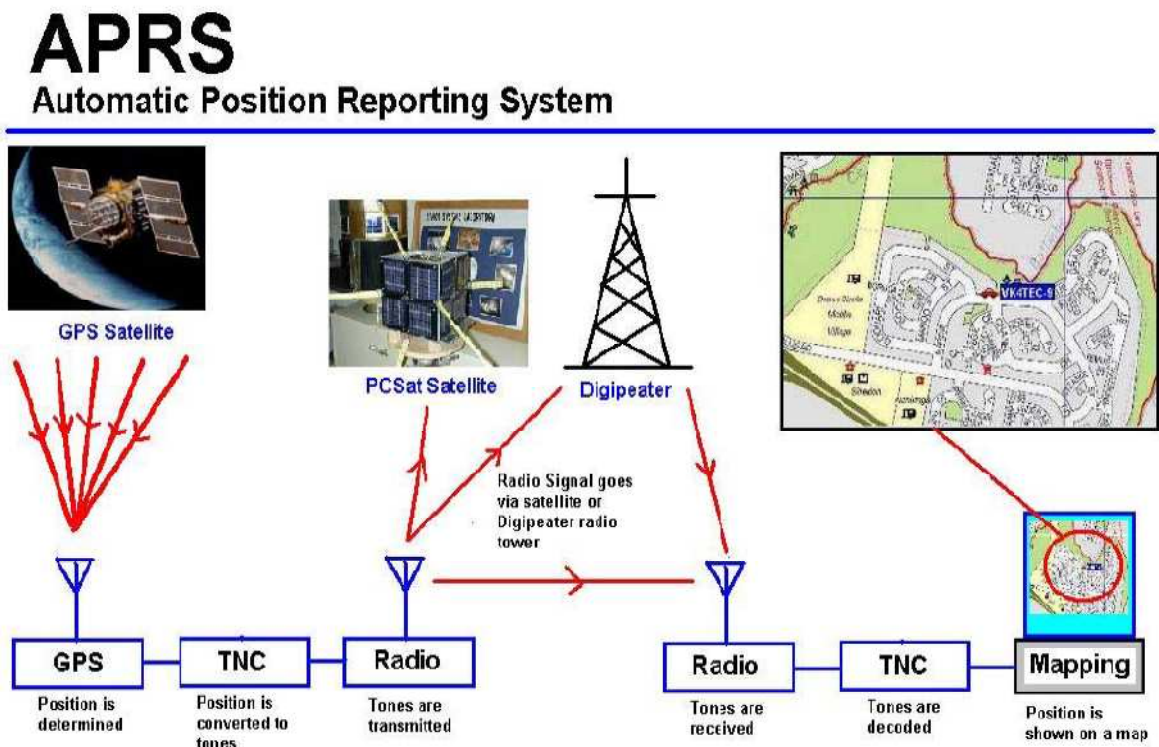
V APRS se pro komunikaci využívá jednotný kmitočet, který pokrývá celý kontinent. Díky tomu není nutné při sledování objektů vytvářet složité systémy, které by se samy přeladovaly.

Region	Frekvence
Severní Amerika (ITU region 2)	144,390 MHz
Austrálie (ITU region 3)	145,575 MHz
Evropa (ITU region 1)	144,800 MHz

Tabulka 1: Frekvence v pásmu 145 Mhz používané pro APRS v některých částech světa

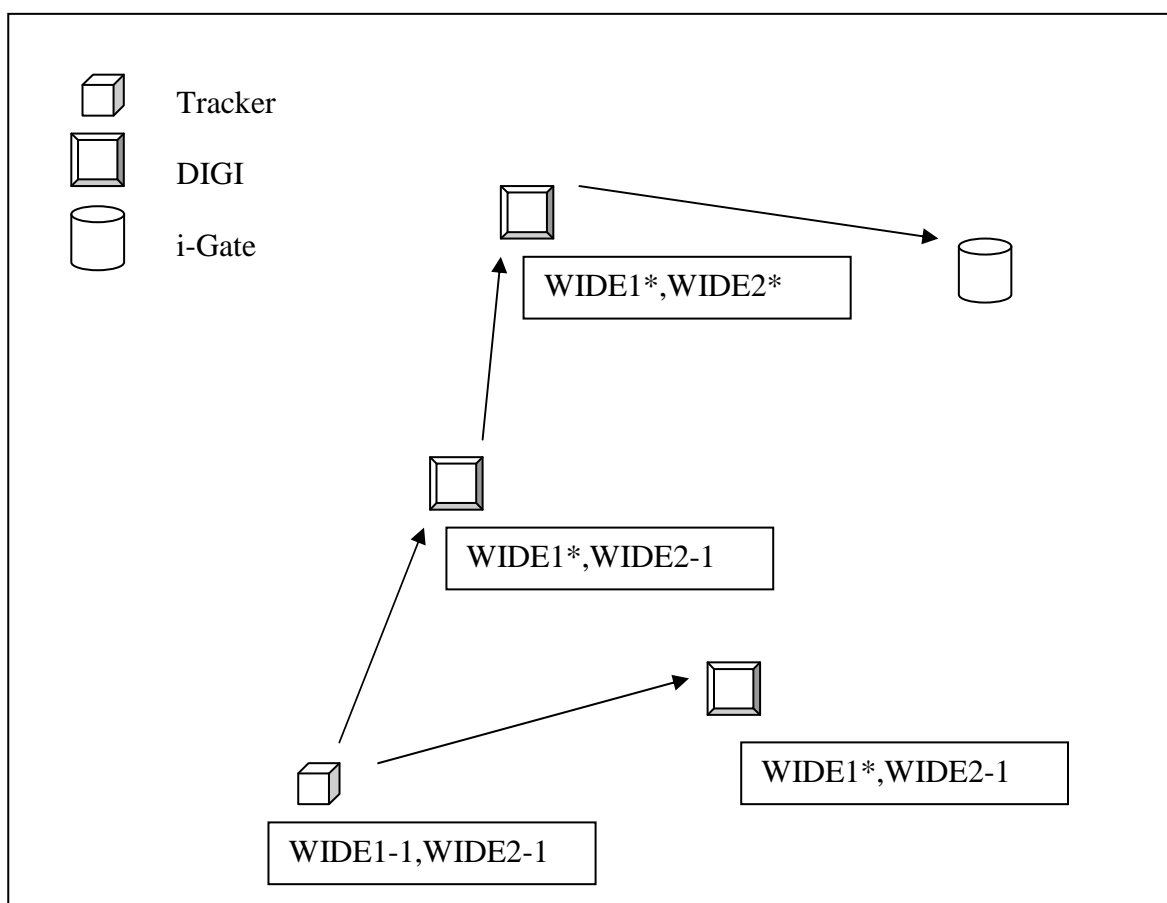
4.1.1 Filozofie designu APRS

APRS používá koncept síťového cyklu, jde o interval, ve kterém by mělo dojít k jedné propagaci stanice. Cílem je najít rozumný kompromis pro aktuálnost dat, počtem stanic a šířkou pásma. Doporučená délka cyklu pro pohyblivé objekty je 5-10 minut, pro stacionární telemetrické stanice pak 30min. Samozřejmě pro odeslání kritických informací je možné tento cyklus zkrátit.



Obrázek 1 Data v APRS zdroj: <http://w0mg.net/presentations/APRS201009.pdf>

APRS používá značky životnosti paketů (WIDE 1-1,WIDE2-2), každý paket má určitou životnost, která se s každým průchodem uzlem zkracuje (například „WWIDE1-1, WIDE 3-3“ se po průchodu uzlem změní na „WIDE1*,WIDE 3-3“ po průchodu dalším uzlem se změní na „WIDE1*, WIDE3-2“). Příznak hvězdičky určuje, že daná cesta už byla vyčerpána. Maximální počet průchodů je 7. V případě přesného požadavku uživatel určuje počet opakování pomocí konfigurovatelného parametru „WIDE X-X“. Tato vlastnost zajišťuje, že při vyšší koncentraci Fill-In Digi uzlů v místech, kde se tyto navzájem slyší, nedojde k zahlcení stálým opakováním jedné zprávy.



Obrázek 2 Životnost paketu

Snahou je docílit dobu přenosu všech zpráv z širokého okolí do 30 minut. Při delší obnově dochází k zbytečnému rozesílání dotazů od jednotlivých netrpělivých uživatelů na jednotlivé stanice, čímž se zbytečně zahlcuje přenosový kanál.

Některé Digi stanice umožňují filtrování průchozích dat, například pomocí prefixů, nebo právě parametru WIDE X-X. Většinou se používají filtry na parametr WIDE X-X, kde jsou ignorovány pakety s nastavením X na hodnotu vyšší než 3 – toto zamezuje zbytečnému

šíření informací do míst, kde nejsou užitečné (WIDE5-5 je pravděpodobně schopno překonat celou Evropu – většinou lidé na opačné straně kontinentu třeba ve Španělsku nechtějí znát polohu dětského kočárku na Ukrajině, i když je to zajímavé a mohlo by to být zdrojem mnoha historek o tom, jak navigace oznámila aktualizaci polohy kočárku ve vzdálenost 4000km východně). Filtrování dle prefixů jednotlivých zemí se většinou nevyužívá. Je to hlavně z toho důvodu, že mezi radioamatéry by toto bylo považováno za určitý druh nespportovního chování.

4.1.2 Způsoby přístupu k přenosovému médiu – časování paketů

Jelikož APRS nezaručuje doručení zprávy, používá se několik metod opakovaného odesílání, které by měly doručení zajistit. Při běžné komunikaci po přijetí zprávy cílová stanice odesílá potvrzení (ACK – Acknowledgement, Potvrzení). Jde o aplikační rutinu, nikoliv součást protokolu. Samozřejmě potvrzení mohou přijmout jen stanice vybavené přijímačem. U stanic bez možnosti příjmu signálu se postupuje následovně. Pro účelné využití kapacity kanálu jsou čerstvé zprávy opakovány v kratších intervalech nežli zprávy starší. Využívá se několik algoritmů pro časování jednotlivých paketů a zamezení kolizí:

Úbytkový algoritmus – jednou odešle paket, zopakuje se po n sekundách a pak ještě jednou po $2n$

Pevná prodleva - odeslání paketu každých n sekund používá se ještě v kombinaci s „jíterem“ (chvěním) které střídavě přidá nebo odečte určitý náhodný časový interval (1–10s) od pevně stanoveného intervalu

Zpráva s potvrzením – po odeslání se čeká na potvrzení. Jinak se postupuje dle předchozích algoritmů

Time Out - vypršení času pro opakovanou propagaci stanice. Pokud do této doby není zachycen paket od stanice, je tato označena za neaktivní. Obvykle 2 hodiny.

4.1.3 Šíření informací z místního uzlu

Pro předávání informací v systému APRS jsou používány dva typy uzlů (vykrývačů). Jsou to opakače nazývané DIGI, které zprávu označí svou značkou. Modifikují životnost paketu a předají jej dále. Pokud však byla životnost vyčerpána, paket dále nezpracovávají a zahodí jej. Druhým typem uzlů jsou brány nazývané IGATE, které přijaté pakety předají na databázový server připojený do internetu, kde jsou informace archivovány a jsou přístupné pro zpětné vyhledání a další zpracování. Většina software používaného v uzlech

umožňuje nastavit různou míru filtrace procházejících dat, což zajišťuje potlačení neúčinných informací ve prospěch relevantních dat.

Pokud jsou v daném regionu dobře rozmístěny oba druhy uzlů, pak se pravděpodobnost zachycení dat a jejich předání do databáze blíží 100%.

Zároveň není vhodné, pokud se v dané oblasti kryje signál z příliš mnoha opakovačů s velkým dosahem. Daleko lepší je situace v případě menších pokrytých oblastí s částečným překrytím podobně jako u buněk GSM. Pokud je obsazena některá výhodná kóta s výbornými podmínkami šíření signálu, je lépe nebudovat zbytečně další vykrývače v oblastech s dobrým pokrytím hlavně kvůli tomu, že APRS využívá v daném kmitočtovém pásmu jednu frekvenci (144.800 MHz) a poměrně malou šířku pásma, tudíž malou přenosovou rychlost z těchto předpokladů vychází čas potřebný na odeslání paketu okolo jedné sekundy, Z tohoto lze snadno spočítat kolik stanic může pracovat v ideálním případě s předpokládaným intervalem odesílání 10 minut. Ze zkušeností je zřejmé, že více než 40% využití vede k značnému nárůstu kolizí (odvysílání dat dvěma různými stanicemi současně. Doba odvysílání jednoho paketu je přibližně 1 sekunda.

$$U = \frac{N_s + (N_s \times N_d^2)}{T_f}$$

Rovnice 1 Využití přenosového kanálu v APRS

U = Využití přenosového kanálu [%]

T_f = časový rámeček (interval mezi jednotlivými vysíláními) [sec]

N_s = počet stanic

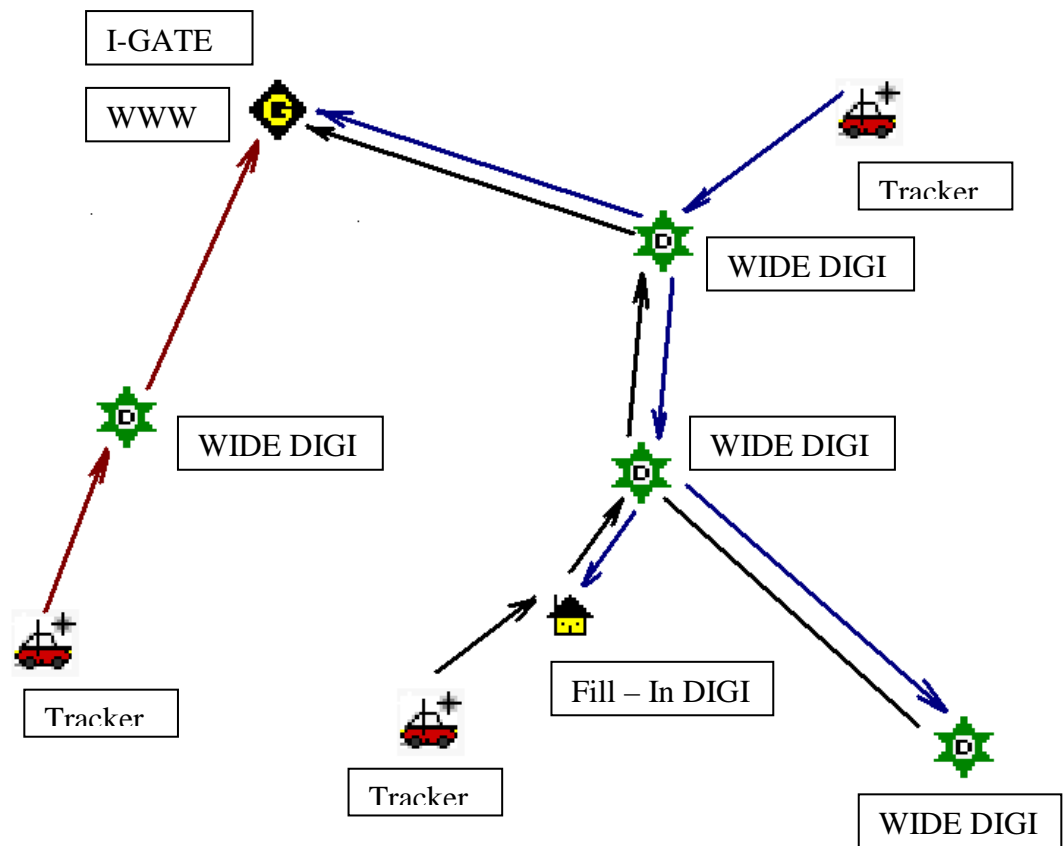
N_d = počet opakovačů

Následující tabulka ukazuje využití přenosového kanálu v případě ideálního stavu (v závorce jsou hodnoty s omezením WIDE1-1, WIDE2-2 což je nejběžnější nastavení). Při využití přenosového kanálu přes 40% začíná množství kolizí stoupat přes 80% je množství kolizí už prakticky neúnosné.

Stanic\Opakovače	1	2	5	10
5	2%	4%	22% (15%)	84% (26%)
10	3%	8%	43% (27%)	168% (52%)
20	7%	17%	87% (53%)	337% (103%)
40	13%	33%	173% (107%)	673% (207%)

Tabulka 2 Využití kapacity přenosového kanálu

Jako DIGI lze také nakonfigurovat některá koncová zařízení nazývaná TRACKER, pokud jsou vybavena přijímačem a příslušným softwarem. Díky tomuto několikanásobně vzrůstá pravděpodobnost zachycení datových paketů a následného předání dál až na IGATE a odsud na datový server.



Obrázek 3 Datové toky v APRS

Data Type ID	APRS Data	Rozšíření APRS Dat	Poznámka
1	N	7	N

Tabulka 3 Struktura datového pole protokolu APRS

Identifikátory typu dat

0x1c	Data Mic-E data	<	Schopnosti stanice
0x1d	Stará MIC-E data	=	Pozice bez časového razítka
!	Pozice bez časového razítka	>	Stav
#	Peet Bros U-II Meteostanice	?	Dotaz
\$	Přímá GPS data nebo	@	Pozice s časovým razítkem
%	Agrelo DFJr / Microfinder	T	Telemetrie

&	Vyhrazeno pro mapové rozšíření	[Pozice pomocí lokátoru
'	Stará Mic-E data / TM-D700	_	Informace o počasí
)	Položka	`	Aktuální MicE data
*	Peet Bros U-II Meteostanice	{	Uživatelsky definovaný formát
+	Vyhrazeno	}	Ostatn9 provoy
,	Chybná, nebo testovací data		Nepoužívat (TNC)
.	Vyhrazeno kosmické počasí	~	Nepoužívat (TNC)
/	Pozice s časovým razítkem		
:	Zpráva		
;	Objekt		

Tabulka 4 Identifikátory dat v APRS

4.2 AX25

Protokol AX25 je datový protokol linkové vrstvy vycházející z protokolu x25 vyvinutého v CCITT (Dnes ITU). Je určený pro použití radioamatéry v sítích Packet Radio.

Protokol AX25 obsluhuje první, druhou a třetí vrstvu OSI síťového modelu a je zodpovědný za přenos rámců dat zapouzdřených v paketech mezi nody. Také zajišťuje detekci chyb přenosového kanálu. Jelikož však vznikl před OSI modelem, nemá tak přesně definované jednotlivé vrstvy.

Jednotlivé vrstvy mají také jiný význam:

- 1. Fyzická vrstva – tato vrstva specifikuje fyzickou, elektrickou, funkční a procedurální charakteristiku pro kontrolu fyzického média.*
- 2. Vrstva datového propojení zajišťuje přístup k datovému médiu, ovládá uzavření paketů do rámců.*
- 3. Paketová vrstva řídí směrování jednotlivých paketů v síti (tato není v APRS využívána).*

V Protokolu AX25 je každá stanice identifikována svojí volací značkou a SSID (Service Set Identifier - Identifikátor poskytovaných služeb), kde SSID může nabývat hodnot mezi 0 a 15. Výsledný identifikátor pak vypadá pro značku OK2TE například OK2TE-1. Jednotlivé SSID jsou přiřazovány obsluhou při konfiguraci trackeru. Jejich přiřazení se řídí doporučením nebo místními zvyklostmi.

SSID je v AX25 obdobou používání portů v TCP/IP.

Pokud je potřeba komunikovat s více stanicemi, je pro rozlišení komunikačních paketů používáno SSID. [10]

SSID	Přiřazení
-0	Obsluhovaná stanice – bez SSID
-1	DIGI s Igate
-2	DIGI
-3	Sekundární DIGI
-4	Terciální WX stanice (Meteostanice)
-5	Sekundární WX stanice
-6	Primární WX stanice
-7	Pohyblivé stanice nestandardního charakteru (padák, letadlo, kolo, loď, kočárek, balón)
-8	Možnost jako sekundární pohyblivá stanice
-9	Neobsluhovaná mobilní stanice – stanice která nechce, nebo nemůže komunikovat obousměrně
-10	Stanice komunikující jen přes TCP/IP protokol přímo do internetu. Servery, chytré mobily, Notebooky
-11	
-12	
-13	Vyhrazeno pro mimořádné události
-14	
-15	Pro testovací účely

Tabulka 5 Přiřazení jednotlivých SSID v ČR

V běžném radioamatérském využití je nejčastěji vlastní protokol zapouzdřen v zařízení TNC (Terminal node controler), které umožňuje přistupovat k síti Packet Radio pomocí sériového portu a běžného terminálového softwaru. Používá se i softwarová emulace pomocí PC, kde je využit buďto celý demodulátor a software se stará o kódování dle daného protokolu, nebo se využívá vstup zvukové karty pro D/A převod a demodulace je prováděna spolu s dekódováním přímo v PC.

Pro použití v systému APRS je do trackeru implementován jen jeden typ rámců. Toto vede k zjednodušení implementace.

Z Protokolu AX25 se pro účely APRS využívá pouze UI rámců (Unnumbered information) pro zjednodušení návrhu, Rámec UI má tuto strukturu

Značka	Cílová Adresa	Zdrojová Adresa	Adresa opakovače	Kontrolní číslice	ID Protokol	Informace data	FC S	Značka
1	7	7	0-56	1	1	1-256	2	1

Tabulka 6: Struktura rámce UI [10]

Významy jednotlivých polí:

Značka (Flag) – ohraničuje rámec z obou stran má hodnotu 0x7e

Cílová adresa (Destination Adress)- Cílová adresa rámce, v APRS se používá pro identifikaci použitého software například APExxx je přiřazena PIC-Encoder zařízení

Zdrojová adresa (Source Adress) – Značka (Callsign) stanice a SSID

Adresa opakovače (Digipeater Adress) -

Pro modulaci se používá modulace Bell 202 jednak pro relativně snadnou realizaci filtrů, ale také pro dobrou dostupnost obvodů pro demulaci signálů.

4.3 Bell 202

Modem (Modulátor – demodulátor) vyvinutý společností AT&T pro sériový přenos dat v telefonních sítích. Modulace je prováděna pomocí změny frekvence. Tento druh modulace se označuje AFSK (*Audio Frequency Shift Keying – Klíčování posuvem nízkofrekvenčního kmitočtu*). V závislosti na hodnotách informačních bitů jsou střídavě vysílány dva nízkofrekvenční kmitočty[4] Vyvinutý pro přenos dat rychlostí 1200 bps (bits per sekund) při poloduplexním režimu, nebo pro rychlost 1800 bps při plně duplexním

režimu s nesymetrickou propustností jednotlivých směrů. Oba režimy jsou použitelné při použití na telefonních linkách, nikoliv při použití rádiového jednofrekvenčního spoje. Duplexní režim totiž předpokládá obousměrnou současnou komunikaci po daném médiu. Poloduplexní režim využívá přenosové médium vždy jen jedním směrem, lze jej tedy využít i u rádiových jednofrekvenčních spojů, kde dochází k přepínání režimu příjem/vysílání. Pro použití v radiové komunikaci je využíván poloduplexní režim. [2]

Pro přenos logické jedničky je používána frekvence 1200 Hz, pro přenos logické nuly 2200 Hz. Tyto kmitočty vychází z šířky přenosového kanálu u telefonního přístroje a požadované rychlosti přenosu dat.

Modulaci lze zajistit buďto speciálním obvodem, nebo pomocí mikroprocesoru, který generuje jednotlivé bity odpovídajícími frekvencemi. Pro tvorbu sinusového signálu se používá buďto PWM (Pulse width modulation), nebo se vzorkuje pomocí D/A převodníku s patřičnými filtry na výstupu.

Pro demodulaci lze použít speciální obvody obsahující buďto samotný demodulátor, nebo kombinované obvody modulátoru s demodulátorem – odsud pochází název MODEM používaný pro propojení počítačů pomocí telefonní linky. Pokud nepoužijeme speciální a nepřiliš levné obvody lze demodulaci provést různými metodami. Jednou z nejjednodušších je detekce průchodu nulou a měření času mezi jednotlivými průchody. U všech metod je nutné před vlastní demodulací vstupní signál filtrovat pásmovou propustí pro omezení vlivu šumu.

5 MOŽNÉ VYUŽITÍ APRS VE SLUŽBÁ IZS

- Kontrola stavu vody na obtížně přístupných místech
Signalizace zaplavení určitého místa
Měření výšky hladiny
- Měření teploty na místech po požáru
Je možné pokrýt prostor pro trvalé monitorování
Obtížně přístupná místa v terénu stačí navštívit jen jednou
- Hlídkání rychlosti a směru větru
Včasná výstraha při změně směru nebo rychlosti
- Sledování pohybu jednotlivých jednotek
Okamžitá informace o poloze, bez dotazování na velitele
- Zjišťování prošlého území při pátracích akcích
Rojnice se může rozpadnout před hustým křovím, nebo roklinou

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 ZAPOJENÍ TRACKERU

Pro vlastní řešení jsem použil mikrokontroler firmy Atmel v úpravě zapojení původního trackeru od autora Gary Diona [12] a jeho modifikaci od autora Ralfa Wilkeho [13], rozšířeného o analogové vstupy a dvojici spínacích prvků pro řízení spotřeby připojených zařízení. Tyto není nutné použít, pokud pro daný účel není spotřeba zařízení kritická. Tracker se připojuje k vysílači, který může být jako samostatný modul, nebo lze využít plnohodnotný transceiver. Při procházení internetových zdrojů jsem zjistil, že prakticky všechna zapojení vychází ze stejného základu, který jsem použil pro své zapojení i já.

6.1 Výběr komponent

Při výběru komponent pro konstrukci trackeru jsem vycházel z tří základních kritérií:

1. Univerzálnost využití
2. Dostupnost komponent
3. Spotřeba a možnost jejího řízení

Jelikož se jedná o konstrukci pro radioamatéry určenou do podmínek, kde je velká pravděpodobnost ztráty zařízení, ať už díky vlivu prostředí, nebo nenechavci, byla cena komponent a jejich dostupnost jedním z velmi důležitých parametrů. Dalším důvodem pro použití běžných a levných komponent při zachování širšího pole využití byla skutečnost, že tato zařízení pravděpodobně budou stavět radioamatéři z vlastních zdrojů a navrhnout jednoúčelové zařízení využitelné jen pro krizové situace by sice bylo relativně snadné, nicméně asi by se našlo jen minimum nadšenců, kteří by si postavili zásobu trackerů do šuplíku na nejisté „Co kdyby?“. Víceúčelovost levného zařízení může být motivační pro jeho hromadnější stavbu a v případě potřeby se změnou parametrů promění na telemetrickou stanici pro využití v IZS.

Samozřejmě lze použít i jiné řešení s modernějšími prvky, například místo lineárních stabilizátorů použít spínané step-down měniče (spínaného zdroje, který snižuje napětí) a tím ušetřit určité množství energie. Bylo by také možno použít mikroprocesor z novější řady a to jsem měl původně i v úmyslu - jeho nedostupnost mne přiměla na druhé místo předpokladů umístit dostupnost komponent.

Stejně tak lze zařízení přetížit zbytečným výkonem. Výsledkem bude nadměrná spotřeba a zbytečné čekání procesoru na reakci některého senzoru. Samozřejmě platí pravidlo, že za výkon se platí a to nejen v ceně procesoru, ale většinou také zvýšenou spotřebou.

6.1.1 Univerzálnost využití

Jednoučelové zařízení bývá většinou jednodušší a levnější, bohužel se díky tomu hodí jen na tu jednu jedinou činnost, na kterou bylo navrženo. Po zvážení okolností a možností jsem se rozhodl pro modifikaci jednoho zařízení, jehož kompletní dokumentace je dostupná pod licencí GPL (General Public Licence), která umožňuje jakékoliv modifikace s podmínkou zachování GPL licence na výsledný produkt. Výsledkem je zařízení, které lze nastavit do několika módů. Jeden z nich zachovává původní funkcionalitu běžného trackeru s připojením GPS přijímače, další umožňuje vysílání telemetrie s fixními koordináty přednastavenými v paměti a poslední opět vysílá telemetrii, přičemž si koordináty načte po spuštění z dočasně připojeného přijímače GPS.

S univerzálností použití je spojena i volba velikosti komponent. Zvolil jsem provedení SMD z důvodu úspory místa i za cenu oboustranné prokovené desky plošných spojů. V současné době není problém s výrobou kvalitních plošných spojů a při větší sérii se cena přípravy výroby rozprostře do celé série.

Osazení SMD v amatérských podmínkách sice není doposud běžné, ale s trochou trpělivosti to také není problém. Pro ulehčení jsem zvolil mikrokontroler s postranními vývody místo vývodů pod pouzdrem a pasivní součástky ve větším provedení.

6.1.2 Dostupnost komponent

Delší dobu má společnost Atmel ve svém výrobním programu řadu procesorů označenou „Pico Power“. Když jsem se rozmýšlel nad výběrem procesoru pro svůj projekt, volba padla na model z této řady. Vzhledem k nedostupnosti u českých distributorů jsem jej nakonec nepoužil.

Ostatní součástky jsou poměrně běžně dostupné. V některých internetových obchodech lze celý nákup realizovat najednou bez nutnosti čekání na dodání některých nedostupných dílů.

Mým cílem nebylo navrhnout zařízení, které nabídne sice vynikající parametry, ale nejistou šanci na sestavení, a proto jsem celý návrh přepracoval s použitím běžně dostupných součástek.

Na druhou stranu je potřeba se při výběru komponent vyhnout součástkám označeným od výrobce jako výběhové a neperspektivní. Pokud bych takové součástky použil, byla by už za pár let velká část práce ztracena, protože by nebylo možné sestavení z důvodu nedostatku odpovídajících součástí, které mezi tím výrobce vyřadil z výrobního programu a skladové zásoby byly doprodány.

Tolik k důležitosti výběru dostupných komponent. V konečném důsledku se jedná o kompromisní řešení vynucené blízcím se termínem a nutností provést měření a odladit software.

6.1.3 Spotřeba a možnost jejího řízení

Při výpočtech spotřeby jsem vycházel z předpokládaného požadavku výdrže zařízení v terénu 5dní autonomního provozu.

Pro řízení spotřeby jsem si návrh rozdělil do tří skupin:

1. Spotřeba transceiveru

Řízení spotřeby transceiveru obstarává jeho firmware (programové vybavení, které řídí veškeré funkce transceiveru). Tento šetřící mód je však pro datové přenosy nevhodný, protože okamžik spánku může překrýt synchronizační „burst“ a tím znehodnotit signál. Dobrou volbou se jeví odpojení napájecí baterie a její připojení až určitou chvíli před odesláním dat. Toto lze realizovat spínačem ovládaným z trackeru. Bohužel toto řešení nelze použít u transceiverů spouštěných tlačítky, kde by byl nutný větší zásah do elektroniky. Další možností je nahrazení transceiveru modulem vysílače. Dotazem na výrobce jsem zjistil cenu na úrovni levnějšího plnohodnotného ručního transceiveru. Pokud oželíme možnost příjmu a zvolíme vhodnou strategii vysílání, lze vystačit se samotným vysílačem ovládaným z trackeru. Toto řešení je cenově nenáročné a při malých výkonech poměrně jednoduše realizovatelné. Cena navrženého zařízení se pohybuje v úrovni přibližně 1200Kč i s GPS přijímačem. V tomto případě je však vyšší pravděpodobnost kolizí paketů a tomuto je potřeba přizpůsobit software trackeru.

2. Spotřeba přijímače GPS

Je zde stejná situace jako u transceiveru, kde komerčně dostupné přijímače mají pro dané použití příliš vysokou cenu. Zvolil jsem proto samostatný GPS modul LR9552 od firmy LeadTek, který je dostupný v kusovém množství a jeho cena je přijatelná

a obsahuje integrovanou anténu se zesilovačem. Navíc na rozdíl od přijímačů z bazaru obsahuje chipset SIRF StarIII s vysokou citlivostí, což se pozitivně projeví při umístění na místě, které je částečně kryté od přímého výhledu na oblohu například listím. Výrobce uvádí spotřebu 55mA při napájení 3.3V. Při řízení spotřeby pomocí vypínání napájení je potřeba počkat delší dobu na „fix“ polohy. Jedná se o čas, který GPS přijímač potřebuje na získání dat o poloze jednotlivých satelitů systému GPS (almanach) vysílání celého almanachu. Trvá cca 13minut a při zapnutí je sice potřebná jen jeho část, ale jen v případě, že je známá předchozí poloha. Dále jsou načteny efemeridy, což jsou data pro upřesnění pozice, informace o zpoždění šíření signálu a další informace. Při běžném provozu by měly být načteny za cca 1minutu. Pro použití na stacionárním místě by bylo vhodné pro úsporu energie načíst polohu jen jednou a pak přijímač vypnout.

3. Spotřeba vlastního trackeru

Řízení spotřeby lze provádět přepnutím procesoru do režimu nízké spotřeby, ze kterého je zařízení probouzeno interním časovačem v pravidelných intervalech pro načtení dat ze senzorů a jejich případné odeslání.

Spotřeba vlastního MCU (Mikroprocesoru) po propočtení reálné úspory při jednotlivých režimech snížení spotřeby jsem se nakonec rozhodl nevyužít úsporné režimy. Celý výpočet je v části 4.1.4.

Tracker samotný pomocí výkonových prvků ovládá GPS přijímač a transceiver nebo vysílač.

Další možností je využít step-down měnič pro napájení. Bohužel často dochází k ovlivnění přijímače díky principu činnosti měniče. Při zkouškách jsem měl problémy s cívkami různých výrobců. Mým cílem však bylo navrhnout zapojení, které bude bez problémů reprodukovatelné a proto se o stabilizaci napájení stará lineární stabilizátor s malým úbytkem napětí v propustném směru.

Analýza spotřeby jednotlivých částí:

GPS + Tracker

Výpočet nutného příkonu

$$I_{MCU} = (t_a/t_f)(I_{MCUa} + I_{MCU_{psu}})$$

$$I_{MCUGPS} = (t_i/t_f)(I_{MCUs} + I_{MCU_{psu}} + I_{GPS_{psu}})$$

$$I_{GPS} = (t_{agps}/t_f)(I_{GPS_{psu}} + I_{GPSa})$$

$$I_n = I_{MCU} + I_{MCUGPS} + I_{GPS}$$

Rovnice 2 Výpočet průměrného proudu zapojení

Kde:

 I_n = průměrný proud obvodem t_a = čas po který je MCU v aktivním režimu t_f = časový rámec - celková doba cyklu t_i = čas, po který je MCU v Idle režimu t_{agps} = čas po který je aktivní GPS přijímač I_{MCUa} = proud MCU v aktivním režimu I_{MCUs} = proud MCU v Idle režimu $I_{MCU_{psu}}$ = spotřeba napájecího stabilizátoru pro MCU $I_{GPS_{psu}}$ = spotřeba napájecího stabilizátoru pro GPS I_{GPSa} = spotřeba modulu GPS

Pokud budeme chtít zjišťovat polohu GPS každých 5 a 10 minut, pak vychází tyto hodnoty:

($V_{cc}=3,3V$, $f_{osc}7,3728MHz$)	MCU Active 100%	MCU Active / Idle 1/4	MCU Active 100%	MCU Active / Idle 1/9
Časový rámeček (t_f)	5 min	5 min	10 min	10 min
Aktivní čas MCU (t_a)	4 min	1 min	9 min	1 min
Aktivní čas GPS (t_{agps})	1 min	1 min	1 min	1 min
Neaktivní čas MCU Idle (t_i)	0 min	4 min	0 min	9 min
MCU v aktivním režimu (I_{MCUa})	3,7mA	3,7mA	3,7mA	3,7mA
MCU v Idle režimu (I_{MCUs})		1,1mA		1,1mA
GPS aktivní 1/5 (I_{GPS})	55mA	55mA	55mA	55mA
Lineární stabilizátor MCU (I_{MCUpSU})	1mA	1mA	1mA	1mA
Lineární stabilizátor GPS 1/5 (I_{GPSpsu})	3mA	3mA	3mA	3mA
Lineární stabilizátor GPS vyp. ($I_{GPSpsus}$)	0,1mA	0,1mA	0,1mA	0,1mA
průměrný proud obvodem (I_n)				
Potřebná kapacita baterie / 24h	386mAh	361mAh	250mAh	207mAh
Čas provozu na 2000mAh baterii	5d 4h	5d 13h	8d 0h	9d 16h

Tabulka 7 Vypočtené hodnoty výdrže trackeru + GPS

Z tabulky je zřejmé, že aplikací úsporných režimů dojde k prodloužení doby autonomní funkce, přesto se na celkové spotřebě v nejvyšší míře podílí GPS přijímač. Díky jednoduchosti zapojení a použitým komponentům je možné celé zařízení sestavit bez prvků řízení spotřeby pak bude proudové zatížení 60mA při připojení přijímači GPS nebo 5mA bez GPS přijímače. Hodnoty jsou převzaty z [6][7][8].

6.2 Části zapojení

Celé zapojení sestává z několika funkčně oddělitelných celků. Pro řízení celého trackeru je použit mikroprocesor ATmega8A. Jako dělený zdroj je použita dvojice stabilizátorů s nízkým úbytkem v propustném směru LE33CD, které mají vyveden ovládací vstup. V případě potřeby vyššího napájecího napětí pro procesor, nebo GPS je možno nahradit odpovídající obvod typem LE50CD. Pro ovládání napájení transceiveru je použit tranzistor IRL014N schopný spínat proud až 2A. Jsou zde také zapojeny dvě indikační LED (Light Emission Diode), zelená indikující příjem a červená indikující vysílání.

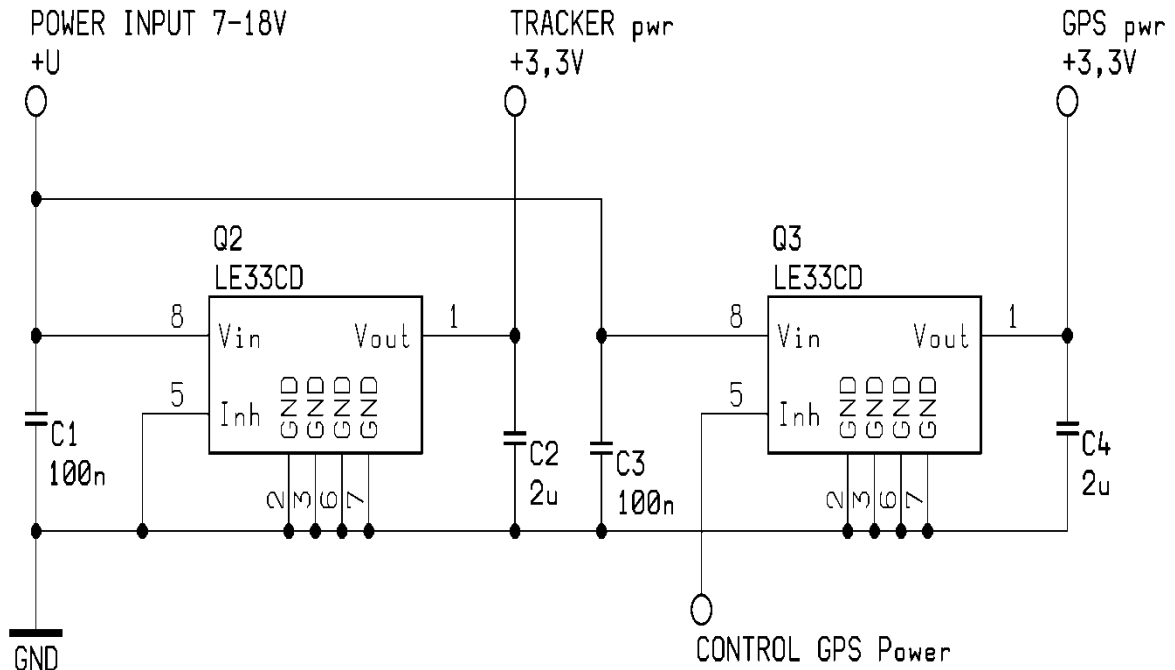
Celé zapojení vychází z původního návrhu, Gary N. Diona (<http://garydion.com/projects/whereavr/>) kde bylo změněno rozložení funkcí některých pinů mikroprocesoru. Jsou zde využity některé úpravy od Ralfa Wilkeho (http://www.dh3wr.de/amateurfunk/aprs_tracker/index_en.htm) navíc jsem doplnil obvody pro ovládání transceiveru a GPS modulu.

Nyní se budu věnovat popisu jednotlivých částí

6.2.1 Zdroj

Zdroj je rozdělen na dvě větve. Jedna napájí obvodu trackeru a druhá připojený přijímač GPS. Obě větve využívají lineární stabilizátor s nízkým úbytkem napětí LE33c v pouzdru SO8 v doporučeném zapojení, které obsahuje i vstup pro odpojení napájení. Toto umožní ušetřit výkonový prvek pro spínání napájení GPS přijímače. Rozdělení napájení zároveň potlačí proudové špičky, které mohou vzniknout při zapnutí GPS přijímače. Navíc umožňuje použít rozdílné napájecí napětí pro GPS a procesor. Samotný regulátor má ve vypnutém stavu spotřebu mezi 50 až 100 μ A. Při plném zatížení je pak spotřeba do 3mA.

Pokud bychom pro napájení použili jeden článek Li-Ion, nebo Li-Pol baterie, je možné vynechat prakticky celý zdrojový modul tj. oba stabilizátory a dva kondenzátory na jejich vstupech. Propojení výstupů by se dalo provést na vrchní straně desky



Obrázek 4 Zdroj

6.2.2 Vstup signálu

Pro demulaci signálu ostatních trackerů používané pro zabránění kolizím paketů, se používá metoda měření intervalu mezi dvěma průchody nulou. Tento čas je pak vyhodnocován a na základě vyhodnocení je dekodován signál. Pomocí R12 a R13 je posunuta nulová úroveň, protože interní A/D převodník procesoru není schopen zpracovat záporná napětí. Sériově zařazený kondenzátor C9 odděluje stejnosměrnou složku signálu. Kondenzátor C10 slouží jako dolní propust pro omezení vlivu šumu na A/D převodník.

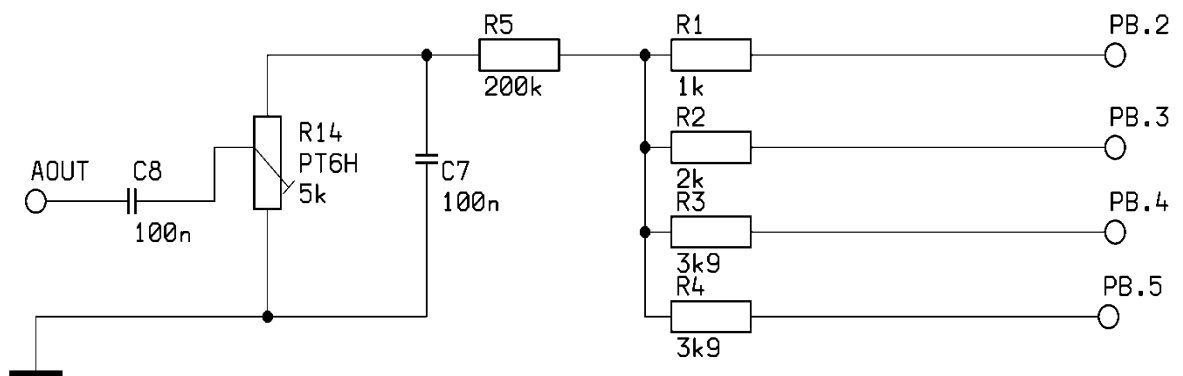
$$f_m = \frac{1}{2\pi RC} \text{ [Hz, } k\Omega, \text{ } mF]$$

Rovnice 3 Horní mezní kmitočet dolní propusti

6.2.3 D/A převodník, výstup signálu

D/A převodník je proveden pomocí rezistorové sítě a má 4bitové rozlišení. Jeho linearita není příliš dobrá díky toleranci použitých rezistorů a také díky stupňování jednotlivých hodnot v řadě E24. Na výstupu D/A převodníku je jednoduchý RC filtr. Protože vstupní obvody transceiveru obsahují dolní propust, není nutné dále řešit filtraci výstupního signálu. Na výstupu je zapojen odporový dělič s trimrem pro nastavení úrovně signálu vhodné pro vstup transceiveru, obvykle v úrovni 200mV.

Pro ovládání vysílače (klíčování) je použit tranzistor BC547, který propojuje ovládací vstup transceiveru se zemí přes rezistor 2000ohm. Toto zapojení je určeno pro ruční radiostanice, které klíčování ovládají na mikrofonu připojením paralelního rezistoru. Pak je potřeba propojit piny 3 a 4 konektoru K2.. V případě použití jiného typu transceiveru, nebo zařízení lze jeho pomocí spínat jiný ovládací vstup proti společné zemi.



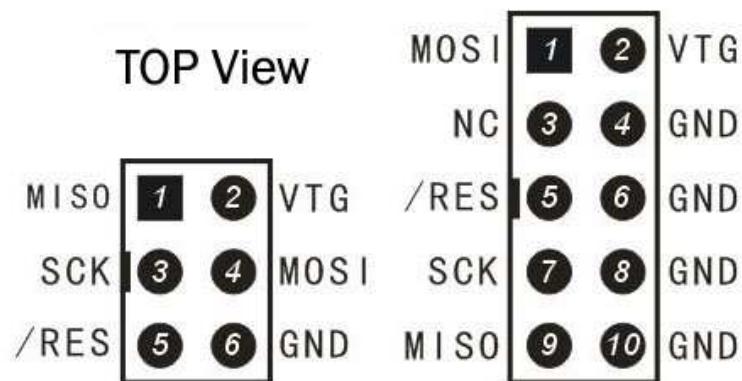
Obrázek 5 D/A převodník

6.2.4 ISP konektor

Umožňuje změnu firmware instalovaného procesoru přímo v aplikaci. Díky tomu lze v případě zjištění chyby jednoduchým způsobem provést výměnu software bez nutnosti odletovávat procesor, při čemž by po pár pokusech došlo k zničení obrazce spojů na DPS. Zároveň není nutné používat drahý programátor a mnohdy i ještě dražší programovací adaptér pro dané pouzdro. ISP konektor sdílí port procesoru s D/A převodníkem.

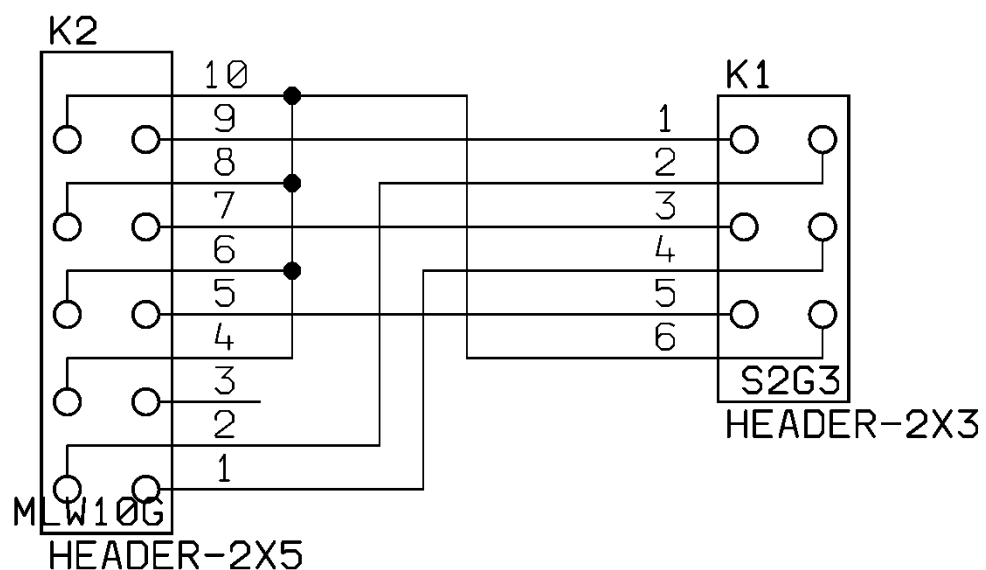
Jednotlivé signály na ISP konektoru

- MISO – Master IN – Slave OUT -> Pin pro data od programovaného mikrokontroleru
- MOSI – Master OUT – SLAVE IN -> Pin pro data od programujícího zařízení - programátoru
- SCK – Serial ClOcK -> Zdroj hodin pro sériovou komunikaci mikrokontroleru s programátorem
- /RES – Invertovaný signál Reset
- VTG – Napájení programátoru z programovaného systému
- GND – Společná zem
-



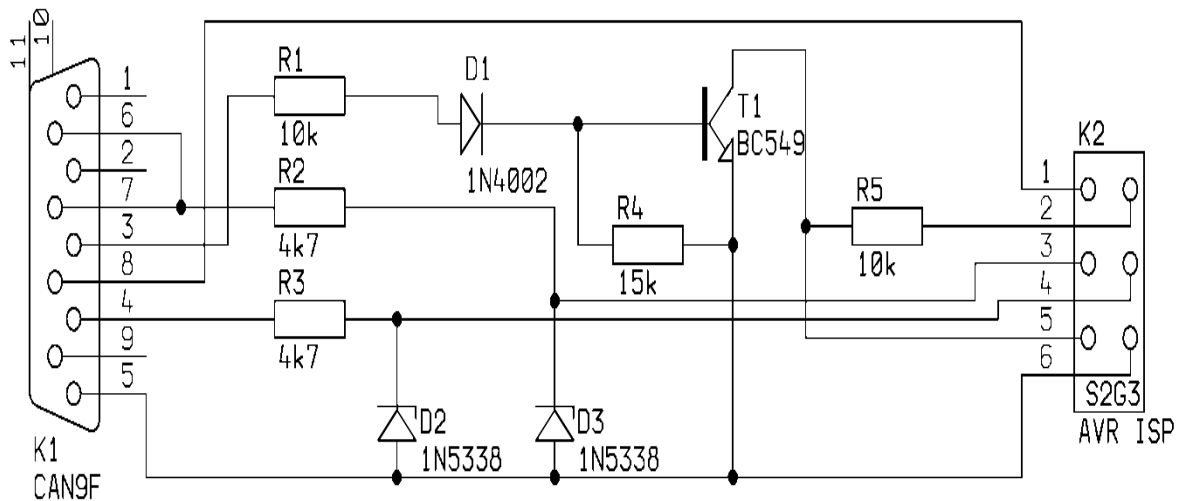
Obrázek 6 Zapojení ISP konektoru

Na obrázku 6 je zapojení dvou typů ISP konektorů. Mají vyvedeny stejné signály, jen na jiné navzájem nezaměnitelné vývody. Pokud mám k dispozici programátor s 10ti vývodovým konektorem, musíme si pro programování trackeru připravit redukci.



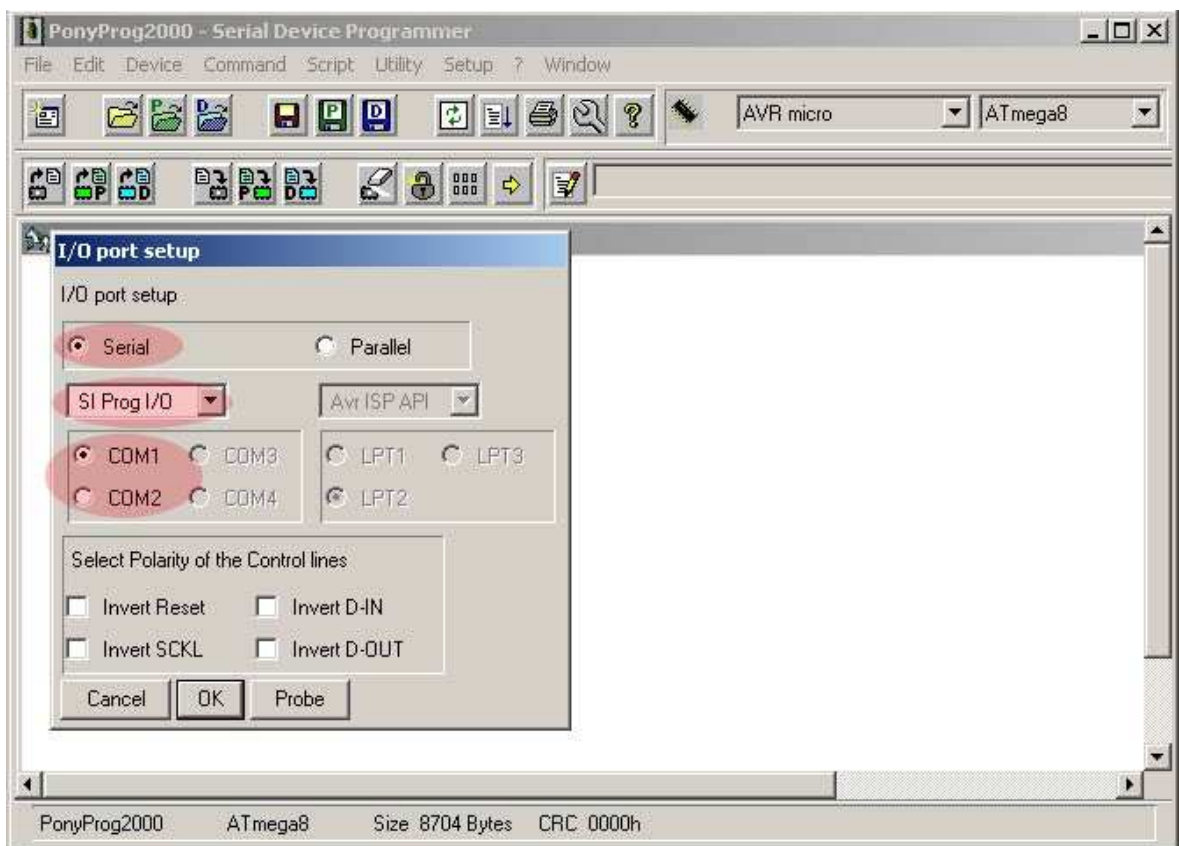
Obrázek 7 Redukce 6-10 pinového ISP konektoru

Jako ISP programátor jsem zvolil snad nejjednodušší programátor, který jsem našel na [www stránkách http://electronic-diy.com](http://electronic-diy.com). Jeho zapojení je extrémně jednoduché. Podobá se zapojení podobně jednoduchých programátorů určených pro paralelní port počítače. Celé zapojení obsahuje jediný tranzistor, pět rezistorů, dvě Zeyerovy diody pro napětí 5,1V a jednu obyčejnou diodu. Lze jej vestavět přímo do krytky konektoru Canon9.



Obrázek 8 Zapojení jednoduchého ISP programátoru

Pro vlastní programování jsem použil volně šířený software PonyProg2000, který dokáže s tímto programátorem spolupracovat.



Obrázek 9 Konfigurace programu PonyProg2000 pro jednoduchý programátor

6.2.5 Procesor

Použitý osvědčený procesor Mega8A-AU v pouzdře TQFP32. Výhodou tohoto procesoru je možnost použít široký rozsah napájecího napětí 2,7 – 5,5V při požadované taktovací frekvenci 7,3728 MHz. Tato frekvence byla zvolena z důvodu potřeby komunikace po sériové lince s GPS modulem. Procesor při napájecím napětí 3.3V umožňuje maximální frekvenci 10MHz. Pokud bychom potřebovali větší výkon, je možné zvýšit frekvenci na dvojnásobek při zvýšení napájecího napětí na 5V. Samozřejmě za cenu zvýšení spotřeby. Věc, kterou považují za největší výhodu, je dostupnost vývojových nástrojů. Na stránkách výrobce je dostupné vývojové prostředí AVRStudio a komunita okolo GNU/GCC překladače jazyka C++ vytvořila zásuvný modul přímo pro AVRStudio, který umožňuje tvorbu a ladění programového kódu v jazyce C přímo v AVRStudiu. Na stránkách výrobce je několik „aplikačních poznámek“, ve kterých je popisováno zapojení programátorů a ladících nástrojů AVR JTAG ICE (ICE – In Circuit Emulator) umožňující krokovat kód přímo v procesoru v zapojení. Pro budoucí použití je možné zdrojový kód portovat na jiné procesory řady ATmega, po úpravách i pro procesory řady ATtinny.

6.2.6 Přípojná místa, konektory

Pro připojení GPS modulu a Transcieveru jsou použity jednořadé kolíkové lišty.

- GPS konektor. Na konektor GPS modulu je vyvedeno stabilizované napájení pro GPS přijímač. Dále je zde vstup sériového rozhraní od GPS a výstup sériového rozhraní z trackeru.
- TRX konektor. Na konektor pro připojení transceiveru je přivedeno nestabilizované napájení pro tracker, ze kterého je vytvářeno stabilizované napětí pro mikroprocesor a GPS. Dále je zde přiveden výstup pro sluchátka z radiostanice. Z tohoto konektoru je odveden signál pro spínání transceiveru, dále analogový signál modulace do mikrofonního vstupu transceiveru a signál ovládající přepínání příjem/vysílání.

Připojení programátoru a analogových vstupů je realizováno pomocí dvouřadých kolíkových lišt.

- ISP konektor je zapojen dle popisu v předchozí části.
- Konektor s analogovými vstupy je realizován pro 4analogové kanály a do budoucnosti se počítá s připojením 1-wire meteorologie na další dva piny.

7 SOFTWARE PRO MIKROKONTROLER

Při návrhu software pro tento tracker jsem zvolil modifikaci verze volně šířené pod licencí GNU/GPL včetně zdrojových kódů. Při procházení internetových stránek s různými zapojeními trackerů jsem zjistil, že velká část programového kódu je jednotlivými implementacemi „sdílena“ a většina z aplikací odkazuje na nyní již neexistující stránky jakožto na své zdroje. Mnou vybraná varianta mi připadala z pohledu autorských práv nejtransparentnější. Zdrojový kód po uplynutí dvouleté ochranné lhůty zveřejním na svých webových stránkách pro dodržení pravidel licence.

7.1 Popis provedených úprav

V původním softwaru je integrováno ovládání modelářského serva na portu PD.2 - toto není pro funkci nutné, proto jsem tyto části kódu zakomentoval. Dále zde byla integrována detekce jedné značky s dekodováním příkazu, tuto část jsem také zakomentoval.

Doplnil jsem spínání napájení GPS a ovládání tranzistoru pro spínání vysílače. Spínání napájení GPS je prováděno na původním portu serva PD.2. Pro spínání vysílače je využit port PD.3. Pro přepínání konfigurace je přidána zkratovací propojka na portu PD.4.

7.2 Generátor konfiguračního souboru pro eeprom

Tracker pro uložení konfigurace využívá eeprom paměť dat mikroprocesoru, kde jsou uloženy všechny důležité konstanty pro činnost a konfiguraci trackeru. Jelikož je práce přímo s binárními případně hexadecimálními hodnotami dost složitá a hexadecimálních ještě navíc ztěžovaná nutností neustále dopočítávat kontrolní součet jednotlivých řádků, napsal jsem jednoduchý program, který umožňuje měnit parametry mnohem jednodušeji a potřebný soubor v hexadecimálním formátu „IntelHex“ vygeneruje. Tento software je napsaný ve vývojovém prostředí Lazarus v jazyce Pascal.

7.2.1 Popis vlastního programu

Vlastní program pro tvorbu konfiguračních souborů je napsán spíše lineárně. Generují se postupně jednotlivé řádky, místo generování binárního streamu a jeho následné konverze do IntelHex formátu.

Jednotlivá pole s parametry jsou ošetřena proti chybnému vstupu buďto parametricky, nebo kontrolou vstupu při jejich opuštění. Pokud to bylo možné, použil jsem pro vstup rozbalovací menu s pevně danými hodnotami

7.2.2 Popis uživatelského rozhraní

Uživatelské rozhraní je maximálně zjednodušeno. Jednotlivá pole s parametry jsou seskupena podle účelu pro větší přehlednost. Mimo jednotlivých polí s parametry jsou zde pouze dvě tlačítka,

- Tlačítko save vyvolá dialogové okno pro výběr názvu souboru a jeho uložení.
- Tlačítko Exit program ukončí

7.2.3 Obsah paměti eeprom

Byte	Obsah
0x00 – 0x06	Volací značka cílové stanice – u APRS se využívá k identifikaci typu trackeru (kódováno hodnota ASCII×2)
0x07 – 0x0D	Volací značka trackeru bez SSID (kódováno hodnota ASCII×2)
0x0E – 0x14	Cesta – místa, kterými má packet procházet pro APRS se používá na prvním místě WIDE1 1 (kódováno hodnota ASCII×2)
0x15 – 0x1B	Cesta – místa, kterými má packet procházet pro APRS se používá na prvním místě WIDE1 1 (kódováno hodnota ASCII×2 +1 poslední bit musí být nastaven na 1 - lichý)
0x1C – 0x1E	03 F0 00 Konec AX.25 UI rámce ukončeno 00
0x1F – 0x27	Volací značka trackeru včetně SSID v ASCII kódování doplněno mezerami
0x28 – 0x67	Status text
0x68 – 0x68	Korekční faktor přepočtu napájecího napětí
0x69 – 0x69	Konfigurační bajt, význam jednotlivých bitů 0. Čekání na platná data z GPS

	<ol style="list-style-type: none"> 1. Odesílání informace o napětí baterie 2. Odesílání informace o teplotě 3. Vypínání Transcieveru po 30 minutách 4. Výběr komentáře B0 5. Výběr komentáře B1 6. Odesílání zpráv 7. Vkládání časového razítka
0x6A – 0x6A	SSID pro první konfiguraci
0x6B – 0x6B	Volby tabulky symbolů pro první konfiguraci / - primární \ sekundární
0x6C – 0x6C	Konkrétní symbol pro první konfiguraci
0x6D – 0x6D	SSID pro druhou konfiguraci
0x6E – 0x6E	Volby tabulky symbolů pro druhou konfiguraci / - primární \ sekundární
0x6F – 0x6F	Konkrétní symbol pro druhou konfiguraci
0x70 – 0xD3	Text komentáře (zprávy) číslo 1
0xD4 – 0x137	Text komentáře (zprávy) číslo 2
0x138 – 0x19B	Text komentáře (zprávy) číslo 3
0x19C – 0x1DF	Text komentáře (zprávy) číslo 4

Tabulka 8 Konfigurace jednotlivých buněk datové paměti eeprom

8 REALIZACE ZAPOJENÍ

Zapojení je realizováno na oboustranné prokovené desce s plošnými spoji. Její výroba v amatérských podmínkách není pravděpodobná. Při návrhu jsem počítal s tím, že se náklady na přípravu výroby rozpočítají do určitého množství vyrobených kusů. To by umožnilo použít nepájivou masku, která by usnadnila montáž.

Vlastní deska má rozměr 35×50mm a je osazená z obou stran SMD součástkami. Při osazení je výhodné použít pájecí pastu a horkovzdušnou pájecí stanici. Je samozřejmě možné osadit součástky i s pomocí pájecího pera s ostrým hrotem, ale je to podstatně náročnější. Pro zapojení jsem vybral větší SMD součástky pro snazší manipulaci.

8.1 Použité návrhové prostředky

Pro návrh zapojení jsem použil volně dostupnou verzi systému FORMICA. Tento systém umožňuje kompletní návrh od kreslení schématu po návrh desek plošných spojů.

Vlastní kreslení schématu zapojení probíhá v programu Formica Schematic. Nejjednodušší je postupovat ve dvou krocích. První umístíme na plochu jednotlivé součástky z knihoven, poté provedeme propojení jejich vývodů. Celé schéma značně zpřehledňuje sloučení vývodů více vývodových součástek do sběrnic, dále pak propojení společných potenciálů pomocí symbolů například GND, nebo UCC.

V průběhu práce jsem narazil na omezení volně šiřitelné verze týkající se počtu součástek. Postupně jsem zjistil, že problém způsobuje počítání společných prvků potenciálu UCC a GND mezi součástky. Díky tomuto jsem musel schéma překreslit do méně elegantní formy s propojenými potenciály.

Tvorba obrazce spojů pro DPS probíhá v programu Formica Layout. Nejsnáze se do něj přepneme z editoru schémat pomocí příkazu „Open Layout“ tento zajistí přenesení seznamu součástek a seznamu spojů do editoru DPS. Zde nejdříve rozmístíme součástky v prostoru odpovídajícímu rozměrům budoucí DPS. Při rozmisťování hlídáme množství překřížených spojení, čím méně tím lépe. Poté si můžeme nechat vygenerovat DPS pomocí autorouteru (část editoru plošných spojů schopná vytvořit obrazec plošných spojů pro dané rozmístění součástek automaticky). Případně to lze zkusit ručně, při čemž hodně pomáhá přímka neustále spojující počáteční konec aktuálně malované čáry s druhým propojeným vývodem. Přímka se automaticky přichytává na nejbližší spoj se stejným jménem. Po zakončení práce lze výsledky uložit.

Celé zapojení úplně vyčerpalo limity volně šířené verze. To mě donutilo se zamyslet nad funkčností volně šířitelné verze, její omezení neumožňují příliš poznat schopnosti programu a autorouter v tomto jednoduchém zapojení naprosto selhával. I přes tyto dvě výtky mi vychází tento systém jako nejintuitivnější a pracovalo se mi s ním výborně. Při práci na tomto projektu jsem také vyzkoušel volně šířitelné verze programů Eagle a Target 3001.

8.2 Osazení

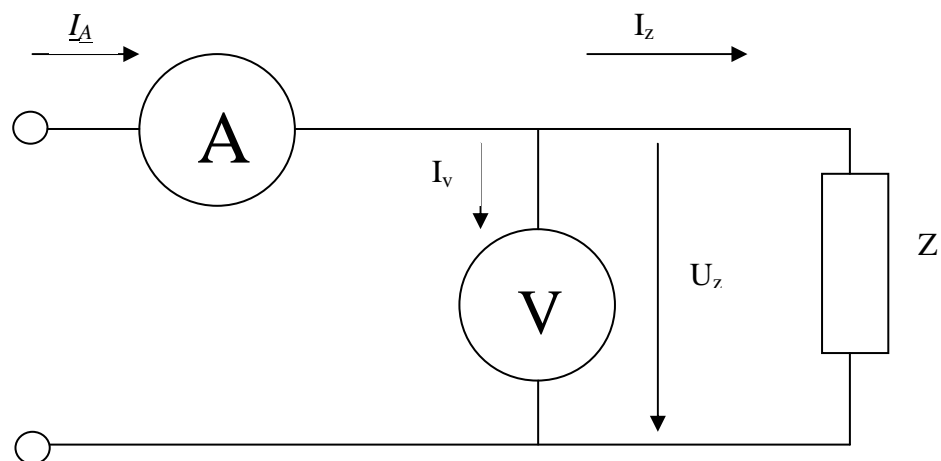
Vlastní osazování je nejlépe začít od procesoru, poté osadit ostatní SMD součástky na stejné straně desky, pokračovat na druhé straně podobně – první stabilizátory pak pasivní součástky okolo a nakonec trimr a konektory. Samozřejmě je potřeba dbát pravidel pro práci s citlivými elektronickými součástkami. V případě nutnosti něco opravit. Je důležité nejprve zakrýt součástky v okolí a teprve poté se pustit do opravy.

9 OVĚŘENÍ FUNKCE, MĚŘENÍ SPOTŘEBY

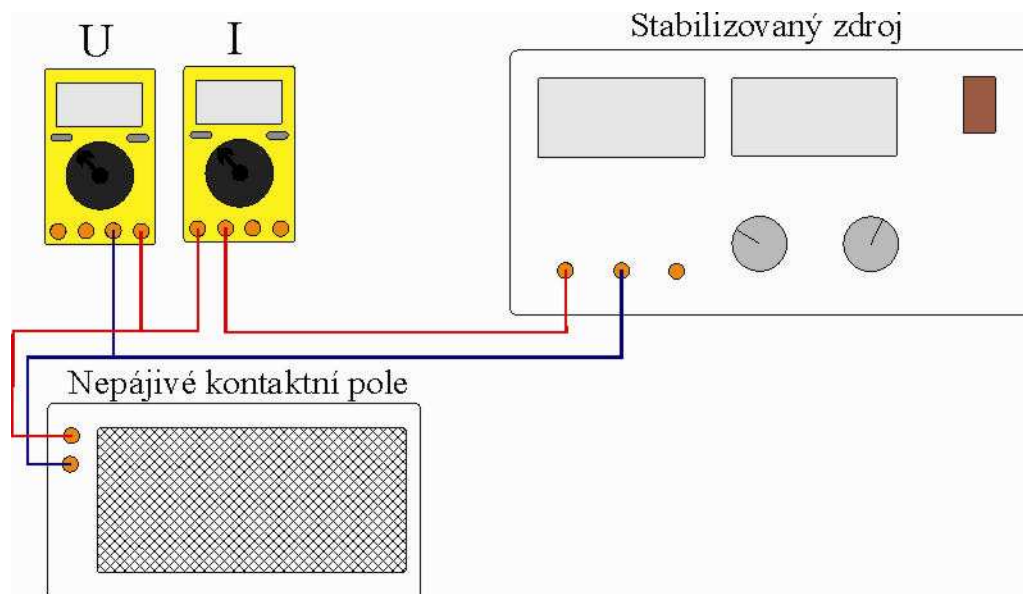
Pro ověření funkce bylo celé zapojení provedeno na nepájivém kontaktním poli pomocí běžných vývodových součástek, včetně mikrokontroleru v pouzdře DIL (Dual inline). Procesor byl naprogramován prostřednictvím ISP konektoru.

9.1 Konfigurace zapojení pro měření

Pro měření požadovaných údajů byly použity dva multimetry HC-M890G, jeden pro měření napětí a druhý pro měření proudu obvodem. Původně jsem chtěl použít osciloskopu a proudového bočníku, bohužel nevlastním kalibrovaný proudový bočník ani proudovou sondu pro osciloskop. Při měření by bylo nutné znát jejich parametry pro stanovení nejistoty měření, proto jsem použil dvojici multimetrů a potřebné údaje z katalogu výrobce. Dále jsem použil stabilizovaný zdroj s limitací proudu. Limitaci proudu jsem nastavil na maximum z důvodu možného ovlivnění výsledků při kolísání napětí vlivem proudového omezení. Pro účely měření jsem použil modifikovanou verzi sw mikrokontroleru. Která pouze aktivovala potřebné funkce a pak neustále cyklovala pro simulaci činnosti, nebo přepnula procesor do úsporného režimu.



Obrázek 10 Schema zapojení měřicího pracoviště



Obrázek 11 Konfigurace měřícího pracoviště

Zdroj byl nastaven na výstupní napětí 12V ss a proudové omezení na 5A.

9.1.1 Měřící přístroje

2 ks multimetru HC-M890G

Pro použité měřicí rozsahy výrobce udává tyto možné odchylky

Rozsah [jednotka]	Rozlišení	Chyba $\delta \pm D$
20 [V]	10 mV	$\pm 0,5\% \pm 1 \text{ digit}$
200 [mA]	100 μA	$\pm 1,2\% \pm 1 \text{ digit}$
20 [mA]	10 μA	$\pm 0,8\% \pm 1 \text{ digit}$

Tabulka 9 Parametry muimetrů pro potřebné rozsahy

Výrobce dále uvádí vstupní impedanci 10 Mohm při měření napětí.

9.2 Vzorce a výpočty

Ovlivnění měřeného proudu obvodem vstupní impedancí voltmetru:

$$I = \frac{U}{R} [A, V, \Omega]$$

Po dosazení:

$$I = \frac{12V}{10^6 \Omega} = 1,2^{-6} A = 1,2 \mu A$$

Jelikož maximální rozlišení použitých přístrojů je o dva řády nižší, můžeme toto ovlivnění zanedbat.

Pro stanovení absolutní chyby digitálního přístroje pro změřenou hodnotu použijeme vzorec:

$$\Delta = \frac{\delta_R \cdot n}{100} + \delta_M \cdot d_{min}$$

Rovnice 4 Stanovení absolutní chyby měřidla

Kde

Δ = Absolutní chyba daného výsledku

δ_R = Relativní chyba z měřené hodnoty (Katalog, štítek přístroje)

δ_M = Relativní chyba z maximální hodnoty (Uvedena nebo ± 1 digit)

n = změřený údaj

d_{min} = minimální dílek stupnice

Pro stanovení směrodatné odchylky měření použijeme vzorec:

$$\hat{s}_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n(n-1)}}$$

Rovnice 5 Stanovení směrodatné odchylky

Kde

n = počet prvků

x_i = prvek na pozici i

Celková chyba měření se pak vypočítá

$$\delta_c \approx \sqrt{\delta_s^2 + \delta_m^2}$$

Kde

δ_c = celková chyba

δ_s = směrodatná odchylka

δ_m = Relativní dovolená chyba měřicího přístroje

9.3 Naměřené hodnoty

Naměřené proudy při běhu procesoru na nominální výkon, bez GPS

Číslo měření	Naměřená hodnota	Vyhodnocená hodnota\
1	12,26 mA	(12,26 ±0,01) mA
2	12,28 mA	(12,28 ±0,01) mA
3	12,29 mA	(12,29 ±0,01) mA
4	12,32 mA	(12,32 ±0,01) mA
5	12,28 mA	(12,28 ±0,01) mA
6	12,28 mA	(12,28 ±0,01) mA
7	12,29 mA	(12,29 ±0,01) mA
8	12,26 mA	(12,26 ±0,01) mA
9	12,28 mA	(12,28 ±0,01) mA
10	12,27 mA	(12,27 ±0,01) mA
Aritmetický průměr	12,28 mA	
Směrodatná odchylna / výsledná hodnota	0,02 mA	(12,28 ±0,2) mA

Tabulka 10 Naměřené hodnoty pro nominální stav

Naměřené proudy při procesoru v úsporném režimu (IDLE) GPS vypnuto

Číslo měření	Naměřená hodnota	Vyhodnocená hodnota\
1	7,47 mA	(7,47 ±0,01) mA
2	7,46 mA	(7,46 ±0,01) mA
3	7,46 mA	(7,46 ±0,01) mA
4	7,47 mA	(7,47 ±0,01) mA
5	7,48 mA	(7,48 ±0,01) mA
6	7,47 mA	(7,47 ±0,01) mA
7	7,48 mA	(7,48 ±0,01) mA
8	7,46 mA	(7,46 ±0,01) mA
9	7,48 mA	(7,48 ±0,01) mA
10	7,48 mA	(7,48 ±0,01) mA
Aritmetický průměr	7,47 mA	
Směrodatná odchylna / výsledná hodnota	0,01 mA	(7,47 ±0,01) mA

Tabulka 11 Naměřené hodnoty IDLE

Naměřené proudy plně aktivního trackeru s GPS

Číslo měření	Naměřená hodnota	Vyhodnocená hodnota\
1	73,4 mA	(73,4 ±0,1) mA
2	73,8 mA	(73,8 ±0,1) mA
3	74,2 mA	(74,2 ±0,1) mA
4	74,5 mA	(74,5 ±0,1) mA
5	73,2 mA	(73,2 ±0,1) mA
6	73,5 mA	(73,5 ±0,1) mA
7	73,6 mA	(73,6 ±0,1) mA
8	73,9 mA	(73,9 ±0,1) mA
9	74,2 mA	(74,2 ±0,1) mA
10	74,0 mA	(74,0 ±0,1) mA
Aritmetický průměr	73,8 mA	
Směrodatná odchylna / výsledná hodnota	0,4 mA	(73,8 ±0,4) mA

Tabulka 12 Naměřené hodnoty v plném provozu s GPS

9.4 Shrnutí výsledků měření

Většina zjištěných údajů odpovídá teoretickým předpokladům, vyšší hodnota v aktivním režimu bez GPS může být způsobena rozptylem parametrů u výrobce, který udává nominální proud procesoru 6mA, ale maximální až 15mA. Zvýšená nejistota měření při plném zatížení s aktivním GPS přijímačem může být způsobena vnitřním zapojením a režimy činnosti použitého GPS přijímače.

Celkový vliv na spotřebu celého zapojení je u těchto dvou režimů procesoru zřejmý, v porovnání se spotřebou GPS modulu však malý. Navíc režimy šetření energie mohou způsobit výpadky při sledování provozu ostatních trackerů v okolí.

Při testování docházelo i k zaseknutí komunikace s GPS modulem. Proto jsem ve výsledném programu úsporný režim procesoru nahradil ovládním napájení transceiveru, kde je úspora energie mnohem znatelnější.

ZÁVĚR

Ve své práci jsem nastínil možnosti spolupráce mezi dobrovolníky z řad radioamatérů a složkami IZS. Je škoda, že u nás v České republice doposud podobná spolupráce nefunguje. Možná je to způsobeno určitými zakořeněnými představami o radioamatérech jako o lidech sedících doma na židli se sluchátky na uších, kteří žijí v jiném světě. Je to škoda, protože zkušenosti ze zahraničí například z USA ukazují, že tato pomoc může nejen šetřit lidské zdroje tak důležité při zvládnání přírodních katastrof, ale také finance.

Součástí práce je také APRS zařízení, včetně pomůcek pro jeho jednodušší oživení a konfiguraci.

Vlastní systém úspory energie je implementován formou selektivního zapínání periférií dle aktuální potřeby.

Hlavní význam této práce spatřuji v tom, že může pomoci poznat možný přínos radioamatérů pro zvládnání krizových situací. Někdy je nejtěžší udělat první krok. Na mnoha místech už spolupráce funguje, mnohdy nenápadně, když radioamatér opravuje nefunkční pojítka, doladuje antény a opatrně vysvětluje, že křičet přímo do mikrofону nepomůže k větší srozumitelnosti. Tato práce může pomoci v orientaci a třeba i zbavit strachu z toho, že bude odmítnut. Zároveň dává možnost postavit jednoduché, nenákladné zařízení pro první experimentování i praktické využití. Radioamatérství je sport a sportovci, pokud mohou, nesedí doma, když jsou lidé okolo v nouzi.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

In my thesis I am outlined the possibilities for cooperation between the volunteers from the ranks of the radio amateurs and IRS components. It is a shame that here in the Czech Republic still such cooperation not working. Maybe it is some deep-seated images of radio amateurs as the people sitting at home on a chair wearing headphones, who are live in another world. It's a shame, because experience from other countries such as the USA show that this assistance can not only save human resources so important in coping with natural disasters, but also finances.

Part of thesis is also a APRS device, including tools for his revival and make configuration easier.

The actual energy savings system is implemented by selectively switching the periphery according to actual needs.

Principal importance of of this work I see in the fact that might help identify the possible contribution of amateurs for handling crisis situations. Sometimes it is most difficult make the first step. In many areas of cooperation already works, often discreetly, when correcting dysfunctional ham radio, antennas tunes the and carefully explains that scream into the microphone does not work right for a greater clarity. This work can assist in orientation and even to get rid of fear of to be rejected. It also gives the possibility build a simple, inexpensive device for the first experiments and practical applications. Amateur radio is a sport and sportsmen, if they can, do not sit at home when they are around people in distress.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] *Portál veřejné správy České republiky* [online]. 2011 [cit. 2011-05-23]. Dostupné z WWW: <<http://portal.gov.cz>>. [web]
- [2] *Wikipedia : The Free Encyclopedia* [online]. 2011 [cit. 2011-05-23]. Dostupné z WWW: <<http://www.wikipedia.org/>>. [web]
- [3] The APRS Working Group. *APRS Protocol Reference : Protocol Version 1.0*. Vyd. 1. Tuscon, USA : Tucson Amateur Packet Radio Corp, 2000. 128 s. Dostupné z WWW: <<http://www.aprs.org/doc/APRS101.PDF>>. ISBN 0-9644707-6-4.
- [4] FREJLACH, Karel. *Nové režimy radioamatérského provozu*. Vyd. 1. Č, Budějovice : Ing. Karel Frejlach, 2001. 187 s. ISBN 80-238-6814-4.
- [5] BRUNINGA, Bob. APRS ARTICLES. *Aprs.org* [online]. 1999, 8.3.7, [cit. 2011-05-23]. Dostupný z WWW: <http://www.aprs.org/APRS-docs/ARTICLES.TXT>
- [6] *ATmega8A : 8-bit AVR with 8KBytes In-System Programmable Flash* [online]. San Jose, USA : Atmel Corporation, 2008, 2011 [cit. 2011-05-23]. Dostupné z WWW: <http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc8159.pdf>.
- [7] *LR9552 : GPS Module* [online]. 1. Taipei, Taiwan : Leadtek Research, Inc., 2007 [cit. 2011-05-23]. Dostupné z WWW: <ftp://ftp.leadtek.nl/mirror/gps/9552/LR9552_v0.6_042808.pdf>.
- [8] *LExxAB : LExxC* [online]. [s.l.] : STMicroelectronics, 2008 [cit. 2011-05-23]. Dostupné z WWW: <http://www.st.com/internet/com/TECHNICAL_RESOURCES/TECHNICAL_LITERATURE/DATASHEET/CD00000545.pdf>.
- [9] *APRS AVR tracker* [online]. 2009 [cit. 2011-05-23]. APRS AVR tracker. Dostupné z WWW: <http://www.mujsvet.net/ham/ham_konstrukce/APRS_tracker/APRS_tracker.html>.
- [10] *AX.25 Link Access Protocol for Amateur Packet Radio : Version 2.2 Revision: July 1998* [online]. Tuscon, USA : Tucson Amateur Packet Radio Corporation, 1998 [cit. 2011-05-23]. Dostupné z WWW: <<http://www.ax25.net/AX25.2.2-Jul%2098-2.pdf>>.

- [11] ZPRACOVÁNÍ DAT FYZIKÁLNÍCH MĚŘENÍ : *Studijní text pro řešitele FO, studující fyziku na UHK a ostatní zájemce o fyziku* [online]. Praha : Univerzita Karlova, 2007 [cit. 2011-05-23]. Dostupné z WWW: <<http://fo.cuni.cz/texty/mereni.pdf>>.
- [12] DION, Gary. *Garydion* [online]. 18.7.2005 [cit. 2011-05-25]. WhereAVR on garydion. Dostupné z WWW: <<http://garydion.com/projects/whereavr/>>. [webová stránka]
- [13] WILKE, Ralf. *Homepage Ralf Wilke* [online]. 21.5.2009 [cit. 2011-05-25]. Amaterfunk. Dostupné z WWW: <http://www.dh3wr.de/amateurfunk/aprs_tracker/index_en.htm>. [webová stránka]

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

APRS	Automated position reporting systém
IZS	Integrovaný záchranný systém
JPO	Jednotka požární ochrany
ITU	International Telegraph Union
ČR	Česká republika
CEPT	European Conference of Postal and Telecommunications Administrations
HAREC	Harmonised Amateur Radio Examination Certificate
USA	United States of America
APRS-IS	Automatic packet reporting service – internet service
GPS	Global positioning system
DX	Extreme distance
ACK	Acknowledgement
ID	Identifikátor
TNC	Terminal node controller
CCITT	Telegraph and telephone Consultative Committee
OSI	Open systems interconnection
SSID	Service Set Identifier
TCP	Transmission control protocol
IP	Internet protocol
PC	Personal computer
UI	Unnumbered informatik
AFSK	Audio frequency shift keying
PWM	Pulse width modulation
MODEM	Modulator demodulator

GPL	General public licence
SMD	Surface mount device
MCU	Microcontroler unit
LED	Light emitting diode
A-D	Analogově / digitální
ISP	In systém programming
MISO	Master in slave out
MOSI	Master out slave in
SCK	Seriál clock
RES	Reset
GND	Ground Zem
ICE	In circuit emulator
ASCII	American standard code for information interchange
UCC	Napájecí napětí
DPS	Deska plošných spojů
DIL	Dual in line

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Data v APRS zdroj: http://w0mg.net/presentations/APRS201009.pdf	21
Obrázek 2 Životnost paketu	22
Obrázek 3 Datové toky v APRS	26
Obrázek 4 Zdroj	41
Obrázek 5 D/A převodník.....	42
Obrázek 6 Zapojení ISP konektoru.....	43
Obrázek 7 Redukce 6-10 pinového ISP konektoru.....	43
Obrázek 8 Zapojení jednoduchého ISP programátoru.....	44
Obrázek 9 Konfigurace programu PonyProg2000 pro jednoduchý programátor.....	44
Obrázek 10 Schema zapojení měřicího pracoviště	51
Obrázek 11 Konfigurace měřicího pracoviště	52

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Frekvence v pásmu 145 Mhz používané pro APRS v některých částech světa.....	21
Tabulka 2 Využití kapacity přenosového kanálu.....	25
Tabulka 3 Struktura datového pole protokolu APRS	26
Tabulka 4 Identifikátory dat v APRS	27
Tabulka 5 Přiřazení jednotlivých SSID v ČR.....	29
Tabulka 6: Struktura rámce UI [10].....	30
Tabulka 7 Vypočtené hodnoty výdrže trackeru + GPS	39
Tabulka 8 Konfigurace jednotlivých buněk datové paměti eeprom.....	48
Tabulka 9 Parametry muimetrů pro potřebné rozsahy	52
Tabulka 10 Naměřené hodnoty pro nominální stav	55
Tabulka 11 Naměřené hodnoty IDLE.....	56
Tabulka 12 Naměřené hodnoty v plném provozu s GPS.....	57

SEZNAM PŘÍLOH

P1 Průkaz odborné způsobilosti HAREC

P2 Radioamatérské oprávnění

P3 schema trackeru

P4 blokové schema programu

P5 DPS

P6 Rozmístění součástek

PŘÍLOHA P1: PRŮKAZ ODBORNÉ ZPŮSOBILOSTI HAREC



Český telekomunikační úřad

se sídlem Sokolovská 219, Praha 9
poštovní přihrádka 02, 225 02 Praha 025

**PRŮKAZ ODBORNÉ ZPŮSOBILOSTI HAREC
OPERÁTORA TŘÍDY A
AMATÉRSKÉ RADIOKOMUNIKAČNÍ SLUŽBY**
podle Doporučení CEPT T/R 61-02

HARMONISED AMATEUR EXAMINATION CERTIFICATE (HAREC)
based on CEPT Recommendation T/R 61-02

CERTIFICAT D'EXAMEN RADIOAMATEUR HARMONISE (HAREC)
délivré sur la base de la Recommandation de la CEPT T/R 61-02

HARMONISIERTE AMATEURFUNK-PRÜFUNGSBESCHEINIGUNG (HAREC)
nach CEPT Empfehlung T/R 61-02

Jméno a příjmení

Holders name/Nom du titulaire/Name des Inhabers

Petr Hronek

Datum narození

Date of birth/Date de naissance/Geburtsdatum

16.7.1972

Číslo průkazu

Certificate N°/Certificat N°/Bescheinigungsnummer

0156493

Datum vydání

Date of issue/Date de délivrance/Ausstellungsdatum

31.7.2009



Razítko/Official stamp/Cachet Officiel/Offizieller Stempel

M. Čech v. z.

Podpis/Signature/Signature/Unterschrift

PŘÍLOHA P2: RADIOAMATÉRSKÉ OPRAVNĚNÍ

ČESKÁ REPUBLIKA
CZECH REPUBLIC
ČESKÝ TELEKOMUNIKAČNÍ ÚŘAD
CZECH TELECOMMUNICATION OFFICE



RADIOAMATÉRSKÉ OPRAVNĚNÍ
RADIO AMATEUR LICENCE
LICENCE DE RADIOAMATEUR
AMATEURFUNKGENEHMIGUNG

Číslo jednací 66 091/2009-613

Praha 31.7.2009

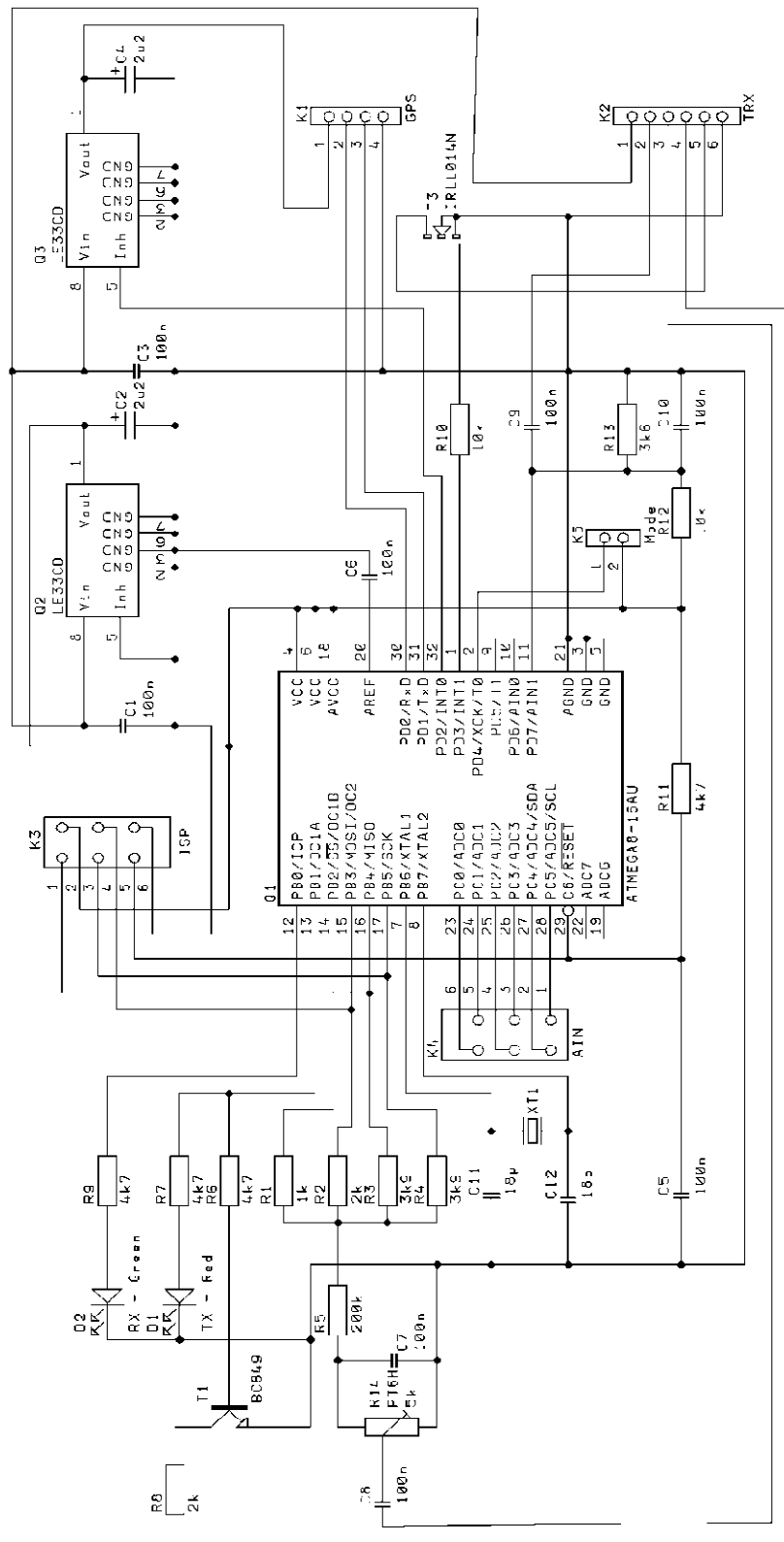
Český telekomunikační úřad jako příslušný správní orgán podle § 10 zákona č. 500/2004 Sb., správní řád, a podle § 108 odst. 1 písm. o) a § 122 odst. 1 zákona č. 127/2005 Sb., o elektronických komunikacích a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o elektronických komunikacích), ve znění pozdějších předpisů, (dále jen "zákon") podle § 17 odst. 2 a § 18 zákona, uděluje v řízení o žádosti žadatele ze dne 27.7.2009 toto individuální oprávnění k využívání rádiových kmitočtů amatérské radiokomunikační služby (dále jen "radioamatérské oprávnění").

Číslo oprávnění: 156493

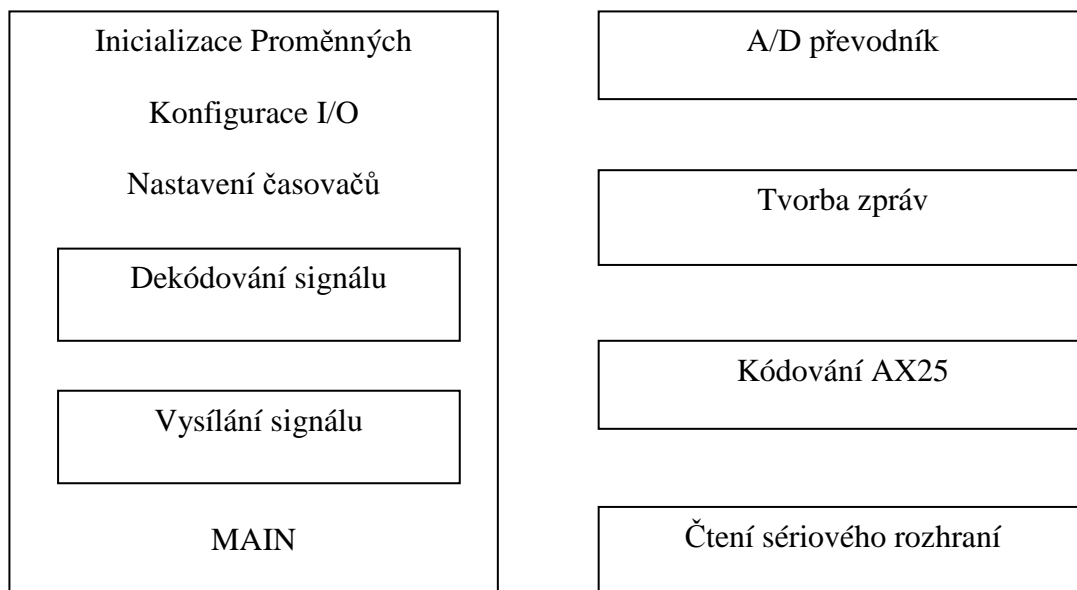
Platnost do: 30.7.2014
Validity / Validité / Gültigkeit

A Držitel oprávnění / Licence holder / Titulaire d'autorisation / Inhaber der Amateurfunkgenehmigung	
A.1	Příjmení a jméno <i>Name</i> <i>Nom</i> <i>Name</i> Hronek Petr
A.2	Bydliště <i>Place of residence</i> <i>Domicile</i> <i>Anschriji des Inhabers</i>
A.3	Datum narození <i>Date of birth</i> <i>Date de naissance</i> <i>Geburts datum</i> 16.7.1972
B	Volací značka <i>Call sign</i> <i>Indicatif d'appel</i> <i>Rufzeichen</i> OK2TE

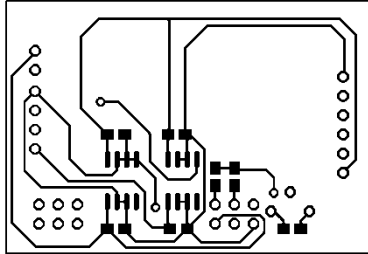
PŘÍLOHA P 3: SCHEMA TRACKERU



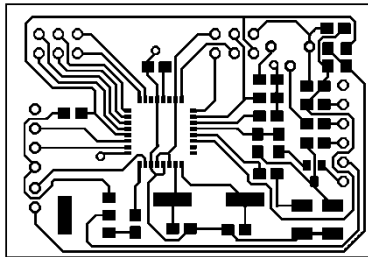
PŘÍLOHA P4: BLOKOVÉ SCHEMA PROGRAMU



PŘÍLOHA P5: DPS

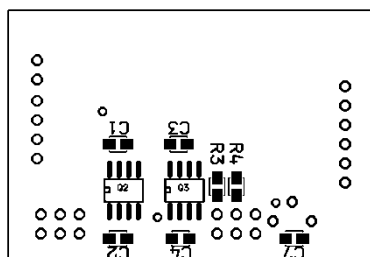


DPS strana A

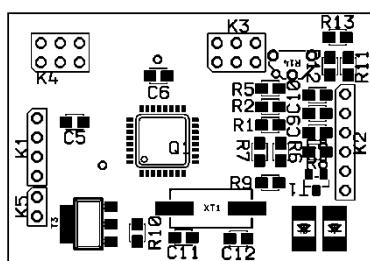


DPS strana B

Příloha P6: Rozmístění součástek



Rozmístění součástek strana A



Rozmístění součástek strana B