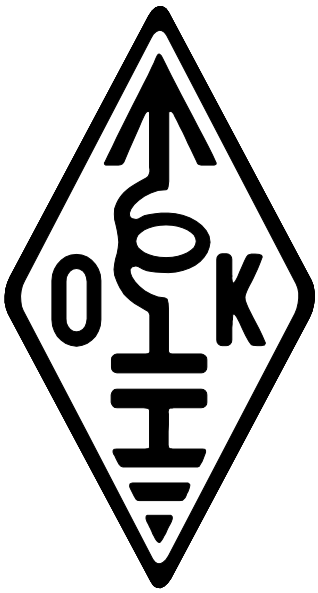
Obrazová komunikace na krátkých vlnách

Příručka pro radioamatéry



Martin Bruchanov
OK2MNM

Martin Bruchanov © 2009

Pro přípravu této knihy byl použit sázecí systém LaTeX 2_ε, obrázky byli vytvořeny ve volně šiřitelných programech OpenOffice.org Draw a GIMP, grafy jsou připraveny v programu `gnuplot` a pro vytvoření průběhů spekter i dalších příkladů mi pomohla knihovna `fftw` a GNU C Compiler (`gcc`).

Děkuji rodičům — Aleně OK2XDE a Jirkovi OK2PDE za jejich podporu.

Obsah

1. Úvod **9**

2. Televize s pomalým řádkovým rozkladem **11**
2.1. Jak to vše začalo . . . 11
2.2. Přenos obrazu . . . 12

3. Charakteristika moderních SSTV systémů **13**
3.1. Modulace signálu . . . 14
3.1.1. Šířka pásma . . . 14
3.1.2. Modulační techniky analogové SSTV . . . 15
3.2. Rozlišení obrazu . . . 16
3.3. Řádková rychlost . . . 18
3.4. Černobílý přenos obrazu . . . 18
3.5. Barevný přenos obrazu . . . 19
3.5.1. Složkové kódování barev . . . 19
3.5.2. Kompozitní barevné kódování . . . 20
3.6. Synchronizace . . . 23
3.6.1. Horizontální synchronizace . . . 23
3.6.2. Vertikální synchronizace . . . 24
3.6.3. Dodatečná synchronizační informace . . . 25

4. Popis formátů slow-scan TV přenosu **27**
4.1. Černobílé SSTV systémy . . . 27
4.1.1. Formáty pro digitální konvertory . . . 27
4.1.2. ČB přenos pomocí počítače . . . 28
4.2. Barevné SSTV módy . . . 29
4.2.1. Wraase SC-1 . . . 30
4.2.2. Barevný systém Robot . . . 31
4.2.3. Synchronní systém Martin . . . 33
4.2.4. Scottie . . . 35
4.2.5. Amiga Video Transceiver . . . 36
4.2.6. Wraase SC-2 . . . 39
4.3. Přenos s velkým rozlišením . . . 40
4.3.1. FAX480 . . . 40
4.3.2. Pasokon TV . . . 40
4.3.3. Acorn PD . . . 41
4.4. Experimentální módy . . . 42
4.4.1. MSCAN TV . . . 42
4.4.2. Kenwood FAST FM . . . 42
4.4.3. Módy MP, MR, ML . . . 43

4.4.4. Martin HQ 46

5. Seznam SSTV módů **47**

6. Zařízení pro provoz SSTV **49**
6.1. Transceiver 49
6.2. Provozní vybavení 49
6.3. Trocha historie 51
6.3.1. SSTV Monitor 51
6.3.2. Snímací zařízení 51
6.4. První převodníky FSTV/SSTV 52
6.5. SUPERSCAN 2001 53
6.6. Tasco TSC-70P 55
6.7. Interactive Visual Communicator VC-H1 56

7. Provoz pomocí počítače **57**
7.1. Konfigurace počítače 57
7.2. Zvuková karta jako modem 58
7.2.1. Zpracování signálu v PC 58
7.2.2. Propojení TRX a počítače 61
7.2.3. Ovládání PTT 62
7.2.4. Odstranění rušení 63
7.3. Konfigurace oscilátoru 63
7.3.1. Nastavení vysílací odchylky 65
7.4. Ladění SSTV 66
7.5. Digitalizace videa 66
7.6. Softwarové vybavení pro Windows 67
7.6.1. Stručný přehled programů 67
7.6.2. MMSSTV 68
7.7. Softwarové vybavení pro GNU/Linux 73
7.7.1. Seriový port 73
7.7.2. Test zvukové karty 74
7.7.3. QSSTV 75
7.8. Interfejs Hamcomm 76
7.9. Konfigurace programů v DOSu 76
7.9.1. Porty 76
7.9.2. Videokarta 77
7.9.3. Systémový časovač 78
7.9.4. Vysílání pomocí PC Speakeru 78
7.10. Software pro DOS 79

8. Radioamatérský provoz **81**
8.1. Předávání reportu 83
8.2. SSTV nejen pro amatéry 84
8.3. Diplomy a QSL lístky 85
8.3.1. IVCA DX Achievement Award DXAA 85
8.3.2. DANISH DX SSTV AWARD 85

8.3.3. Russian SSTV Award . . . 85
8.4. Kontesty . . . 85
8.4.1. DARC SSTV Contest . . . 86
8.4.2. Russian SSTV Contest . . . 86
8.4.3. NVCG SSTV Contest . . . 86
8.4.4. Danish SSTV Contest . . . 86
8.4.5. JASTA SSTV Activity . . . 87
8.4.6. Ukrainian SSTV Contest . . . 87
8.5. SSTV opakovače . . . 87
8.5.1. Převaděč OK0I . . . 87
8.5.2. Opakovače na KV a 50 MHz . . . 88
8.6. Radioamatérské satelity a kosmické vysílání . . . 88
8.6.1. SSTV ze stanice Mir . . . 89
8.6.2. MAREX-MG ISS SpaceCam 1 . . . 90
8.6.3. Satelit SuitSat . . . 91

9. Úvod do digitální slow-scan TV 93
9.1. Základy digitální komunikace . . . 93
9.2. Chybové zabezpečení a kódování . . . 95
9.2.1. Cyklický kód . . . 96
9.2.2. Hammingův kód . . . 96
9.2.3. Reedův-Solomonův kód . . . 96
9.3. Komprese dat . . . 97
9.3.1. Informační entropie . . . 97
9.3.2. Huffmanův kód . . . 99
9.3.3. Bezeztrátová komprese . . . 100
9.3.4. Ztrátová komprese . . . 101

10. Přenosové systémy DSSTV 109
10.1. Reduntant Data File Transfer . . . 109
10.1.1. Provoz RDFT . . . 111
10.2. Systém HamDRM . . . 113
10.2.1. Porovnání HamDRM a RDFT . . . 117
10.2.2. Kvadraturní amplitudová modulace — QAM . . . 118
10.2.3. Ortogonální frekvenční multiplex — OFDM . . . 119
10.3. Výběr software pro DSSTV . . . 122
10.4. Navazování spojení . . . 122
10.5. Obrázky ve vodopádu . . . 123

11. Faksimile 125
11.1. Historie přenosu obrazu . . . 125
11.2. Provoz faksimile . . . 126
11.2.1. Vysílání obrazu . . . 126
11.2.2. Příjem . . . 128
11.3. Profesionální stanice . . . 130
11.4. Retransmise satelitních snímků . . . 131
11.4.1. Meteorologické satelity . . . 132

11.5. Amatérský provoz . . . 133
11.5.1. EU – FAX – Diplom . . . 133
11.5.2. The International HF – FAX – Contest by DARC . . . 134
11.6. Mezinárodní doporučení pro vysilání faksimile . . . 134

12. Přehled profesionálních stanic 141
12.1. Evropa . . . 141
12.2. Afrika . . . 142
12.3. Asie . . . 142
12.4. Jižní Amerika . . . 144
12.5. Severní Amerika . . . 145
12.6. Austrálie a Oceánie . . . 146
12.7. Přehled podle kmitočtů . . . 148

13. Úzkopásmová televize 151
13.1. Mechanická televize . . . 151
13.2. Amatérská NBTV . . . 152
13.2.1. Doporučený standard NBTVA . . . 153
13.3. Krátkovlnná pomalá televize . . . 154

14. Zpracování obrazů pomocí počítače 155
14.1. Změna rozměrů . . . 155
14.2. Úpravy barev . . . 156
14.3. Filtrace . . . 160
14.3.1. Konvoluční matice . . . 160
14.3.2. Potlačení šumu . . . 161
14.3.3. Ostření . . . 163
14.4. GIMP — GNU Image Manipulation Program . . . 165
14.4.1. Instalace . . . 166
14.4.2. Základy ovládání . . . 167
14.5. Kreslení . . . 168
14.5.1. Barevný nápis . . . 169
14.5.2. Plastický nápis . . . 172
14.5.3. Rozostřený efekt pro okraj obrazu . . . 175

15. Rozdělení amatérských pásem 177
15.1. Vyhrazené kmitočty na VKV a UKV . . . 179

Přehled literatury 181

1. Úvod

Pro přenos zpráv po rádiových vlnách existuje obrovský počet možností. Různé druhy komunikačních provozů, vhodné pro nasazení do různých podmínek, lišících se rychlostí přenosu, modulací, protokolem přenášených dat. A mnohé z nich jsou využívány i radioamatéry pro spojení takřka po celém světě na krátkých vlnách nebo na velmi krátkých vlnách pro spojení přes družice či jenom pro stažení zpráv z místní paket-rádiové BBS. Kniha která se vám dostala právě do ruky se zabývá přenosem obrazu.

Ten nejmasovějším způsob přenosu obrazu je televizní vysílání. Televizní přenos FSTV (*Fast-Scan Television*) lze uskutečnit i v amatérských podmínkách. Obraz i zvuk přenášený na amatérských pásmech lze přijímat běžnou televizí či v případě kmitočtově modulovaného přenosu satelitním tunerem. Taková spojení se odehrávají výhradně na ultrakrátkých a mikrovlnných pásmem, protože signál potřebuje ke svému přenosu velkou šířku pásma, a tak je možné signál přenášet jen na relativně malou vzdálenost.

Tématem této knihy je ovšem přenos obrazu na krátkých vlnách.

Nejpopulárnější úzkopásmový provoz pro přenos obrazu je SSTV – televize s pomalým řádkovým rozkladem (*Slow-Scan Television*). Na rozdíl od klasické televize je možné přenášet pouze statický obraz s menším rozlišením, který, převedený na zvukový signál, je možné přenášet v hlasovém kanále běžným komunikačním vysílačem na krátkovlnných pásmech. S nastupující digitalizací rozhlasového vysílání vznikla i digitální varianta SSTV využívající pokročilé technologie jako je datová komprese, samoopravné bezpečnostní kódy a vícestavová modulace, které i v úzkopásmovém komunikačním kanále umožňují poměrně rychlý datový přenos.

Další možností přenosu na krátkých vlnách je *faksimile*, předchůdce kancelářského FAXu. Faksimile nejvíce využívají meteorologické stanice pro přenos synoptických map a družicových snímku nebo také tiskové agentury pro přenos novinových zpráv (a dříve i fotografií) v pásmech dlouhých a krátkých vln. Mapy je nutné přenášet v co největší kvalitě, takže přenos obrazu trvající klidně 20 minut není žádnou výjimkou. Dokonce ani rozvoj moderních technologií a globální propojení Internetem zatím nevytlačil tento způsob distribuce zpráv.

Už dlouho je nedílnou součástí hamshacků radioamatérů i rádiových posluchačů počítač, jehož součástí bývá zvuková karta, která umožní „dostat“ přijímané signály do PC, kde se už o vše postará specializovaný program – digitalizovaný signál převede na data a obráceně. A data o která nám půjde nejvíce jsou obrazy.

Doufám, že kniha pomůže všem, které tyto fascinující druhy provoz zajímají, aby se co nejrychleji aktivně zapojili do provozu.

Ve Žďáře nad Sázavou dne 20. prosince 2009 Martin OK2MNM

2. Televize s pomalým řádkovým rozkladem

Televize s pomalým řádkovým rozkladem (*Slow-Scan Television*), je druh komunikace určený pro přenos obrazové informace. SSTV je úzkopásmovým druhem provozu, dokonce takovým, že signály mohou být přenášeny normálními hlasovými kanály. A právě díky tomu, že SSTV je možné přenášet pomocí standardního SSB rádiového vysílače na všech pásmech, která radioamatéři používají jsou při příhodných podmínkých možná spojení po celém světě.

2.1. Jak to vše začalo

V roce 1957 student univerzity v Kentucky, Copthorne "Cop" Macdonald, WA2BCW (nyní VY2CM) objevil v technických novinách článek o vývoji zařízení v Bellových laboratořích, které by umožnilo přenášet obraz telefonními linkami. Systém, který potřebuje k přenosu tak velkou šířku pásma jako přenos řeči a by mohl být přenášen i běžným krátkovlnným vysílačem učaroval zapálenému radioamatérovi. Jeden takový systém už sice existoval, je to faksimile, ale v tomto případě se obraz o velkém rozlišení přenáší až 20 minut. Tak dlouhá doba nedokáže dát ten pocit časové soudržnosti při spojení a navíc se používal složitý mechanický zapisovač na elektrocitlivý papír. Bylo třeba vymyslet něco jiného.

Celkem slibně se jevila myšlenka přenášet snímek několik vteřin nízkofrekvenčními tóny a zobrazovat na speciální obrazovce s dlouhým dosvitem používané v radarech nebo pomaloběžných osciloskopech.

A tak začal Copthorne pracovat na způsobu jak přenést obraz po radiových vlnách za pomocí běžného komunikačního transceiveru. Během šesti měsíců provedl velké množství pokusů s amplitudovou i frekvenční modulací, které vyústily návrhem televize s pomalým řádkovým rozkladem. Během dalšího půlroku vyrobil snímač pro SSTV, a tak mohlo dojít i k praktickým pokusům na amatérských pásmech. Dne 20. prosince 1959 přelétl první televizní obrázek Atlantik.



Obrázek 2.1.: Snímek, který přelétl Atlantik jako první, zachytil John Plowman, G3AST



Obrázek 2.2.: Copthorne Macdonald při vysílání

Dalších deset let Copthorne spolu se skupinkou amatérů pracovali na zdokonalení systému, vznikly základní norma pro SSTV a byla vyvinuta vzorkovací kamera.

Práce byla završena v roce 1968, kdy FCC (Federal Communications Commission) oficiálně povolila provoz slow-scan TV.

Pár měsíců na to Evropské časopisy přinesly první zprávy o novém druhu provozu, které odstartovaly obrovský zájem radioamatérů a opravdový SSTV boom.

2.2. Přenos obrazu

Základní myšlenkou SSTV je přenos televizního obrazu, tak aby bylo možno použít běžný komunikační vysílač. Televnizní přenos, ale normálně vyžaduje velkou šířku pásma. Zmenšení šířky pásma televizního signálu se docílí snížením horizontálního (řádkového) i vertikálního (snímkového) rozkladu, které tak museli být zredukovány na co nejmenší kmitočet.

To znamená, že typický 3MHz signál ČB televize musí být zredukován na přibližně 3 kHz – zmenšení šířky pásma okolo 1000 : 1. Dnes je zmenšení ještě o něco větší, bereme-li v úvahu, že barevný obraz potřebuje k přenosu okolo 6 MHz. Protože došlo k tak velkému zmenšení šířky pásma je systém SSTV určený pouze k přenosu jednotlivých statických obrazů s menším rozlišením.

Praktickými pokusy se přišlo na to, že snímek je viditelný na stínítku dlouhodosvitové obrazovky s luminoforem P7 okolo 8 sekund, takže po přijetí posledního řádku je první řádek ještě patrný, ale po chvilce se začne zvolna vytrácet. Pro co nejlepší dojem bylo nutné dlouhodosvitový monitor provozovat v zatemnělé místnosti.

Většinou se nevysílal jen jeden snímek, ale vždy několik za sebou. Každý následující pomalu překresloval původní, ještě zaznamenaný na stínítku obrazovky, a tak bylo možno sledovat snímek co nejdéle, případně jej zaznamenat na magnetofon pro pozdější reprodukci.

Dále se přišlo na to, že pro správnou synchronizaci, tak aby mohla být zpracovatelná elektronickými obvody, je ideální doba řádkového synchronizačního impulzu okolo 5 ms a pro snímkový impulz (vertikální synchronizaci) 30 ms. Snímkový synchronizační impulz slouží k automatickému spuštění zobrazování na monitoru, pro lepší spolehlivost se v praxi jeho délka ještě o něco prodlužovala.

Synchronizační kmitočet jak řádků, tak i snímků je odvozen od kmitočtu napětí elektrorozvodné sítě. Pro řádkové synchronizační impulzy se používá kmitočtu sítě 50 Hz děleného třemi, tedy 16,6 Hz a pro snímkovou rychlost neboli vertikální rozklad $1/7,2\,\mathrm{s} = 0,1388\,\mathrm{Hz}$ je získán dělením síťového kmitočtu číslem 360 (3× počet řádků 120). V zemích se 60 Hz sítí jsou tyto parametry odvozeny podobně.

Pro pásmo videosignálu byli zvoleny kmitočty v rozmezí 1500 Hz pro černou až 2300 Hz pro bílou. Synchronizační impulzy mají pevný kmitočet 1200 Hz a protože jsou „černější než černá“, nezasahují rušivě do obrazové informace.

Všechny kmitočtové složky SSTV leží v nízkofrekvenční oblasti a lze je tudíž přenášet hovorovými kanály.

Všechny další další způsoby přenosu SSTV obrazu jsou odvozeny od tohoto původního systému. Ve většině případů se liší pouze tím, že je možné přenášet i barevný obraz a mají jiné kmitočty obrazových rozkladů.

3. Charakteristika moderních SSTV systémů

Milníkem mezi starým a moderním přenosem SSTV obrazu je bezesporu nasazení polovodičových pamětí. Díky možnosti trvale ukládat obraz do paměti vznikly první převodníky mezi rychlou a pomalou televizí – SSTV konvertory. A následkem toho se mohl přenos obrazu výrazně zdokonalit, odpadlo totiž hlavní omezení, kterým je nutnost použití dlouhodosvitové obrazovky a tak mohli vzniknout nové, dokonalejší formáty s delší dobou přenosu kvalitnějšího černobílého i barevného obrazu.

Určitým trendem při návrhu nových formátů bylo vytvořit na jednotlivých systémech vícero použitelných verzí. Jednak takové, s rychlejší dobou přenosu a nižším rozlišením a dále takové, které umožní přenos kvalitnějších obrazů, ale za delší dobu. V závislosti na podmínkách nebo potřebách by bylo možné mezi nimi volit.

První fázi vývoje nejvíce ovlivnily dvě firmy – americká *Robot Research Inc.* a německá *Wraase Electronic*, kterou vede radioamatér Volker Wraase, DL2RZ. Každá z nich uvedla na trh konvertor, který pro přenos obrazu používá vlastní systém. Tyto systémy se liší v použitém kódování barev, signály obrazového scan-řádku a způsobem synchronizace. A každý z nich umožňuje přenášet obraz v několika režimech – módech. *Mód* značí formát jakým je obraz přenášen, jeho rozlišení a přenosovou rychlost.

Jak se často stává, nemusí profesionální zařízení zcela vyhovovat amatérským účelům, takže vznikly nové systémy s dalšími módy, které byli implementovány do firmware konvertorů. Vzájemným implementováním se zajišťovala kompatibilita přenosu a nebo se vytvořil nový systém, který překonává některé nedostatky těch původních.

Množství těchto systémů se během let až neuvěřitelně rozrostlo a to jich nedávno ještě pár přibylo proto, aby plně využily možnosti moderních počítačů, které s potřebným vybavením jsou plnohodnotnými nástupci SSTV konvertoru. Výhoda počítačů je především větší paměť a díky tomu je možné záznamat snímky s velkým rozlišením.

Pokud bychom sečetli počet všech módů obsažených v těchto systémech dojdeme přibližně k číslu 70! SSTV obraz je tedy možné přenášet sedmdesáti různými módy, které se vzájemně liší dobou přenosu, rozlišením, kódováním barev, atd. Ve velké většině případů jsou módy naprosto jedinečné a nekompatibilní...

Předchozí řádky mohou nahánět trošku strach, ale můžu vás uklidnit, protože z takové záplavy módů se jich ujalo jen několik.

Evropští radioamatéři do nedávna nejvíce provozovali SSTV v módu nazvaném *Martin M1*. V poslední době jsou na pásmu často k slyšení módy *Martin M2* a *Scottie S2*. Dalším používaným módem je speciální *Scottie DX*, vyznačující se velmi vysokou kvalitou obrazu. V kosmickém provozu se zase ujal *Robot 36 Color*. Na pásmu 3,7 MHz můžete v ranních hodinách přijímat snímky vysílané kroužkem OK stanic v módu *MP115*.

Naštěstí všechny moderní konvertory nebo počítačové programy mají možnost využít většinu z těchto nejvíce používaných formátů, takže problém, kdy dvě stanice nebudou moci navázat vzájemné spojení snad ani nemůže nastat.

Pomocníkem v příjmu obrazu v těchto módech, jak si dále popíšeme, je vertikální synchronizace. Vert. synchronizace mimo spouštěcích impulzů obsahuje i digitální hlavičku tzv. *VIS*

kód, pomocí něhož je vyslána informace o módu v jakém bude odvysílán následující snímek. Díky tomu, při dobrém příjmu, je možné, aby se přijímací zařízení automaticky přepnulo do správného módu a příjem tak probíhal téměř bez zásahu operátora. Počítačové programy navíc podporují detekci módů během příjmu pomocí měření času uplynulého mezi dvěma po sobě následujícími synchro. impulzy.

V dalších kapitolách si vše do detailu popíšeme.

Důležité pojmy:

zpráva – informace vyjádřena v určité formě, která je vnímatelná lidskými smysly, např. hlas, text, obraz;

data – informace, signál ve tvaru vhodném k telekomunikačnímu přenosu, tj. ve tvaru značek, symbolů, textu, obrazu nebo zvuku;

signál – fyzikální vyjádření informace obvykle ve formě změn parametru určité fyzikální veličiny (např. elektrický, optický); v telekomunikační technice se přenos informací obvykle realizuje pomocí elektromagnetických vln ve tvaru elektrického signálu;

spoj – soubor technických prostředků umožňující přenos zpráv mezi dvěma místy, bez ohledu na druh použitých prostředků a druh přenosu;

přenosový kanál – přenosová cesta pro jednosměrný přenos signálů mezi dvěma místy;

přenosový okruh – přenosová cesta vytvořená dvěma přenosovými kanály umožňující obousměrné spojení mezi dvěma vzdálenými místy;

přenosová cesta – soubor technických prostředků a prostředí překlenující vzdálenost mezi zdrojem a příjemcem zprávy, po kterém se přenáší vhodně upravený elektrický signál.

3.1. Modulace signálu

3.1.1. Šířka pásma

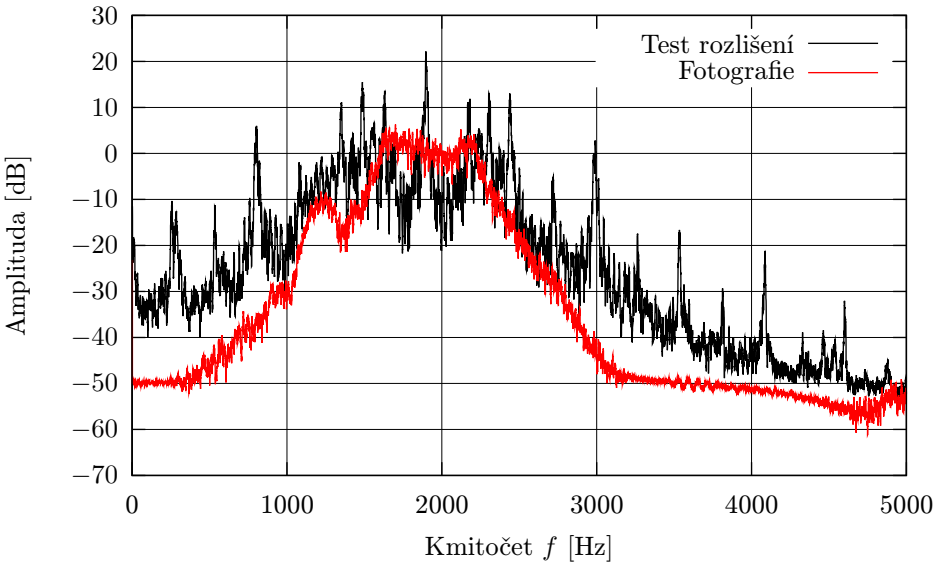
Nejrůznější přenosové kanály, ať drátové či bezdrátové, mají mnoho parametrů, které definují jejich chování při přenosu užitečného signálu. Patří mezi ně například *útlum*, který vypovídá o tom, jak hodně přenosová cesta zeslabuje signál, který přenáší. Jinou důležitou vlastností je *zkreslení* přenášeného signálu, jeho nejrůznější deformace ke kterým dochází v důsledku nedokonalosti přenosových cest.

Negativních vlivů, které ovlivňují přenos signálu skrz každou přenosovou cestu, je celá řada a jejich vliv rozhodně není zanedbatelný. Míra tohoto vlivu přitom závisí také na na kmitočtu, který přenášený signál má. Obecně je pak vždy možné stanovit určitý rozsah kmitočtů, které konkrétní přenosová cesta přenáší „ještě dobře“, zatímco mimo tento frekvenční rozsah je přenos již příliš nekvalitní.

Přenosové pásmo signálu není závislé jenom na rozsahu kmitočtů použitých pro modulaci, v našem případě 1 500 Hz až 2 300 Hz, ale i na kmitočtovém spektru signálu.

Pro zjištění kmitočtových spekter se používá *Fourierova analýza*, která spočívá v tom, že libovolný průběh signálu lze vyjádřit ve tvaru součtu velkého počtu sinusových vln – harmonických složek.

Omezená šířka pásma má pak vliv na to, že harmonické složky ležící uvnitř tohoto pásma budou přeneseny víceméně bez úhony a ostatní harmonické složky projdou s velkým zkreslením a nebo vůbec (více v kap. 7.2.1 na str. 58).



Obrázek 3.1.: Rozsah spektra SSTV pro dva různé snímky přenesené v módu Martin M1.

Šířku pásma tedy můžeme chápat jako vlastnost přenosové cesty danou rozsahem kmitočtového spektra signálu.

Základní pravidlo pro potřebnou šířku pásma se nazývá *Nyquistův teorém*, který říká, že šířka pásma je v optimálním případě číselně rovna polovině modulační rychlosti. Platí, že potřebná šířka pásma roste s množstvím přenesené informace za jednotku času.

3.1.2. Modulační techniky analogové SSTV

Protože vysílání SSTV má být uskutečněno pomocí běžného SSB zařízení, amplitudovou modulací s postranním pásmem a potlačenou nosnou vlnou *(SSB – single side band)*, kde kmitočty nad 2500 Hz jsou již silně potlačeny, tak kmitočet pro bílou barvu – nejvyšší úroveň SSTV signálu – byl zvolen 2300 Hz.

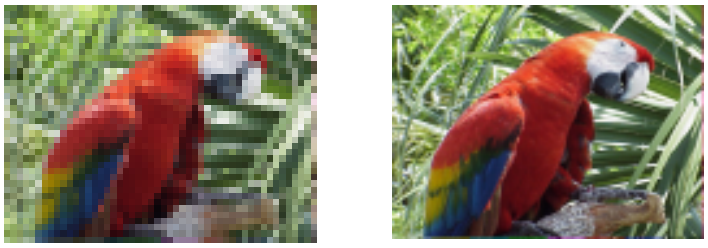
Signály SSTV jsou vysílány kmitočtovou modulací audio signálu. Za účelem vyhnout se fázovému posuvu a případnému driftu (obojí by mělo negativní vliv na kvalitu obrazu) je spektrum videosignálu namodulováno na pomocný nosný kmitočet 1900 Hz *(subcarrier)*. Tento systém modulace je označován zkratkou *SCFM – Sub-carrier frequency modulation* – kmitočtová modulace pomocnou nosnou.

Kmitočtové spektrum videosignálu probíhá od černé přes odstíny šedi až po bílou. Šířka pásma potřebná k přenosu SSTV se pohybuje v rozmezí 1,0 až 3,2 kHz a to v závislosti na použitém SSTV módu, jeho přenosové rychlosti a navíc také na obsahu obrazu, viz. část 3.2.

U levných počítačových modemů (na bázi Hamcommu) se nepoužívají pro modulaci signálu dokonalé spojité harmonické signály, ale vytváří se *kvantovaný* signál. Skokové změny mezi kvantizačními kroky vyžadují pro přenos bez zkreslení větší šířku pásma a díky tomu může docházet ke ztrátě některých obrazových detailů.

Radiokomunikační řád klasifikuje provoz SSTV jako *J3F*, význam je následující:

J – jedno postranní pásmo, potlačená nosná vlna (vysílání s amplitudově modulovanou



50×38 120×90

Obrázek 3.2.: Vliv velikosti rozlišení na kvalitu obrazu.

nosnou vlnou včetně vysílání s pomocnou nosnou vlnou, která může být modulována kmitočtově nebo fázově);

3 – jeden kanál, obsahující analogovou informaci;

F – obraz / televize.

V případě přenosu SSTV kmitočtově modulovaným kanálem je označení *F3F* nebo *A3F* při použití amplitudové modulace s oběma postranními pásmy.

3.2. Rozlišení obrazu

Rozlišení obrazu je vlastnost, která říká jaké množství detailů je na obraze možno zaznamenat, viz obr. 3.2. Hodnota rozlišení obrazu má dva parametry – horizontální rozlišení, to se udává jako počet sloupců × počet obrazových řádků, který odpovídá vertikálnímu rozlišení.

V televizní technice je z těchto dvou parametrů důležitější údaj o počtu řádků, ten je přesně daný volbou módu. Co se týče hodnoty počtu sloupců, je věc složitější.

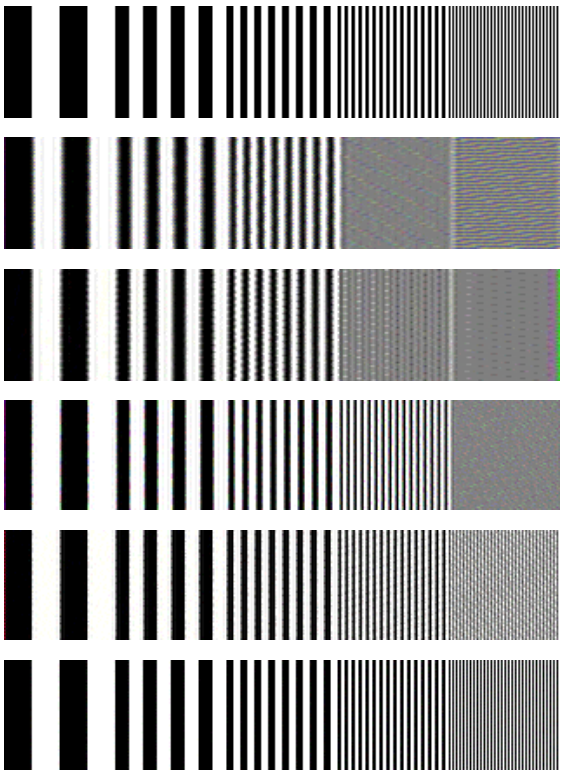
Jak jsme si popsali v předchozím textu, je obraz vysílán na krátkých vlnách prostřednictvím SSB kanálu a maximální možná šířka pásma je omezená.

SSTV je *analogový* přenos a jako takový neumožňuje předat obraz tak, aby na přijímací straně byl naprosto stejný jako na vysílací. I kdyby byl přenosový kanál, resp. příjem úplně bez rušení, pak stejně vlivem rychlosti přenosu a omezené šířky pásma dochází ke zkreslení. Zkreslení je tím větší, čím rychleji informaci přenášíme. Je tedy velice nesnadné říct jaké je horizontální rozlišení SSTV obrazu.

Jelikož většina módů přenáší obraz s 240 řádky, který se zobrazuje na obrazovce v poměru šířka ku výšce 4 : 3 dalo by se tedy říct, že počet sloupců je $240 \times 4/3 = 320$ bodů. Tato hodnota pak odpovídá teoretickému rozlišení, ale nikoliv *reálnému* rozlišení obrazu.

Pro zhodnocení reálného rozlišení se používá testovací obrazec (obr. 3.3), pomocí kterého pak můžeme posoudit kvalitu obrazu při použití daného SSTV módu v daném přenosovém kanále. Testovací obrazec obsahuje střídající se body černé a bílé v několika rastrech, od velmi hrubého až po ten nejjemnější. Kmitočtové spektrum tohoto obrazu v porovnání s běžnou fotografií je na obr. 3.1.

Všechny SSTV módy na obr. 3.3 mají počet obrazových sloupců 320, ale vidíme, že ne všechny dokážou přenést v SSB kanále obraz v takové kvalitě. Všimněte si údaje v závorce,



Originál testovacího vzorku

Martin M2 (∼220 μs)

Robot 36 Color (∼280 μs)

Martin M1 (∼450 μs)

MP115 (∼680 μs)

Scottie DX (∼980 μs)

Obrázek 3.3.: Porovnání horizontálního rozlišení vybraných SSTV módů.

ten říká přibližnou dobu nutnou k přenosu jednoho obrazového bodu. Zatímco u módu Martin M2 stěží rozeznáme druhý nejjemnější rastr, u módu M1 s dvojnásobnou dobou přenosu to jde bez problémů, ale úplně nejjemnější rastr je pořád zkreslený, srovnání na konkrétním snímku viz obr. 3.4. Zbylé dva módy s delšími časy na jeden obrazový bod obstojí i v přenosu nejjemnějších detailů. Bohužel je to draze vykoupeno sníženou rychlostí přenosu.



Martin M1 Martin M2

Obrázek 3.4.: Srovnání rozlišení módů Martin v reálných podmínkách pásma 14 MHz.

3.3. Řádková rychlost

Jedním z nejdůležitějších parametrů, který zajímá operátora při volbě vhodného SSTV módu je celková doba nutná pro přenos jednotlivého snímku.

SSTV se dobou přenosu začalo více podobat faksimile. Parametry módů se proto neudávají jako hodnoty kmitočtu řádkových a obrazových rozkladů, ale jako řádková rychlost vyjádřená počtem přenesených řádků za jednu minutu *(line per minute – lpm)*.

Velikost řádkové rychlosti v závislosti na zvoleném módu se pohybuje v rozmezí od 57 lpm (Scottie DX), pro velmi kvalitní přenos barevného obrazu (320×240) za téměř pět minut, až do 1000 lpm pro přenos ČB obrazu (128×128) během pouhých 8 sekund. Přenosové módy SSTV, jejich vlastnosti a možnosti si popíšeme dále.

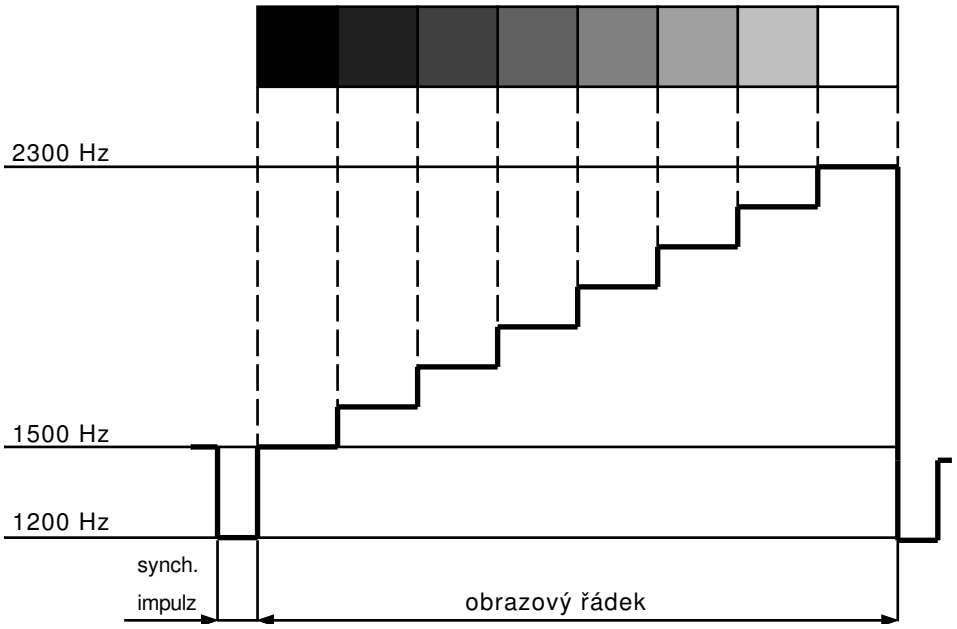
3.4. Černobílý přenos obrazu

Pro přenos černobílého (monochromatického) obrazu je zapotřebí pouze jediný signál, jehož úroveň vyjadřuje velikost jasu (stupně světlosti) Y každého obrazového elementu.

Při přenosu SSTV obrázků se pro zprostředkování obrazové informace obecně využívá rozsah 1500 Hz (černá) až 2300 Hz (bílá). Každý kmitočet v tomto rozmezí pak odpovídá určité hodnotě jasu a tím i odpovídajícímu šedému odstínu.

Lidské oko dokáže rozlišit jas ve velkém rozmezí, ale pouze tak, že se vždy přizpůsobí na střední geometrickou hodnotu jasu a v okolí této hodnoty potom rozlišuje přibližně 100 až 110 stupňů šedi.

Na základě tohoto faktu by bylo možno pokládat za ideální přenos 128 stupňů šedi, kde by průměrný pozorovatel normálně již neměl vnímat přechody mezi jednotlivými sousedními stupni.



Obrázek 3.5.: Průběh jednoho scan-řádku při černobílém přenosu

Jestliže bychom chtěli přenášet obraz se 128 stupni šedi, činí vzdálenost jednotlivých stupňů šedi 800 Hz / 128 = 6,25 Hz. Při tom se bere nejnižší kmitočet pro černou a nejvyšší pro bílou, zbývajících 126 stupňů šedi se pohybují, v lineárním rozmezí, mezi těmito dvěma kmitočty.

Přenos s větším počtem šedých odstínů, např. 256, vyžaduje zvýšené nároky na demodulátor, který musí být schopný kompenzovat kmitočtový posuv mezi vysílačem a přijímačem. V takovém případě je vzdálenost mezi dvěma stupni jasu 3,125 Hz a je nutný poměrně velký odstup od rušení na přenosové cestě, aby se tato škála jasových stupňů přenášela ještě čistě a nezkresleně.

Zpravidla se lze spokojit s o něco nižším jasovým rozlišením a zvolit pro přenos 64 stupně šedi a tak jsou na demodulátor kladeny mnohem menší požadavky, protože musí být schopen jednoznačně dodržet rozdíl sousedních odstínů šedé až 12,5 Hz.

Dalším problémem je věrné zobrazení barevného obrazu pouze černobíle. Lidské oko totiž nevnímá jas všech barevných složek stejně. Pokud bychom pozorovali tři světla o stejné intenzitě, ale každé by mělo jinou základní barvu, lidský zrak považuje za nejjasnější světlo zelené, o něco méně červené a modré by už nám tak jasné nepřipadalo.

ČB televizní kamera ovšem nedokáže mezi tím rozlišit, a tak by na výsledném obrazu vypadaly jednotlivé barvy úplně stejně, byly by charakterizovány pouze jediným šedým odstínem, odpovídajícímu intenzitě. Vzhledem k tomu platí pro vytvoření jasového signálu ze základních barev R, G, a B (červené, zelené a modré) vztah:

$$Y = 0{,}30R + 0{,}59G + 0{,}11B$$

Všimněte si, že největší koeficient 0,59 je právě u zelené, téměř 60 % barev, které vidíte, závisí na zelené a jen 40 % na zbývajících barevných složkách! Této skutečnosti je pro jednoduchost využito v barevných scan konvertorech pro přenos černobílého obrazu. Není přenášený reálný ČB obraz, ale pouze jasový signál, jehož intenzita je odvozena od zelené složky obrazu. Rozdíl mezi reálným jasovým signálem a zelenou složkou je u běžných obrazů nepostřehnutelný.

3.5. Barevný přenos obrazu

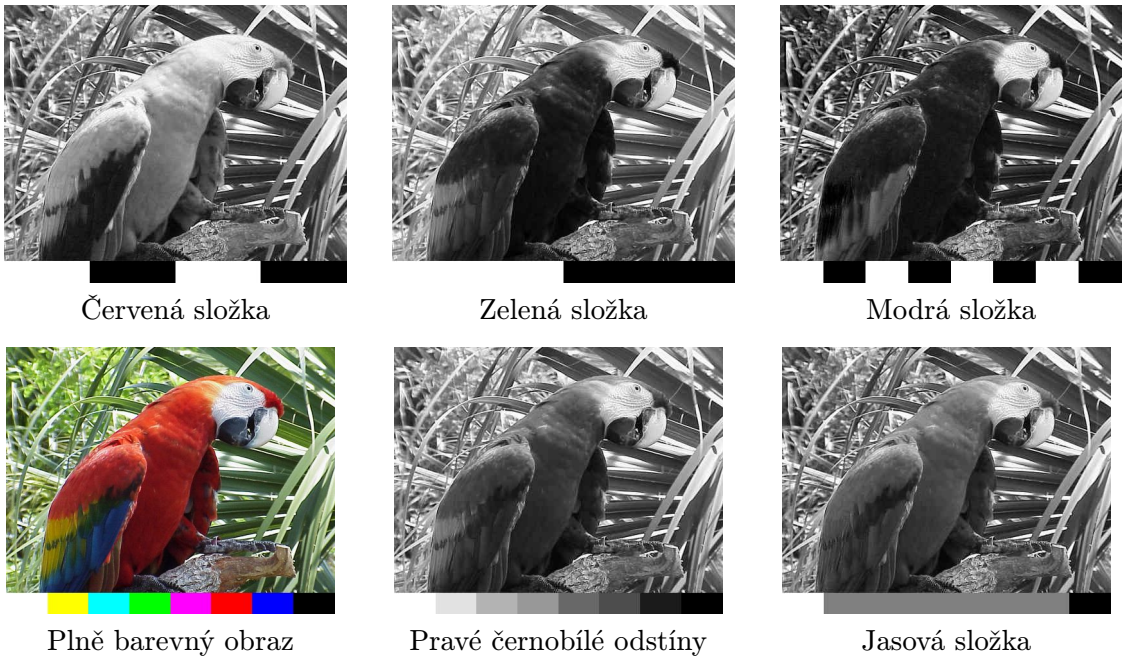
3.5.1. Složkové kódování barev

Každý barevný signál se dá rozložit na tři jednoduché neboli primární barvy – červenou, zelenou a modrou, ostatní barvy a odstíny potom vznikají smícháním těchto tří primárních barev.

Pokud chceme přenášet barevný obraz, na straně vysílače se obraz rozloží na tyto tři nezávislé barevné komponenty a ty se postupně přenesou. Na straně příjmu se jednotlivé komponenty opět složí do hotového obrazu.

V přenosovém kanále širokém 800 Hz lze bez problémů rozlišit až na 64 kmitočtových stupňů. Potom každá barevná složka obsahuje 64 jasových stupňů a výsledný barevný obraz pak obsahuje $64 \times 64 \times 64 = 256\,144$ barev. Pokud by demodulátor rozlišil 256 stupňů, je možno celkem předat něco přes 16 milionů ($= 256^3$) různých barev . Barevný přenos SSTV tedy může vyhovět i těm nejnáročnějším požadavkům na barevnou hloubku obrazu.

Některé barevné SSTV systémy navíc využívají vlastnosti lidského zraku, kterou je různá citlivost na jednotlivé barevné složky. Takže obrazový scan-řádek, pak není rozdělen na tři stejné díly pro každou barevnou složku. Protože je oko nejcitlivější na zelenou, tak největší



Obrázek 3.6.: Rozložení barevného obrazu na jednotlivé kanály.

část řádku zabere právě tato složka a zbylou část vyplňují červená a zelená, např. v poměru $4:2:2$ pro $G:R:B$.

Způsob předávání obrazu barevným kódováním RGB je časově náročnější, ale poskytuje přenos věrných barev.

3.5.2. Kompozitní barevné kódování

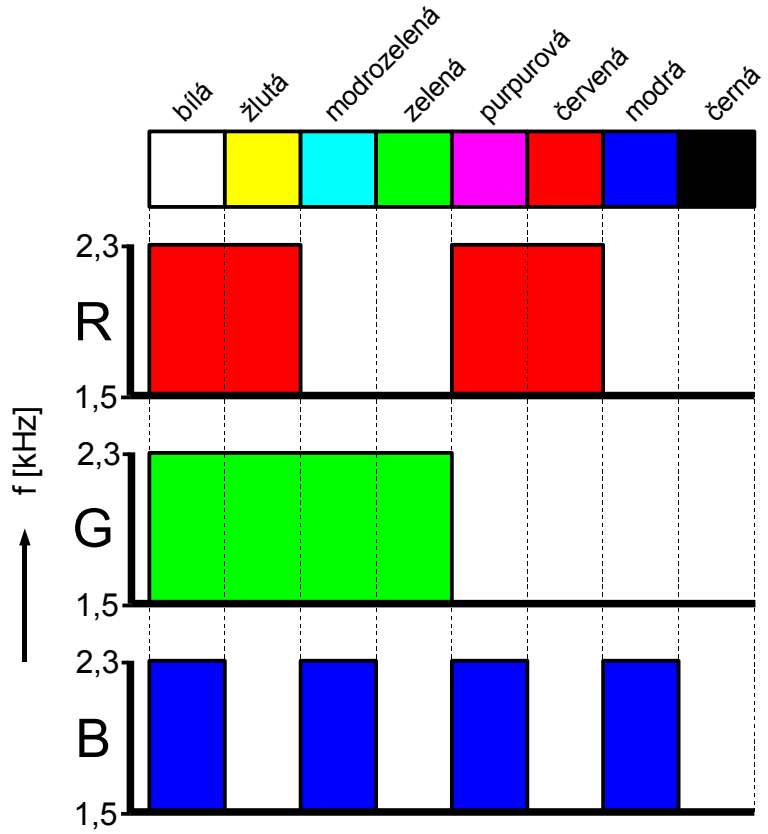
Druhý typ barevného přenosu je označovaný jako *YCrCb*. V podstatě se jedná o podobný systém přenosu barev jako v normální barevné televizi, kdy jsou jednotlivé barevné signály R, G a B vhodně zakódovány na *jasový* a *chrominanční* (barvonosný) signál. Na rozdíl od RGB, není třeba tak dlouhá doba pro přenos jednoho obrazu. Další vlastností tohoto barevného kódování využité v televizních přijímačích a SSTV systému Robot, je slučitelnost ČB a barevného vysílání (barevné televizní vysílání lze přijímat i ČB televizí).

Obrazový scan-řádek obsahuje barvy zakódované do dvou složek – jasové a chrominanční. Chrominanční signál se skládá ze dvou rozdílových barevných signálů (barvonosných informací) $R-Y$ a $B-Y$. Signál Y se nazývá *luminance* a obsahuje jasový signál odpovídající známé rovnici $Y = 0{,}30R + 0{,}59G + 0{,}11B$, který pro vytvoření rozdílových signálů je odečten od červené a modré barevné složky.

Na přijímací straně jsou jednotlivé barevné složky zase zpátky obnoveny, červená $R = (R-Y)+Y$ a modrá $B = (B-Y)+Y$.

Dále potřebujeme ještě třetí, zelenou, složku G, která je odvozena od $R-Y$ a $B-Y$ ze vztahu $G = Y - 0{,}51(R-Y) - 0{,}19(B-Y)$. Tímto získáme úplný chrominanční signál.

Barevný přenos YCrCb je pro SSTV použit ve dvou formátech, první formát $4:2:2$ přenáší oba barvonosné signály (s poloviční dobou přenosu oproti Y) v jednom řádku, ale druhý



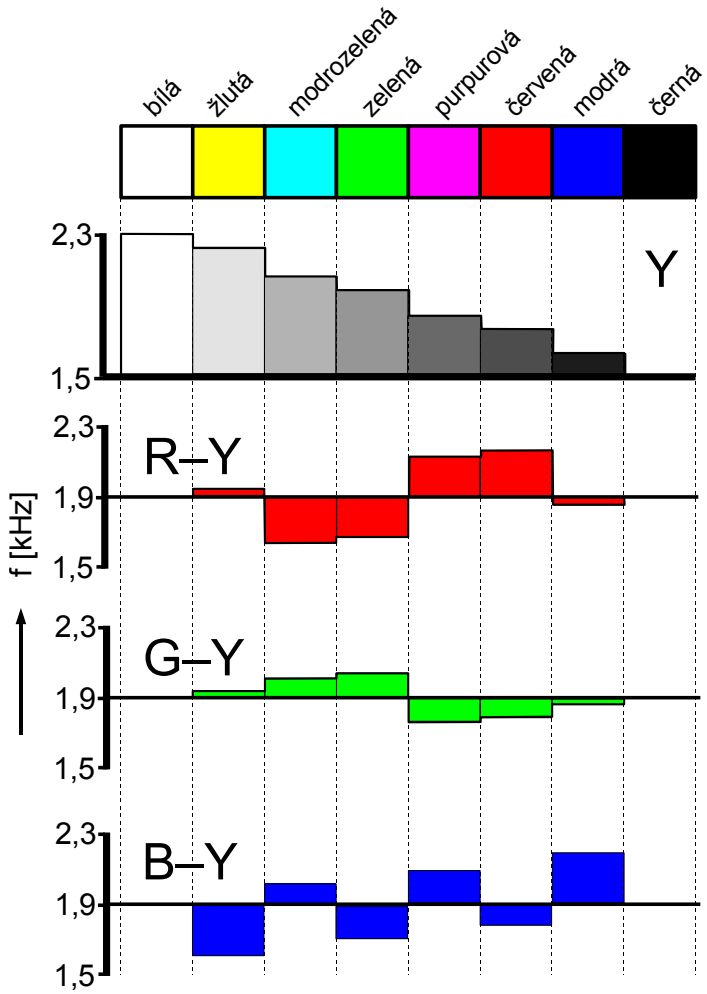
Obrázek 3.7.: Rozklad barevného obrazu na jednotlivé RGB signály.

formát 4 : 2 : 0 obsahuje v jednom řádku barvonosný signál pouze jeden. Liché řádky mohou obsahovat např. $R - Y$ a sudé potom $B - Y$, chrominanční signál je potom dán průměrem dvou vedlejších řádků původního obrazu.

Výhoda tohoto typu přenosu vůči RGB je podstatně kratší doba přenosu, barevný obraz o přibližně stejné kvalitě je předán pomocí YCrCb za dobu téměř poloviční než v RGB.

Nevýhodou oproti RGB je určitá ztráta barev, která se ještě zvětšuje při použití formátu 4 : 2 : 0 a nutnost přesného naladění, jinak dojde k znehodnocení barevné informace. Právě přesné naladění je jedním z důvodů proč jsou módy s YCrCb kódování méně používané. Podle kladné nebo záporné odchylky od nosné je obraz výrazně zabarven dorůžova nebo dozelena, viz obr. 3.9.

U barevné FSTV televize, která pro barevný přenos používá též kódování YCrCb, se využívá speciálních metod a modulací (v soustavě PAL, SECAM), aby se eliminovala tato zkreslení barev, ke kterým může dojít vlivem poruch na přenosové trase. Něco takového bohužel u SSTV nemáme, a tak v důsledku selektivních úniků mohou v některém řádku snímku barvy chybět a na obrázku se objevují „duchové“. *Selektivní únik* je jev, kdy signál přichází ze dvou cest, kdy jedna je proměnlivá, způsobuje to nestálost různých vrstev ionosféry a lze jej často pozorovat na pásmu 80 m, v ranních a večerních hodinách



Obrázek 3.8.: Rozklad barevného obrazu na rozdílové signály.



Obrázek 3.9.: Barevné zkreslení YCrCb při nesprávném naladění protistanice.

SSTV systémy používající kompozitní přenos barev jsou z tohoto důvodu mnohem méně odolné proti rušení než jejich RGB protějšky, obr. 3.10.



Obrázek 3.10.: Barevné zkreslení RGB při nesprávném naladění protistanice.

Barevné kódování RGB i při značné odchylce ±200 Hz od vysílacího kmitočtu protistanice je zkresleno jen nižším kontrastem nebo zvýšeným jasem a tak poskytuje oproti YCrCb mnohem věrnější přenos barev.

3.6. Synchronizace

3.6.1. Horizontální synchronizace

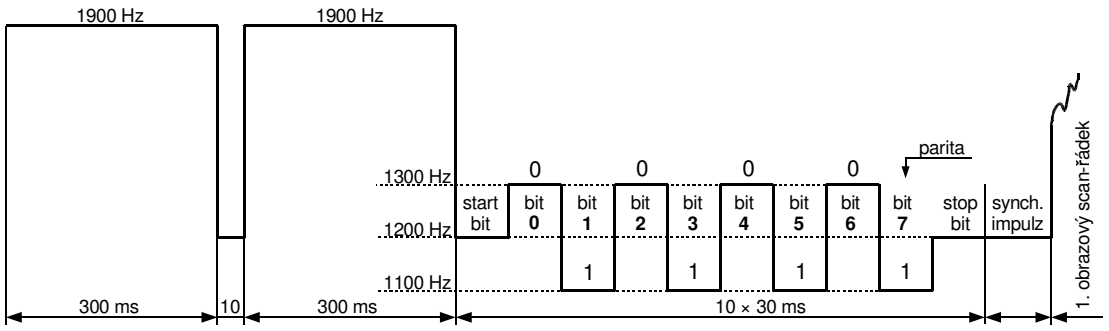
Z hlediska způsobu synchronizace můžeme rozdělit SSTV systémy na *synchronní* a *asynchronní*.

Starší SSTV systémy používají asynchronní přenos. To znamená, že každý informační rámec, v našem případě jeden obrazový scan-řádek musí být přijat spolu s horizontální synchronizací.

Takový systém potom detekuje vertikální (obrazové) i horizontální (řádkové) synchronizační impulzy a teprve po jejich správném přijetí spustí zobrazování snímku a jeho skládání z přijímaných řádků. Nevýhodou asynchronního přenosu je ten fakt, že v případě rušení v okolí kmitočtu 1200 Hz se mohou po dobu jeho trvání ztrácet řádky až do chvíle než rušení pomine a synchronizace se opětovně obnoví.

Všechny nové SSTV systémy jsou v tomto směru zdokonaleny a používají synchronní přenos. Takový SSTV systém potom využívá přenos *s volně běžícím rozkladem* (tzv. „free-run“). Synchronní mód, tak můžeme přijímat bez nutnosti vertikální synchronizace prakticky od kteréhokoli řádku. Po prvotním sesynchronizování už není nutné pro správný příjem obrazu detekovat řádkové synch. impulzy. Díky tomu jsou tyto módy výrazně odolnější proti rušení. Řádkové impulzy jsou ovšem stále vysílány, ale jenom proto, aby příjem mohl být spuštěn kdykoli během přenosu.

Nevýhoda synchronních systémů spočívá ve větším nároku na dodržení velmi přesné hodnoty řádkové rychlosti – horizontálních rozkladů. Na obou korespondujících stranách musí být tato hodnota **naprosto** stejná. Pokud jsou hodnoty rozdílné projeví se to na obraze velmi nepříjemným jevem – zkosením, sešikmením (angl. *slant*) a obrázek uhýbá doprava nebo doleva. Více k této záležitosti se dozvíte v kapitole 7.9.



Obrázek 3.11.: Struktura VIS kódu s hodnotou 42.

3.6.2. Vertikální synchronizace — VIS kód

Vertikální synchronizace slouží k tomu, aby přijímací zařízení správně rozpoznalo začátek vysílání nového snímku a mohlo automaticky spustit zobrazování.

Firma Robot Research vyvinula novou formu vert. synchronizace nazvanou *Vertical Interval Signaling* – VIS. Všechny novější SSTV systémy převzaly tento způsob a používají delší impulzy následně doplněné digitálním kódem určujícím mód, jakým je vysílán následující obrázek. To umožňuje přijímač uvést do náležitého módu automaticky.

VIS kód se skládá z digitálního kódu, přičemž první – startovací bit a poslední – stop bit má kmitočet 1200 Hz. Zbývající 8 bitový kód určuje vlastní typ vysílaného módu a zahrnuje jeden *paritní bit*. Jednotlivé bity jsou posílány v pořadí od nejméně významového.

Parita slouží jako jednoduchá kontrola. SSTV používá sudou paritu. To znamená, že celkový počet log. jedniček v 8 bitovém kódu musí být vždy sudý. Pokud je tedy v hlavním 7 bit. kódu lichý počet jedniček, paritní bit je nastaven na log. jedničku a pokud je v kódu sudý počet jedniček, zůstává paritní bit na nule. Protože se vlastní VIS kód skládá ze 7 bitů může nabývat maximálně 128 různých hodnot.

Každý bit má délku 30 ms, to odpovídá modulační rychlosti 33,3 Baudů. Kmitočet 1300 Hz odpovídá stavu logické nuly a 1100 Hz odpovídá stavu logické jedničky. Pokud se byte obsahující kód rozdělí na dvě poloviny – půlslabiky, první skupina 4 bitů *LSB* (z angl. *Least Significant Bits*) tj. nižší (méně významové) bity binárního kódu, určují typ módu (ČB/barevný obraz, rozlišení). Druhá slabika *MSB* (z angl. *Most Significant Bits*) tj. vyšší (významnější) bity kódu, obsahují informaci, která rozlišuje systém (Robot, Martin, AVT,...). Poslední bit je vyhrazen pro výše popsanou kontrolní sudou paritu.

Význam jednotlivých bitů v tab. 3.1, platí pro VIS kódy přímo založené na standardech Robot Research. Později bylo nutné, kvůli velkému počtu módů, přidělit kódy i tak, že bity LSB nebo MSB nemají, kromě pouhé číselné hodnoty, ještě nějaký další zakódovaný význam.

Vyčerpávající tabulka všech VIS kódů je uvedena na straně 47.

Na obrázku 3.12 je zobrazena vertikální synchronizace, hodnota VIS $\texttt{10101100}_b$ (44 desítkově). Po odečtení parity `1`, první bity `010` určují použití systému Martin. Z hodnoty druhé půlslabiky určíme vertikální rozlišení `1` – 256 řádků a horizontální rozlišení – 320 bodů, poslední dva bity s hodnotou `00` udávají, že se jedná o barevný přenos.

MSB				LSB				Význam
P	6	5	4	3	2	1	0	
						0	0	Barevný obraz
						0	1	Červená složka (ČB přenos)
						1	0	Zelená složka (ČB přenos)
						1	1	Modrá složka (ČB přenos)
					0			Horizont. rozlišení 128 / 160 bodů
					1			Horizont. rozlišení 256 / 320 bodů
				0				Vertikální rozlišení 128 / 120 řádků
				1				Vertikální rozlišení 256 / 240 řádků
	0	0	0					Robot
	0	0	1					Wraase SC-1
	0	1	0					Martin
	0	1	1					Scottie, Wraase SC-2
	1	0	0					AVT, Scottie DX
	1	0	1					AVT, Acorn
	1	1	0					Acorn
	1	1	1					Pasokon TV
X								Paritní bit

Tabulka 3.1.: Význam jednotlivých bitů vertikální synchronizace.

Mód	desítkově	hexa.	binárně
Martin M1	44	0x2C	0101100
Martin M2	40	0x28	0101000
Robot 36 color	8	0x08	0001000
Robot 72 color	12	0x0C	0001100
Scottie S1	60	0x3C	0111100
Scottie S2	56	0x38	0111000
Scottie DX	76	0x4C	1001100
Wraase SC-2 180	55	0x37	0110111

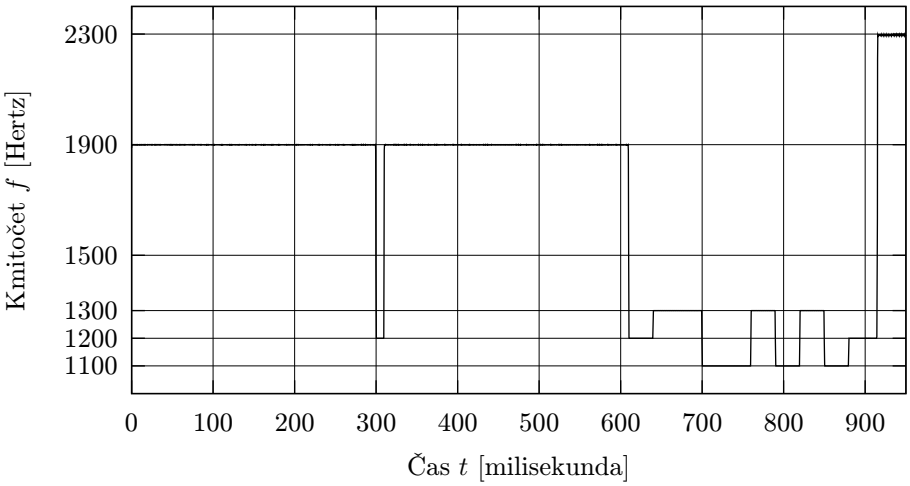
Tabulka 3.2.: Přehled VIS kódu nejpoužívanějších systémů

3.6.3. Dodatečná synchronizační informace

Některé počítačové programy pro provoz SSTV vysílají ještě navíc v „hlavičce“ snímku některé doplňující informace, např. volací znak stanice, který se programem dekóduje a může být použit třeba pro záznam do elektronického deníku. Bohužel tyto dodatečně předávané informace mají různé formáty a nejsou navzájem kompatibilní.

Někde je pro přenos dat využit první scan-řádek snímku (ChromaPix) nebo vysílaná data předchází ještě samotnému VIS (WinPix, MMSSTV).

Některé nově vznikající SSTV systémy, jedná se o módy MP, MR, ML místo standardního VIS kódu s 8 bity posílají bitů 16 a jako kontrolu používají lichou paritu. Je to dáno tím, že výběr z 2^7, tedy ze 128 možných kombinací VIS kódu je již skoro vyčerpán. Odlišnosti u těchto a jiných systémů si popíšeme později.



Obrázek 3.12.: Vertikální synchronizace módu Martin M1, VIS má hodnotu 44.

4. Popis formátů slow-scan TV přenosu

4.1. Černobílé SSTV systémy

Mód prvně používaný k přenosu SSTV obrazu, byl zobrazovaný na dlouhodosvitovém monitoru vybaveném radarovou obrazovkou, odtud byla zvolena doba přenosu jednoho snímku 7,2 nebo 8 sekund, tak aby při zobrazení posledního řádku, zůstal první řádek snímku ještě patrný a bylo možné vidět celý snímek alespoň v zatemnělé místnosti.

Oba 7,2s i 8s standardy byly používány ve stejné době. Mód se snímkovou rychlostí 7,2 s byl používaný v Evropě a 8s v Americe. Synchronizace obrazu byla totiž odvozena od kmitočtu elektrorozvodné sítě 50 nebo 60 Hz. Pokud byl snímek synchronizovaný na 60 Hz přijímaný na 50 Hz zařízení, zůstal obraz stále čitelný, ale docházelo ke „zdvojování“ řádků, které obraz částečně znehodnotilo. Pokud chtěl radioamatér navázat kvalitní DX spojení nezbylo mu nic jiného než změnit oscilátor a získat časovou normálu pro evropskou nebo americkou synchronizaci. Nevýhodou přenosu je malé rozlišení obrazu a v případě rušení často dochází ke ztrátě synchronizace a tím i celého obrazu.

Rozdíl mezi moderními SSTV módy a starým systémem je obrovský, jedna věc zůstala stále zachována. Všechny nové systémy (až na malé výjimky) používají kmitočet 1200 Hz pro synchronizační impulzy, 1500 Hz pro černou a 2300 Hz pro bílou. Většina nových přijímacích systémů, ale staré 8s módy stále podporuje a je možné je použít k provozu. Je důležité, že tyto módy mají absolutně nejkratší dobu přenosu a lze je použít pro obrazová spojení při určitých výjimečných podmínkách.

4.1.1. Formáty pro digitální konvertory

Existuje množství různých formátů pro přenos ČB obrazu lišících se různou dobou přenosu a rozlišením. Na moderních konvertorech jsou obsaženy ČB módy Wraase a Robot. Přenos byl rozšířen na 256 řádků a byla prodloužena i doba přenosu jednotlivých řádků k dosažení většího horizontálního rozlišení.

Běžně se používaly 16 sekundový 128 řádkový systém a 32 sekundový s horizontálním rozlišením 256 řádků. Pro maximální kvalitu i 64 sekundový systém. Všechny tyto módy jsou příbuzné s původním 8s módem a mají také poměr stran obrazu 1:1. Jednoduše se zdvojnásobil počet řádků, bodů nebo obojího. Tento systém je použit u ČB módů v konvertorech Wraase.

Zatímco módy Wraase jsou odvozeny od evropské verze 7,2s módu, módy Robot jsou originálním systémem vyvinutých pro jejich vlastní konvertory. Módy nejsou odvozeny jednoduchým „zdvojnásobením“ parametrů. Robot Research zvolil různé řádkové rychlosti. Americká 60 Hz norma 8s módu přenáší obraz rychlostí 900,0 lpm. Pro nové módy v digitálních konvertorech byla zvolena řádková rychlost 600,0 lpm pro 12s mód obsahující 120 řádků a pro 24s mód s 240 řádky. Pro mód s největším rozlišením byla zvolena rychlost 400,0 lpm a tak je jeho výsledná doba přenosu 36 sekund.

Formát Robot má vyhrazeno horních 16 nebo 8 řádků (u 240 nebo 120 řádkového snímku) pro vysílání gradační stupnice šedých odstínů, která slouží pro možné přesnější doladění, její

přidávání k obrazu je libovolné a v původních konvertorech není stupnice vůbec zobrazována, číslo v názvu módu pak udává pouze dobu nutnou vlastnímu přenosu obrazu, celkový přenos je díky stupnici a vertikální synchronizaci s digitální hlavičkou o něco delší.

I když Robot Research, spolupracující s Copthornem MacDonaldem nebral v úvahu rozšířený trend amatérských konvertorů se zdvojenými módy, tak se tento systém, poprvé uvedený v konvertoru *Robot 300*, i přes jeho vysokou cenu (přes 800 $ v polovině 70 let!) rychle rozšířil zejména mezi americké radioamatéry zapálené do přenášení obrazu.

Odbytištěm profesionálních SSTV konvertorů v 70. a 80. letech ovšem nebyli jenom radioamatéři, ale firmy nacházeli odbyt i na zcela odlišném telekomunikačním trhu a prodávali SSTV monitory a kamery jako zařízení pro přenos obrazu telefonními linkami.

Název módu	Rozlišení [sloupců×řádků]	Poměr stran obrazu [š:v]	Synch. impulz [ms]	Obrazový řádek [ms]	Řádková rychlost [lpm]
7,2s (50 Hz)	120×120	1:1	5,0	55,0	1000,0
8s (60 Hz)	120×120	1:1	5,0	60,0	900,0
Wraase SC-1 8	128×128	1:1	5,0	55,0	1000,0
Wraase SC-1 16	256×128	1:1	5,0	115,0	500,0
Wraase SC-1 16 Q	128×256	1:1	5,0	55,0	1000,0
Wraase SC-1 32	256×256	1:1	5,0	115,0	500,0
64 s mód	256×256	1:1	5,0	115,0	250,0
Robot B&W 8	160×120	4:3	10,0	56,0	900,0
Robot B&W 12	160×120	4:3	7,0	93,0	600,0
Robot B&W 24	320×240	4:3	12,0	93,0	300,0
Robot B&W 36	320×240	4:3	12,0	138,0	200,0
AVT 125	320×400	4:3	—	312,5	192,000
FAX 480	512×480	1:1	5,12	262,144	224,497
SP-17 BW	128×256	4:3	5,0	62,0	895,520

Obrázek 4.1.: Parametry černobílých SSTV módů

4.1.2. ČB přenos pomocí počítače

Další ČB mód je AVT 125 BW obsažený v systému *Amiga Video Transceiver*, který umožňuje přenos kvalitního obrazu za dobu něco málo přes 2 minuty, snímek má trošku nekonvenční rozlišení 200 řádků. To je kvůli tomu, že byl používaný na počítačích Amiga, kde 320×200 je jedno z běžných systémových rozlišení. Systém AVT se liší ještě jednou věcí od předešlých ČB módů, nepoužívá totiž žádnou řádkovou synchronizaci podobně jako faksimile. Přenos založený na plně synchronní průběh se spoléhá na přesném časování obou protistanic. Tato zvláštnost je podrobně popsána v části 4.2.5 o barevných módech systému ATV.

Mezi ČB módy patří i FAX480, systém velmi podobný faksimile, který umožňuje přenést obrazy o rozlišení 512×480, popsaný v kapitole 4.3.1 spolu se systémy s velkým rozlišením.

První ČB módy Wraase a Robot je nutné synchronizovat řádkovými impulzy a k příjmu je potřeba i vertikální synchronizace. Řádková rychlost vyjadřuje rychlost přenosu pomocí

volně běžícího rozkladu, ale vzhledem k tomu, že je řádková synchronizace prováděna synch. impulzy může se lišit až o ± 5 %.

U novějších ČB módů FAX480 a AVT 125 BW je nutné dodržet tuto rychlost co nejpřesnější, protože už malá změna na řádově desetinných místech způsobí nepříjemné sešikmení a znehodnocení obrazu.

Výhody delších dob přenosu ČB systémů je, že se značně zlepšuje kvalita obrazu oproti starému 8s módu. Nevýhodou zůstáva to, že přenos zabere spoustu času, který mohl být lépe využit při přenosu barevných obrazů.



Robot B&W 8



Robot B&W 12



Robot B&W 24



Robot B&W 32

Obrázek 4.2.: Porovnání černobílých módů systému Robot.

4.2. Barevné SSTV módy

Dnes nám může připadat neuvěřitelné, že první barevný přenos se uskutečnil, ještě před nástupem digitálních konvertorů, za pomocí dlouhodosvitových obrazovek. Jednotlivé složky obrazu se na vysílací straně vytvořily pomocí barevných filtrů, které byly postupně drženy před kamerou. Tak byl nejprve přenesena např. modrá složka obrazu, potom zelená a naposled červená. O něco složitější bylo jejich zpracování na straně přijímací, jednotlivé barevné složky ofotografované ze stinítka monitoru se zase musely spojit dohromady, tak aby se na výsledné fotografii zobrazil barevný obrázek. Způsob velice pracný, ale v praxi několikrát vyzkoušený.

Další pokusy s opravdovou barevnou SSTV vycházely z postupného – sekvenčního přenosu *(frame sequential)*, úplných tří snímků ve 8s módu, z nichž každý obsahoval informaci o jedné ze tří základních složek vytvářející barevný obraz. Při vysílání byla barevná předloha snímána ČB kamerou postupně přes jednotlivé filtry příslušné barvy. Přijímané snímky musely být

v konvertoru uloženy ve třech různých pamětech RAM a současně zobrazené na barevném monitoru vytvořily plnohodnotný barevný obraz. Právě z tohoto důvodu mají ČB módy Robot i Wraase mají v každém režimu tři různé VIS kódy, pro přenos ČB snímku. Ty slouží k rozlišení barevných složek pro snímkově sekvenční přenos. Jednotlivé snímky byly obvykle vysílány v pořadí červená – zelená – modrá, avšak pořadí po dohodě korespondujících stran bylo možno zaměnit, případně některé snímky vysílat opakovaně. Takovým to způsobem je možné ale bez problémů předat jen neživé scény, pokud se objekt pohne během ručního rozkládání obrazu, už nikdy se barevné složky nepřekryjí a na obraze vzniknou barevní duchové.

Protože přenos nebyl vždy spolehlivý, kvůli rušení a únikům se snímek každé složky posílal několikrát a v praxi to často znamenalo potíže dát všechny barevné složky dohromady a přijmout správně barevný snímek. Proto byl z těchto důvodů vyvinutý *řádkově sekvenční (line sequential)* přenos. Princip je takový, že se přenáší jen jediný snímek, jehož jednotlivé řádky obsahují tři sekvence, každá přenáší jednu základní barevnou složku. Přijímací zařízení může díky tomu zobrazovat na monitoru snímek už během příjmu. Tento způsob, kdy se celý barevný obraz přenáší v jednom snímku se označuje jako *SFC – single frame color*.

V následujících částech se seznámíme s vlastnostmi jednotlivých SSTV systémů, s jejich pro a proti a detailně si popíšeme formát v jakém je obraz přenášen.

4.2.1. Wraase SC-1

Tento řádkově sekvenční systém se jako první ujal mezi různými, nově vznikajícími SFC systémy. Wraase SC-1 pochází z dílny známého SSTV konstruktéra Volkera Wraase, DL2RZ. Systém byl s největší pravděpodobností vytvořen úpravou stávajícího zařízení pro provoz v 8s módu nebo pro snímkově sekvenční přenos.

Každý řádek začíná synch. impulzem délky 6 ms následovaným zelenou složkou a poté pokračuje modrá a červená složka, před každou z nich je zase samostatný synch. impulz délky 6 ms.

Wraase SC-1 má jeden velice vážný nedostatek. V případě, že přijímač ztratí řádkovou synchronizaci při rušení, potom i zobrazovací systém ztratí možnost synchronizace barev. Díky tomu, že všechny řádky jsou posílány stejným způsobem, nelze tak rozeznat, jakou barevnou složku obsahuje právě přijímaný signál a šance že se systém vrátí zpátky do správné barevné synchronizace je rovna pravděpodobnosti jedna ku třem. V praxi systém pracuje, ale když je úroveň rušení příliš vysoká přijímaný snímek obsahuje spoustu barevných pásů od toho jak se ztrácela a znovu obnovovala synchronizace. Z tohoto důvodu byl k pozdější produkci SC-1 konvertorů, přidán dodatečný synchronizační impulz. Ten se skládá ze zkráceného synch. impulzu 5 ms před červeným řádkem okamžitě následovaným krátkým impulzem o kmitočtu 2300 Hz trvajícím 1 až 2 ms, který umožní konvertoru znovu nabýt synchronizaci poté co rušení opadne. Dodatečná synchronizace se projeví úzkým červeným proužkem v levém okraji snímku.

Všechny módy systému SC-1 mají poměr obrazových stran 1 : 1. Originální mód SC-1 je 24s mód se 128 řádkovým snímkem, takže kvalita není, až na barvy, nijak lepší jak u 8s módu.

Systém byl brzy rozšířen o módy s delším přenosem. Nejprve se zdvojnásobil počet řádků na 256 a přenosu prodloužil na 48 sekund. Poslední mód SC-1 96s se vytvořil i zdvojnásobením řádkového rozlišení pro maximální kvalitu obrazu.

Profesionální konvertor Wraase Electronics SC-1, byl populární hlavně v Německu, ale jeho rozšíření nedoznalo takového rozmachu jako v případě konvertorů Robot, vyráběných ve stejné době.

Název módu	Délka přenosu	Rozlišení	Barevná sekvence	Scan řádek [ms]				Řádková rychl. [lpm]
				Synch.	G	B	R	
Wraase SC-1 24 Color	24 s	128×128	G–B–R	6,0	54,0	54,0	54,0	333,3
Wraase SC-1 48Q Color	48 s	256×128	G–B–R	6,0	108,0	108,0	108,0	175,4
Wraase SC-1 48 Color	48 s	128×256	G–B–R	6,0	54,0	54,0	54,0	333,3
Wraase SC-1 96 Color	96 s	256×256	G–B–R	6,0	108,0	108,0	108,0	175,4

4.2.2. Barevný systém Robot

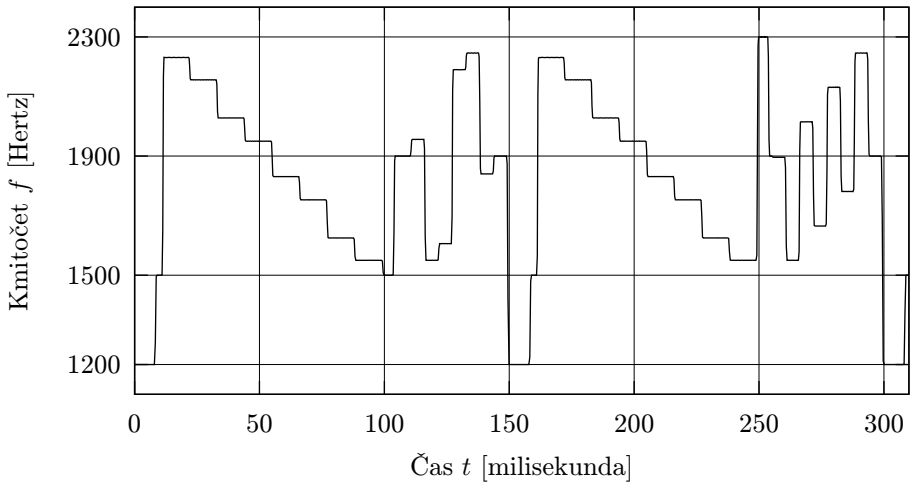
Módy Robot jsou pojmenovány podle konvertorů ve kterých byly poprvé uvedeny na trh. Jsou to scan-konvertory Robot 400C, 450C a 1200C, do roku 1992 vyráběné v San Diegu americkou firmou Robot Research Inc.

Narozdíl od SC-1 nepoužívají kódování barev RGB, ale YCrCb. Obrazový řádek se tedy skládá z jasového signálu po kterém následují rozdílové barvonosné signály $R-Y$ a $B-Y$.

Barevné módy Robot jsou díky tomu slučitené s černobílými módy systému a barevný 12s režim i s původním 8s módem přijímaným dlouhodosvitovými monitory.

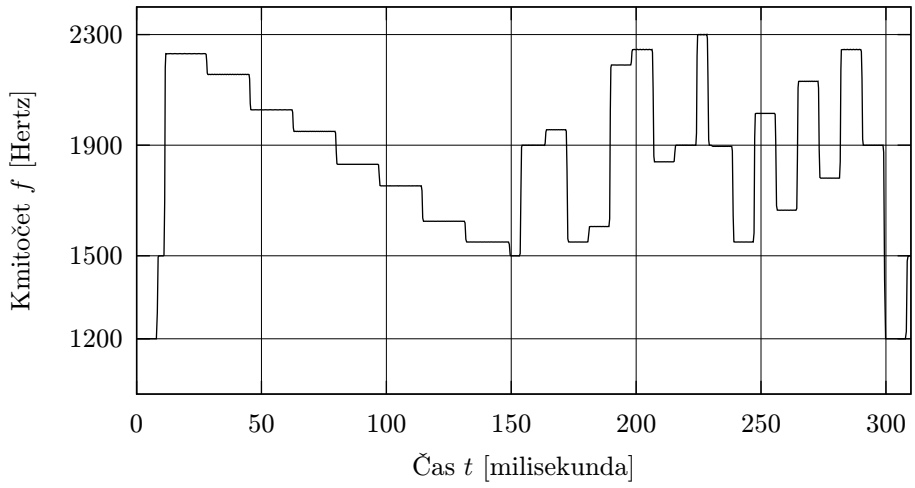
Z celkového počtu 8 módů jsou 4 určené k barevnému přenosu. Polovinu tvoří barevné módy používající YCrCb formát 4:2:0. Vysílaný řádek obsahuje pouze jeden z barvonosných signálů a je získán průměrem ze dvou sousedních řádků původního obrazu. Zbylé dva módy používají formát 4:2:2, kdy se posílají obě barevné informace v jednom řádku.

Původní systém Robot je přenášen asynchronně. Pro příjem obrazu je tedy nutná detekce vertikální synchronizace s VIS pro spuštění zobrazování a pro správný příjem obrazu je nutné přijímat synchronizační impulzy, což je značně nevýhodné.



Obrázek 4.3.: Průběh dvou scan-řádků módu Robot 36 Color při vysílání barevné gradační stupnice.

Jak už bylo řečeno, scan-řádek je startován synch. impulzem, po kterém následuje krátká 3,0 ms mezera 1500 Hz, a který se skládá z jasové a chrominanční informace. Použitím pouze jednoho synchronizačního impulsu pro každý řádek by už samo o sobě zaručilo správnou synchronizaci obrazu, ale barvonosné rozdílové signály jsou navíc doplněny doprovodnými impulzy. Jeden o kmitočtu 1500 Hz pro $R-Y$ a druhý 2300 Hz pro $B-Y$. Díky tomu je



Obrázek 4.4.: Průběh scan-řádku módu Robot 72 Color při vysílání barevné gradační stupnice.

možné resynchronizovat i 4:2:0 formát po rušivém výpadku právě díky odlišným kmitočtům barevné synchronizace rozlišujícím mezi barvonosnými signály. V obou případech je chrominační synch. impulz oddělen od řádku mezerou 1500 Hz trvající 1,5 ms.

Hlavní nevýhoda Robotu spočívá v kódování barev. Ke správnému zobrazení dochází pouze za předpokladu, že je přijímací stanice dokonale naladěná na SSTV signál, jinak jsou barvy v obraze znatelně znehodnoceny už při odchylce ±50 Hz. Z tohoto důvodu zavedl Robot Research vysílání gradační stupnice šedých odstínů na začátku každého snímku. Přijímací zařízení se díky tomu mohlo ještě automaticky doladit.

Celkový snímek se skládá z 256 nebo 128 řádků, z nichž prvních 16 nebo 8 je vyhrazeno právě pro gradační stupnici, do které se v novějších systémech může přidat i základní informace o stanici, např volací znak a díky tomu se této části snímku začalo říkat „hlavička“.

Paměťová kapacita konvertoru Robot 1200C, dovoluje uložit obraz o rozlišení až 256×240 bodů nebo 4 snímky o rozlišení 128×120, které jsou na televizoru zobrazeny v poměru 4:3.

Nejrychlejším módem z rodiny módů Robot a zároveň absolutně nejrychlejším barevným SSTV módem je 12s mód, obsahující 120 řádků přenášených ve formátu 4:2:0. Dalším módem je 24s s rozlišením 256×120 bodů s barevným formátem 4:2:2. Zbylé dva módy dovolují přenést obraz o rozlišení 256×240 bodů, buď v menší kvalitě za 36 sekund ve formátu 4:2:0 nebo v maximální, ale za dvojnásobnou dobu, tedy 72 sekund ve formátu 4:2:2.

I když v současné době jsou vytlačeny modernějšími synchronními módy, odolnějšími i proti rušení, patří hlavně 24s a 36s mód k nejrychlejším barevným módům vůbec – RGB systémy by za stejnou dobu přenesly obraz mající ještě méně než poloviční rozlišení. Jejich použití je výhodné na VKV při FM provozu, protože odpadá nutnost přesného naladění.

Mód Robot 36 Color je používán v programu MAREX pro SSTV přenos z paluby orbitálního komplexu Mir a dnes z ISS, viz kapitola 8.6.1. Právě volba tohoto módu je docela dobrým kompromisem mezi kvalitou obrazu a délkou přenosu, vezmeme-li v úvahu, že stanici obíhající Zemi na nízké orbitální dráze je možné přijímat během obletu pouze po dobu asi 10 minut.



Robot 12s Color



Robot 24s Color



Robot 36s Color



Robot 72s Color

Obrázek 4.5.: Porovnání barevných módů systému Robot.

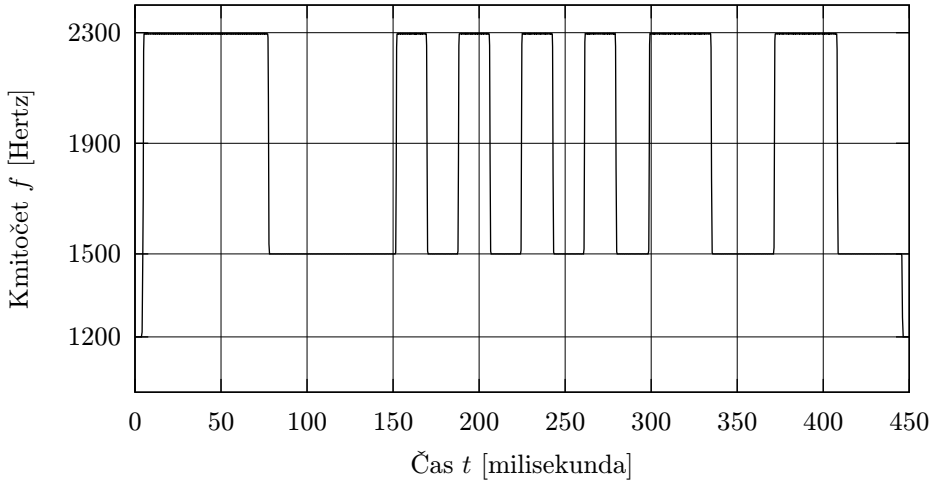
Název módu	Délka přenosu [s]	Rozlišení	Barevný formát	Slučitelný s ČB módem
Robot 12 Color	12	160×120	4:2:0	Robot B&W 8
Robot 24 Color	24	320×120	4:2:2	Robot B&W 12
Robot 36 Color	36	320×240	4:2:0	Robot B&W 24
Robot 72 Color	72	320×240	4:2:2	Robot B&W 36

Název módu	Barevná sekvence	Synch. impulzy			Scan řádek			Řádková rychl. [lpm]
		řádku	barvy	barvy	Y	R−Y	B−Y	
Robot 12 Color	YCrCb	7,0	3,0	—	60	30		600,0
Robot 24 Color	YCrCb	12,0	6,0	6,0	88	44	44	300,0
Robot 36 Color	YCrCb	10,5	4,5	—	90	45		400,0
Robot 72 Color	YCrCb	12,0	6,0	6,0	138	69	69	200,0

4.2.3. Synchronní systém Martin

Tvůrcem tohoto populárního systému je Martin Emmerson, G3OQD. Systém autor původně nazval „New Modes“, ale aby se předešlo zmatku mezi dalšími nově vznikajícími módy byly SSTV komunitou univerzálně pojmenovány po jejich tvůrci. Systém Martin vznikl za účelem překonání problémů s dřívějšími SFC systémy jako je SC-1 a to díky dvoum hlavním změnám.

První změna je ta, že místo tří samostatných synch. impulzů na začátku každé barevné složky jednoho řádku, je posílán pro každý řádek impulz pouze jeden (délky 4,862 ms). Po řádkovém impulzu následuje zelená složka obrazu, po ní modrá a nakonec červená složka. Mezi jednotlivými barevnými složkami jsou krátké mezery vyplněné černou barvou. Barevná sekvence zelená – modrá – červená byla zvolena stejná jako v systému SC-1. Je jedno v jakém pořadí jsou jednotlivé složky posílány, to kvalitu obrazu nezmění, ale je důležité, aby přijímací zařízení vědělo jakou složku obsahuje právě přijímaný signál a podle toho přizpůsobilo zobrazení.



Obrázek 4.6.: Průběh scan-řádku módu Martin M1 při vysílání barevné gradační stupnice.

Důležitout vlastností použití pouze jednoho synch. impulzu na začátku řádkové barevné sekvence je to, že přijímací konvertor nemůže zaměnit jednotlivé barevné složky a znehodnotit tak barevnou informaci. Časové intervaly kde řádkový synch. impulz není vysílán jsou zaplněny referenční úrovní černé, 1500 Hz, po dobu 0,572 ms.

Ačkoliv už tato vlastnost je posunem vpřed, druhé vylepšení má ještě podstatnější vliv na příjem obrázků. Na rozdíl od Robot nebo SC-1 není potřeba během příjmu detekovat horizontální synchronizaci a přenos mezi stanicemi probíhá zcela synchronně. Výsledkem používání takového systému jsou snímky s mnohem kontrastnějšími a ostřejšími okraji, přestože podmínky přenosu na nižších krátkovlných pásmech často nedovolí přenést obraz ve 100% kvalitě. Staré systémy spoléhající se na řádkovou synchronizaci jsou potom za takových podmínek nepoužitelné.

Systém Martin byl původně implementován jako modifikace konvertoru Robot 1200C a tak bylo zachováno i posílání hlavičky s gradační stupnicí.

Řádková synchronizace a vnitřní řádkové mezery mají shodnou dobu trvání pro všechny čtyři rychlosti, ale počet řádků a horizontální rozlišení jsou pro každý mód jiné a tak vznikla celková kombinace čtyř módů. Třebaže synchronizační pulsy nejsou při přenosu normálně potřeba, jsou vysílány na začátku každého řádku, aby bylo možné zesynchronizovat přijímač kdykoliv během přenosu. To je důležité proto, že vysílání spotřebuje hodně času a stanice tak nemusí čekat na nový začátek snímku, ale může zesynchronizovat přijímač třeba v půlce přenosu.

Systém Martin umožňuje pracovat čtyřmi různými rychlostmi. Nejpopulárnější je dvou-



Robot 36s Color



Martin M1

Obrázek 4.7.: Srovnání systémů v reálných podmínkách pásma 3,7 MHz.

minutová verze Martin M1 s 256 řádky na snímek. Další módy systému Martin, mají buď poloviční řádkové nebo bodové rozlišení než M1 s nejlepší kvalitou a M4 s nejhorší kvalitou s 128 řádky. Módy Martin M1 a M2 jsou často používané mezi Evropskými stanicemi.

Název módu	Délka přenosu	Rozlišení	Barevná sekvence	Scan řádek				Řádková rychl. [lpm]
				Synch.	G	B	R	
Martin M1	114 s	320×256	G–B–R	4,862	146,432	146,432	146,432	134,3947532
Martin M2	58 s	160×256	G–B–R	4,862	73,216	73,216	73,216	264,5525975
Martin M3	57 s	320×128	G–B–R	4,862	146,432	146,432	146,432	134,3947532
Martin M4	29 s	160×128	G–B–R	4,862	73,216	73,216	73,216	264,5525975

4.2.4. Scottie

Tento mód vytvořil Eddie T. J. Murphy, GM3SBC, modifikací původního firmware konvertoru Wraase SC-1. Později byl systém implementovány i do Robotu 1200C Martinem Emmersonem.

Scottie obsahuje všechna vylepšení jako systém Martin, ale skladba scan-řádku a kmitočty obrazový rozkladů jsou odlišné.

Po vertikální synchronizaci obsahuje první část řádku krátkou mezeru 1500 Hz trvající 1,5 ms, poté zelenou složku, opět mezeru, dále modrou složku, a co je velmi zvláštní, teprve teď následuje synchr. impulz, po něm krátká mezera a nakonec červená složka. Toto neobvyklé pořadí je výsledkem adaptace módu na SC-1, kde je pro dodatečnou synchronizaci je nejdůležitější právě impulz před červenou složkou. Trvale vysílané řádkové synchronizační impulsy slouží k tomu, aby mohlo být zobrazení snímku spuštěno kdykoliv během příjmu.

Módy Scottie se spoléhají na přesné časování všech řádků, tak jako Martin, ačkoliv původní verze systému implementovaná do SC-1 nebyla plně synchronní a synchronizační impulsy byly stále zpracovávány konvertorem. V novějších systémech tomu už tak není a tudíž je systém rovnocenný se systémem Martin.

Implementace pro Robot 1200C, a možná i v dalších zařízeních, se mírně odlišuje v tom, že první obrazový řádek navíc obsahuje ještě jeden synchronizační impulz 9,0 ms na prvním scan řádku vysílaném po vert. synchronizaci, Všechny módy v Robotu 1200C mají totiž synchron.

impuls na začátku řádku, to že Scottie má tento impuls uprostřed řádku před červenou složkou způsobovalo nepřesnou synchronizaci a znehodnocení výsledných barev.

Podobně jako Martin tak i systém Scottie obsahuje čtyři různé módy, dva se 256 řádky na snímek a dva se 128 řádky. Rozdíl časování řádků není mezi jednotlivými rychlostmi poloviční tak jako u Martina, ale ve skutečnosti rychlejší módy jsou o něco pomalejší než přesný dvojnásobek rychlosti pomalejšího módu.

Výkonnost módu Scottie a Martin je srovnatelná. Teoreticky při použití Martina M1 může být dosažena trošku lepší kvality než u S1, díky delšímu přenosu, ale případný rozdíl je nepostřehnutelný.

Módy Scottie S1 a S2 jsou na pásmu také často používanými a jejich použití je populární hlavně v Americe.

Scottie DX – speciální režim pro dálkový přenos

Tímto módem systému Scottie, lze dosáhnou nejlepší možné výsledky v přenosu slow-scan televizního obrazu. Je to z jednoho prostého důvodu. Přenos je asi 2,5 krát delší než u Scottie S1.

Byla prodloužena doba pouze jednoho řádku, délka synchronizačních pulsů a mezer mezi barvami zůstala stejná. Zlepšení pocítí hlavně přijímací strana. Faktem je, že čím je doba přenosu delší tím je i kvalita obrazu lepší.

Vylepšení spočívá v tom, že každý obrazový bod, může být během vzorkování načten několikrát a tak ztráta pár vzorků se vůbec neprojeví na celkové kvalitě. To, že každý bod zabere tolik času přenosu, dáva módu větší imunitu vůči rušení a proti fázovému zkreslení. Takové kvality jsou, ale draze vykoupeny nejdelší dobou přenosu okolo 4 a půl minuty, doby za kterou by šlo poslat nejméně dva obrázky v jiných RGB módech s přibližně stejným rozlišením.

Mód DX přináší nejvyšší možnou kvalitu obrazu. Jediná nevýhoda je, že podmínky pro DX provoz mnohdy nevydrží tak dlouho, než se přenese jeden celý obraz.

Název módu	Délka přenosu	Rozlišení	Barevná sekvence	Scan řádek				Řádková rychl. [lpm]
				Synch.	G	B	R	
Scottie S1	110 s	320×256	G–B–R	9,0	138,240	138,240	138,240	140,1148942
Scottie S2	71 s	160×256	G–B–R	9,0	88,064	88,064	88,064	216,0667214
Scottie S3	55 s	320×128	G–B–R	9,0	138,240	138,240	138,240	140,1148942
Scottie S4	36 s	160×128	G–B–R	9,0	88,064	88,064	88,064	216,0667214
Scottie DX	269 s	320×256	G–B–R	9,0	345,600	345,600	345,600	57,12653528

4.2.5. Amiga Video Transceiver

Módy AVT byly původně určeny pro provoz SSTV pomocí počítače Amiga, pro který Ben B. Williams, AA7AS vyvinul speciální interfejs a software. Ačkoliv tvůrce prohlašoval, že tyto módy jsou převrat v přenosu SSTV, nedočkalo se jejich využití takového rozmachu jako v předchozích synchronních systémech, i když se jedná v porovnání s ostatními módy o značně unikátní formát.

Systém AVT obsahuje řádkové sekvenční módy používající *RGB* složky k přenosu barevného obrazu, mezi jednotlivými složkami ale nejsou referenční rozestupy a opravdu zvláštní je i to, že módy nepoužívají žádné synchronizační impulzy pro řádkovou synchronizaci. Neob-

vyklým prvkem je i nezbytná synchronizační informace posílaná jako digitální hlavička před tím, než se začne vysílání vlastního obrazu.

Ve skupině ATV je celkem 5 módů, z nichž každý má ještě čtyři následující varianty:

1. První varianta se, až na nepřítomnost synchron. impulsů, ničím neodlišuje od konvečních SSTV módů.
2. Úzkopásmová (*narrowband*) varianta používá menší pásmo pro přenos videosignálu 1700 Hz (černá) až 2100 Hz (bílá).
3. „QRM varianta“, který používá systém prokládání stejný jako je v normální televizi.
4. Kombinace QRM a Narrowband.

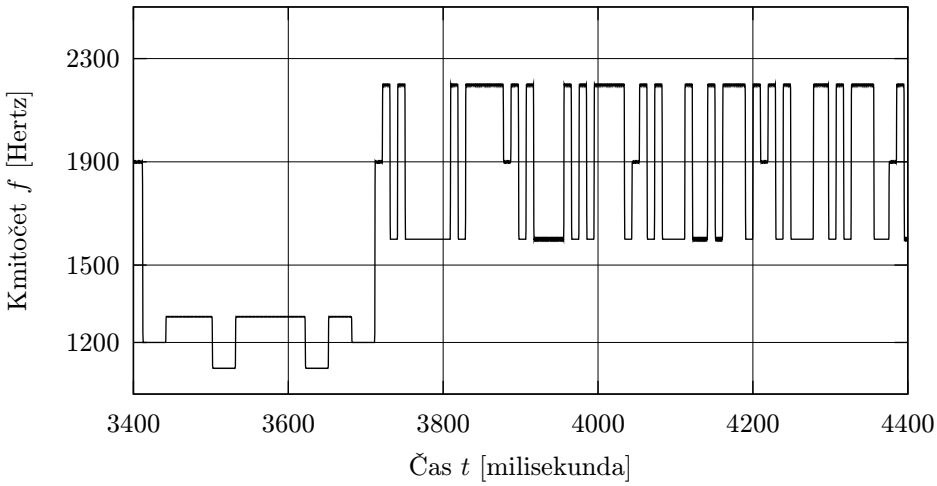
Ve skupině AVT jsou čtyři barevné módy a jeden černobílý. Nejrychlejší je AVT 24, snímek o 120 řádcích se přenáší 31 sekund. Další mód, AVT 90, poskytuje přenos snímku o rozlišení 320×240 řádků s kvalitu obrazu nepatrně horší oproti Martin M1, u ATV 90 jsou jednotlivé barevné složky posílány během 125,0 ms, to odpovídá rychlosti 2048 pixelů za sekundu (v binární soustavě je to hezky kulaté číslo). Zbylé dva módy mají oproti ostatním SSTV módům trochu atypická rozlišení, která se ale běžně používala na počítačích Amiga. Jsou to módy AVT 94 s rozlišením 320×200 a AVT 188 používající stejnou rychlost řádkového rozkladu, ale dvojnásobné množství řádků – rozlišení 320×400. V obou případech je výsledný snímek zobrazen v poměru stran 4 : 3.

Narozdíl od ostatních módů je u AVT při nezbytné vertikální synchronizaci VIS kód třikrát zopakován, správně přijatá vertikální synchronizace je totiž nutná k dalšímu příjmu snímku, poněvadž nejsou vysílány *žádné* synchron. impulzy a dodatečná synchronizace není možná.

Po sérii VIS kódů pokračuje synchronizační digitální hlavička (obr. 4.8, která obsahuje zakódovanou informaci ve formě posloupnosti celkových třiceti dvou 16bitových rámců. Rámec obsahuje pouze 8 bitů a ty jsou navíc posílány dvakrát. Jednou normálně a podruhé s invertovanými bity. Normální a invertovaná část může být porovnána kvůli chybě v příjmu. Jednotlivé datové skupiny začínají startovacím impulzem o kmitočtu 1900 Hz, hlavní data se potom skládají z kmitočtu 1600 Hz označujícího logickou nulu a 2200 Hz logickou jedničku. V úzkopásmové variantě byly kmitočty změněny na 1700 Hz pro nulu a 2100 Hz pro jedničku. V obou variantách jsou data posílána modulační rychlostí přesně $2048/20 = 102{,}4$ Bd, datový impulz je tedy dlouhý 9,766 milisekund.

První tři bity každého 8bitového slova určují, o jaký typ přesně se jedná (010 – AVT 24; 011 – AVT 94, AVT 188, AVT 125 BW; 101 – AVT 90). Posledních pět bitů je použito pro odpočítávání před začátkem vysílání snímku. Právě těchto posledních pět bitů je důležitých pro přesné nastavení začátku snímku a přesnému zesynchronizování příjmu. Pět bitů během určité doby vystřídá všech 32 kombinací. Pro precizní nastavení stačí přijmout kód alespoň jediné skupiny z celkových 32. Na počátku jsou všechny bity ve stavu `0` (v invertované části `1`) a postupným odčítáním resp. přičítáním jedničky proběhne celá 5 bitová sekvence (např. AVT 24):

```
010 00000 101 11111
010 00001 101 11110
010 00010 101 11101
        ...
```



Obrázek 4.8.: Digitální synchronizační hlavička módu AVT 90 (VIS 68, normální režim).

```
010 11101 101 00010
010 11110 101 00001
010 11111 101 00000
```

Poté co odpočítávání dojde až k nule jsou odvysílány scan-řádky obrazu. Příjem AVT systému je tedy životně závislý na těchto prvních 8 sekundách, jelikož dále už chybí jakákoliv možnost synchronizace.

Třikrát zopakovaný VIS kód trvá přibližně 3 sekundy a digitální hlavička zabere dalších 5 sekund přenosu, tudíž číslo v označení módů udává pouze přibližnou dobu nutnou pro přenos snímku, pro celkovou dobu přenosu je nutné připočítat ještě 8 sekund pro synchronizační data.

V praxi se systém AVT jeví docela spolehlivý, ovšem rušení může způsobit ztrátu celého obrazu, pokud při velmi špatných podmínkách není správně přijata ani jedna z třicetidvou datových skupin. Pak není možné sesynchronizovat následující snímek, i když později rušení pomine a vysílání snímku ještě běží.

K zlepšení výkonu má každý AVT mód ještě další tři varianty. První je úzkopásmový přenos, zabírající zmenšenou šířku pásma 400 Hz v rozmezí od 1700 Hz (černá) až 2100 Hz (bílá), spolu s odpovídajícím filtrem (stačí i CW filtr odpovídající šířky s proměnným mezifrekvenčním zdvihem [IF Shift]) může zlepšit odolnost proti rušení s téměř nepatrnou ztrátou kvality obrazu.

Druhá varianta je QRM mód, kde jsou jednotlivé snímky posílány prokládaně. Tím, že mezi některé rušené řádky prvního půlsnímku jsou proloženy v pořádku přijaté řádky z druhého se určitě zlepší celkový subjektivní dojem kvality obrazu. Teoreticky QRM mód může pracovat dobře, ale v praxi, obzvlášť na krátkých vlnách, kde se podmínky šíření mění rychle, může být druhá část snímku být jinak fázově posunutá než první a to způsobí, že okraj snímku je „zubatý“. QRM varianta může být v případě potřeby použita v kombinaci spolu s uzkopásmovým módem.

Je důležité zmínit jednu podstatnou maličkost. Autor AVT módů se snažil udržet v tajnosti detaily systému. I to je jedním z důvodů, proč se módy AVT prakticky nepoužívají. Díky

odposlechu signálů AVT bylo možno zjistit parametry přenosu a módy byly implementovány i do dalších zařízení.

Název módu	Délka přenosu [s]	Rozlišení	Barevná sekvence	Scan řádek			Řádková rychl. [lpm]
				G	B	R	
AVT 24	31	128×120	R–G–B	62,5	62,5	62,5	960,000
AVT 90	98	256×240	R–G–B	125,0	125,0	125,0	480,000
AVT 94	102	320×200	R–G–B	156,25	156,25	156,25	384,000
AVT 188	196	320×400	R–G–B	156,25	156,25	156,25	384,000
AVT 125 BW	133	320×400	Y	312,5			192,000

4.2.6. Wraase SC-2

Tato pozdější verze systému Wraase byla poprvé zabudována v novějším konvertoru SC-2 od Wraase Elektronics a je zase jinou variací na téma řádkové systémy. Tento systém upustil od sekvence barev používané v dřívějším SC-1 konvertoru, a tak jsou barvy posílány v pořadí červená – zelená – modrá. Také je posílán jenom jeden synch. impulz na začátku každého řádku, stejně jako v systémech Scottiem a Martin.

Narozdíl od ostatních RGB systémů má systém SC-2 jistou vlastnost odlišující jej od konvenčních řádkových módů. Přenos obrazu se děje tak, že zelená složka je posílána stejně dlouho jak červená a modrá dohromady, tedy v poměru 2 : 4 : 2 složek R : G : B. Mezi jednotlivými sekvencemi barevných složek není posílána dotatečná mezera.

Jak už víme, lidský zrak je nejvíce citlivý na zelenou barvu a to více jak z 50 %. Zbylých 50 % je v SC-2 rovnoměrně rozloženo mezi červenou a modrou složku obrazu. Červená a modrá složka už není dál nijak upravována na rozdílový signál. Na běžných obrázcích je tato redukce barev nepatrná, ale může se stát že u některých obrazů (např. černobílá mozaika) může dojít ke ztrátě části barevné informace. V porovnání s YCrCb formou přenosu Robot je ale tento způsob o něco méně přesný. Nevýhodné je, že případě rozdílných rychlostí volně běžícího rozkladu protistanic nedojde jen k zešikmení obrazu, ale i k znehodnocení barevné informace – pro SC-2 typickým zeleným stínům.

Oproti YCrCb je výhodnější, že při špatném naladění stanice dojde pouze ke snížení kontrastu nebo sytosti barev, ale ne ke zkreslení barevné informace. Občasné zelené stíny zůstávají jako daň za zkrácenou dobu přenosu.

A stejně jako všechny systémy, tak i skupina Wraase SC-2 se skládá ze čtyř různých módů. Nejlepší kvalitu poskytuje tříminutový SC-2 180, který na rozdíl od předchozích módů nepoužívá poměr RGB 2 : 4 : 2 a tak je rychlejší alternativou k módu Scottie DX. Dvouminutový SC-2 120 používá RGB formát 2 : 4 : 2. Zbylé dva módy 128 řádkový SC-2 30 a 256 řádkový SC-2 60 mají zhruba poloviční rozlišení jak dvouminutový SC-2 120.

Název módu	Délka přenosu [s]	Rozlišení	Barevná sekvence	Scan řádek				Řádková rychl. [lpm]
				Synch.	R	G	B	
Wraase SC-2 30	30	256×128	R–G–B	5,0	58,0	117,0	58,0	249,600
Wraase SC-2 60	60	256×256	R–G–B	5,0	58,0	117,0	58,0	249,600
Wraase SC-2 120	120	320×256	R–G–B	5,0	117,0	235,0	117,0	126,175
Wraase SC-2 180	180	512×256	R–G–B	5,0	235,0	235,0	235,0	84,383

4.3. Přenos s velkým rozlišením

Použití moderních počítačů dovoluje využít více paměti pro vysílané snímky a tak vznikly nové módy s mnohem větším snímkovým rozlišením než běžné SSTV módy.

4.3.1. FAX480

Tento synchronní mód je nejstarší mezi módy s velkým rozlišením, poprvé byl implementován v programu ViewPort VGA pro IBM PC v roce 1993 za účelem přenosu více detailnějších snímků. Staré VGA karty s 256 kB paměti mohou v rozlišení 640×480 zobrazit jen 16 barev, v tomhle případě šedých odstínů, takže se přenáší pouze černobílý obraz.

Snímek má rozlišení 512 bodů na 480 řádků a doba přenosu je 138 sekund. V době vzniku se obrazy o tak velkém rozlišení daly přenášet jenom pomocí faksimile, tak jej autor Ralph Taggart, WB8DQT nazval FAX480, i když s klasickou faksimile má tento mód jen málo společného.

Synchronizace tohoto systému je odvozena od referenčního kmitočtu 4,0 MHz (časová jednotka 4 MHz/2048 = 1953,125 Hz).

Vertikální synchronizace je vyřešena následujícím způsobem. Prvních pět sekund je vysílána obdélníková modulace o kmitočtu 244 Hz mezi černou (1500 Hz) a bílou (2300 Hz) úrovní, která tak vytváří *APT* signál (více kapitola 11 o provozu faksimile). Tón 1500 Hz je vysílán po dobu 4 časových intervalů (4 × [1/1953,125] = 2,048 ms) a tón 2300 Hz také po dobu 2,048 ms, to dává kmitočet APT tónu právě oněch zmiňovaných 244 Hz (1/[2,048 + 2,048] = 244 Hz). Tato sekvence je pak zopakována přesně 1220×. Původně systém nepoužíval VIS kód, ale pozdější byl dodatečně přidán kód 85.

Poté v originále následuje fázovací interval 20 bílých řádků, každý začíná synchron. impulzem 1200 Hz délky 5,12 ms (10 čas. jednotek), tento interval je ale v některých systémech vynechán.

Nyní je na řadě přenos vlastního snímku skládajícího se z 480 řádků. Každý řádek začíná, narozdíl od faksimile, synchronizačním impulzem 1200 Hz délky 5,12 ms a hned za ním pokračuje vlastní řádek s 512 body. Trvání scan-řádku 512 × (1/1953,125) = 262,144 ms.

Horizontální rozlišení 512 bodů bylo zvoleno z prozaického důvodu, počítačový program pro provoz FAX480 měl v levé části obrazovky menu vyplňující zbytek šířky obrazovky.

4.3.2. Pasokon TV

Tyto synchronní módy byly poprvé uvedeny v zařízení Pasokon TV Johna Langera, WB5OSZ. Módy zachovávají základní SSTV parametry. Použité barevné kódování přenáší jednotlivé barevné složky v pořadí červená – zelená – modrá ve stejném poměru.

Systém Pasokon obsahuje tři módy, které se liší dobou přenosu 3, 5 nebo 7 minut a tím i kvalitou obrazu.

Každý řádek v jednotlivých módech, které mají každý jiný výchozí počet časových jednotek za sekundu:

- Pasokon P3 ... 4800 Hz
- Pasokon P5 ... 3200 Hz
- Pasokon P7 ... 2400 Hz

Scan-řádek je složen z synchronizačního impulzu délky 20 časových jednotek, pokračuje mezera 5 jednotek černé barvy a poté už červená složka, tedy přesně jejích 640 jednotek. Na každý pixel v každé barevné složky připadá jedna časová jednotka. Mezi jednotlivými složkami jsou mezery 5 jednotek 1500 Hz a celý řádek je uzavřen mezerou 5 jednotek černé barvy před synchronizačním impulzem následujícího řádku. Tyto mezery mají sloužit k lepší detekci synchronizačních impulsů.

Nejlepší obrazovou kvalitu má mód P7 z dobou přenosu téměř sedm minut. To odpovídá přenosu snímku s rozlišením 640 bodů na 496 řádků. Pokud bychom rozdělili takový snímek na čtyři stejné části, obrazová kvalita jedné z nich by odpovídala přibližně módům Martin M1 nebo Scottie S1. Horních 16 řádků je použito pro šedou gradační stupnici a zbylých 480 pro vlastní obrázek.

Další dva módy mají také 16+480 řádků, P5 má dobu přenosu skoro 5 minut s nižší kvalitou obrazu a nejrychlejší tříminutový P3 má reálné řádkové rozlišení zhruba poloviční než P7.

Možnou nevýhodou těchto módů je opravdu dost dlouhá doba přenosu, která znesnadňuje použití na značně proměnlivých krátkých vlnách. Komu nevadí dlouhá doba přenosu, může je s chutí využít pro výměnu obrázků na VKV.

Název módu	Délka přenosu	Rozlišení	Barevná sekvence	Scan řádek				Řádková rychl. [lpm]
				Synch.	R	G	B	
Pasokon P3	203 s	320×496	R–G–B	5,208	133,333	133,333	133,333	146,56488550
Pasokon P5	305 s	640×496	R–G–B	7,813	200,000	200,000	200,000	97,70992366
Pasokon P7	406 s	640×496	R–G–B	10,417	266,667	266,667	266,667	73,28244275

4.3.3. Acorn PD

Systém Acorn PD je výsledkem spojení sil Paula Turnera, G4IJE a Dona Rotiera, K0HEO. Módy poprvé představené v květnu 1996 vznikly za účelem zlepšení kvality obrazu, ale hlavně v porovnání s Pasokon TV, ke zmenšení doby přenosu.

Pro zrychlení přenosu je použité také barevné kódování YCrCb a formát 4 : 2 : 0 jako v barevných módech Robot 12 Color a Robot 36 Color. To znamená, že je posílán jasový signál ve dvou řádcích a chrominanční obsahující barevnou informaci v jednom. PD patří mezi synchronní módy, ale s tím rozdílem, že synch. impulz je posílán pouze každý lichý řádek, pro případ, že přijímací stanice nezachytí začátek vysílání.

Když čas mezi dvěma následujícími impulzy vydělíte čtyřmi, výsledkem jsou časy pro jednotlivé barevné složky. Lichý řádek snímku všech módů začíná synchronizačním impulzem o něco širším než je obvyklé, trvá 20,0 ms. Za ním je krátká prodleva (1500 Hz) trvající 2,080 ms a poté první jasový signál Y_1. Ten je následován bez jakékoli mezery barevnými rozdílovými signály $R-Y$ a $B-Y$. Po barevné informaci opět bez jakékoli mezery následuje druhý jasový signál Y_2 následujícího řádku. Přesné časování jednotlivých módů:

Mód	Časování	Mód	Časování
Acorn PD-50	286 μs/pixel	Acorn PD-180	286 μs/pixel
Acorn PD-90	532 μs/pixel	Acorn PD-240	382 μs/pixel
Acorn PD-120	190 μs/pixel	Acorn PD-290	286 μs/pixel
Acorn PD-160	382 μs/pixel		

Použité barevné kódování vyžaduje přesné naladění na příchozí signál, aby nedošlo k barevnému znehodnocení. Díky dlouhým synchronizačním impulsům jsou přijímací zařízení schopna

se automaticky doladit, k tomu slouží i prvních 16 řádků snímku obsahující ČB gradační stupnici.

Hlavní předností je především zkrácení doby přenosu oproti RGB módům Pasokon. Díky tomu lze snímek v módu PD-290 o rozlišení 800×600 přenést za bezmála pět minut, i když za cenu určité barevné ztráty. Další módy už mají standardních 640×480 a PD160 má 512×384. U nejrychlejšího dvouminutového PD-120 je již kvalita přenosu horší, ale v mnoha případech ještě dostačující. Kromě pěti módů s velkým rozlišením, obsahuje systém Acorn PD i dva v standardním rozlišení. PD-90 přenáší 320×240, má lepší obrazové rozlišení než Martin M1 nebo Scottie S1, vycházející z delšího přenosového času na jeden obrazový bod, ale i nižší barevné rozlišení, protože v jako předchozích případech je brána jedna průměrná barevná informace na dva řádky. Posledním velmi rychlým módem je PD-50, poskytující podobné rozlišení jako Scottie S2.

Název módu	Délka přenosu	Rozlišení	Barevná sekvence	Scan řádek [ms]				Řádková rychl. [lpm]
				Synch.	$Y_{1,2}$	$R-Y$	$B-Y$	
Acorn PD-50	50 s	320×240	Y-C	20,0	91,520	91,520	91,520	309,150866
Acorn PD-90	90 s	320×240	Y-C	20,0	170,240	170,240	170,240	170,687301
Acorn PD-120	126 s	640×480	Y-C	20,0	121,600	121,600	121,600	235,997483
Acorn PD-160	161 s	512×384	Y-C	20,0	195,854	195,854	195,854	149,176545
Acorn PD-180	187 s	640×480	Y-C	20,0	183,040	183,040	183,040	159,100552
Acorn PD-240	248 s	640×480	Y-C	20,0	244,480	244,480	244,480	120,000000
Acorn PD-290	289 s	800×600	Y-C	20,0	228,800	228,800	228,800	128,030044

4.4. Experimentální módy

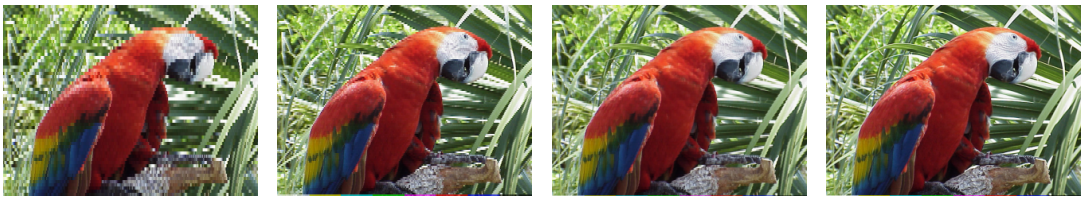
4.4.1. MSCAN TV

Módy TV-1 a TV-2 byli jedním z mnoha pokusů v poli SSTV přenosů, jejich hlavní předností je použití prokládaného (*interlaced*) přenosu. Není to způsob půlsnímkového prokládání používaný v normálním TV vysílání. V tomto případě je celkový snímek rozdělen do čtyř čtvrtsnímků, které jsou přenášeny postupně, vždy ve směru od shora dolů. Už v 25 % z celkové doby přenosu je vidět celý snímek, i když jen ve velmi malém rozlišení. Postupně během přenosu díky prokládání se rozlišení, stále zvětšuje, až je vykreslen celý snímek v rozlišení 320×256. Abychom, alespoň částečně, mohli sledovat tyto módy i pomocí zařízení nepodporující prokládání, má TV-1 stejný kmitočet horizontálního rozkladu jako SC-180 a TV-2 má podobný kmitočet jako Martin M1. TV2 má řádkovou rychlost 134,530 lpm a M1 má 134,395 lpm.

4.4.2. Kenwood FAST FM

Tento mód je obsažen ve výrobku firmy Kenwood, mobilním SSTV konvertoru – *Visual Comunicator VC-H1* (viz str. 56). Kromě běžných režimů umožňuje konvertor pracovat i pomocí speciálního systému „FAST FM“.

Systém FAST FM na rozdíl od normálního vysílání posílá video signál v rozmezí 2800 Hz (černá) až 4400 Hz (bílá). Startovací signál a VIS kód je podobný standardu Robot Research, VIS kód má hodnotu 90, ale zabezpečení je lichá parita (počet log. 1 v kódovém slově musí



1. 2. 3. 4.

Obrázek 4.9.: Postupné prokládání obrazu v systému MSCAN TV.

být lichý). Po VIS dále následuje ještě digitální hlavička a poté už vlastní snímek o rozlišení 320×240 řádků.

Trvání jednoho řádku je 53,6 ms, takže celkový přenos obrazu trvá 13 sekund. Přenos je barevný, kódování YCrCb, ve formátu 4 : 2 : 0. Jasová složka obrazu trvá 35,4 ms, následuje impulz 0,41 ms (3600 Hz) a potom už barevná informace – každý sudý řádek signál $R - Y$ a každý lichý signál $R - Y$. Řádek ukončuje opět impulz 0,4 ms. Přenos obrazu je ukončen jednosekundovým impulzem 1900 Hz.

Jak už je z názvu módu FAST FM patrné je určen k FM provozu na VKV, celkové potřebné pásmo pro přenos v tomto módu je 1,0 až 6,2 kHz.

Když to shrneme, nový mód má kvalitu obrazu o něco málo horší než Martina M1, ale to je vyváženo snímkovou rychlostí 13,5 s (včetně synchronizace a digi. hlavičky). Bohužel větší rychlost vyžaduje větší šířku pásma, což znemožňuje provoz na krátkých vlnách.

4.4.3. Módy MP, MR, ML

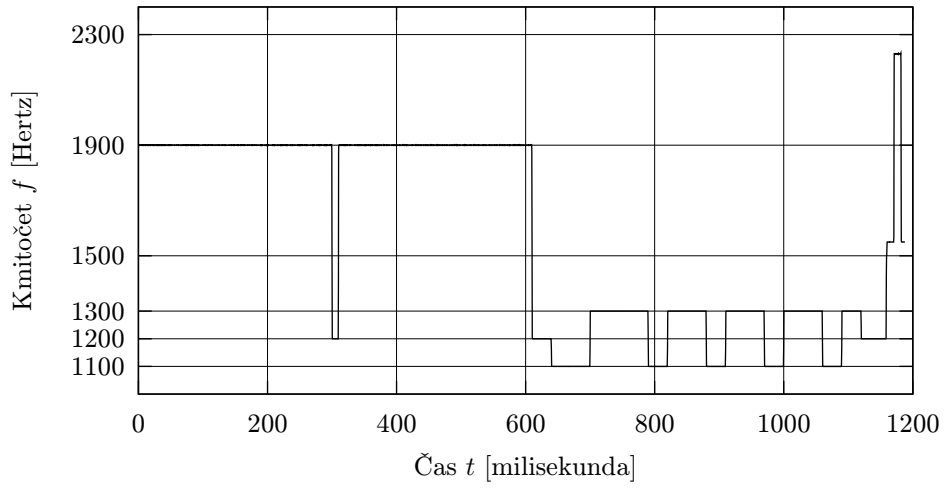
Tuto novou skupinu módů vytvořil Makoto Mori, JE3HHT, autor programu MMSSTV. Původně pro „své soukromé pokusy“, ale zdá se, že některé módy např. MP115 doznají většího rozšíření. Autor vytvořil rodinu módů se standardním i vysokým rozlišením, používá YCrCb kódování a navíc rozšířil VIS kód vertikální synchronizace a některé módy používají i užší rozsah kmitočtů pro videosignál a synchropulzy.



Martin M1 MP115

Obrázek 4.10.: Srovnání systémů v reálných podmínkách pásma 3,7 MHz.

Změna VIS u klasických módů spočívá v rozšíření kódu o 8 bitů navíc, takže je posílán



Obrázek 4.11.: VIS délky 16 bitů módu MP115 o hodnotě 0x2923.

16 bitový kód. Prvních 8 bitů (LSB) má u každého módu hodnotu 35 (0x23) a identifikují systém a zbylé bity (MSB) rozlišují konkrétní mód. Jako jednoduchá kontrola je využita lichá parita.

Úzkopásmové módy mají už z VIS kódem mají jenom málo společného. Uvozující vertikální synchronizace *N-VIS* posílá 300 ms impulz 1900 Hz, pak 2100 Hz po dobu 100 ms a poté už následuje start bit 1900Hz. Všechny bity trvají 22 ms (modulační rychlost 45,45 Bd). Logickou 1 představuje kmitočet 1900 Hz a logickou 0 2100 Hz. Kódové slovo je dlouhé 24 bitů a je rozděleno na 4 skupiny po 6 bitech, významově jsou posílány v tomto pořadí:

5	4	3	2	1	0	15	14	13	12	11	10	25	24	23	22	21	20	35	34	33	32	31	30

Jednotlivé skupiny pak mají následující hodnoty:

- Skupina 0 (5–0) = 101101
- Skupina 1 (15–10) = 010101
- Skupina 2 (25–20) = N-VIS
- Skupina 3 (35–30) = 010101 `xor` N-VIS

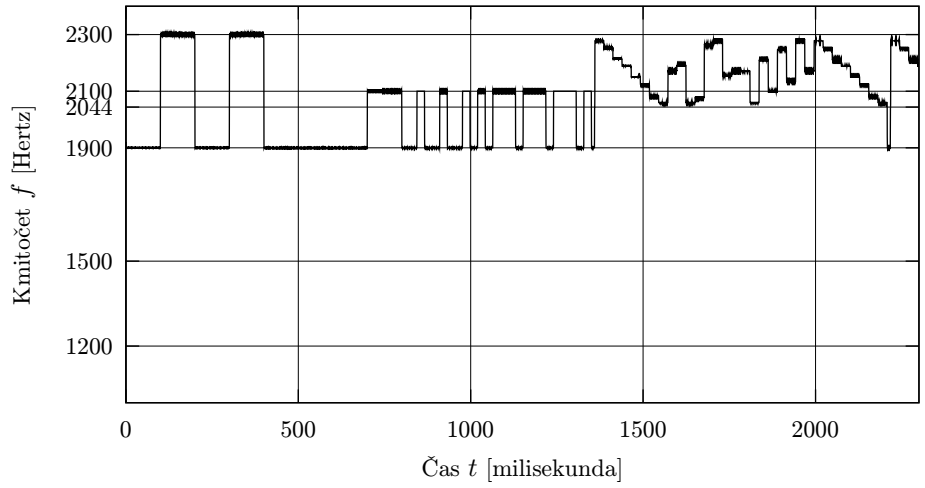
Například pro MP73-N, jehož N-VIS = 000010 (0x02) je celé kódové slovo:

101101 010101 000010 010111.

Módy MP jsou založeny na stejném principu jako systém Acorn PD. Po synchronizačním pulsu trvajícím 9,0 ms je krátká mezera 1500 Hz délky 1,0 ms, poté následuje lichý jasový řádek Y, po něm chrominační signály $R-Y$ a $B-Y$ zprůměrované ze dvou sousedních scan-řádků a nakonec sudý jasový řádek Y. Tato sekvence je pak 128× zopakována.

Módy MP mají navíc úzkopásmovou variantu (MPxx-N), zde videosignál používá pásmo kmitočtů od 2044 do 2300 Hz.

Módy MR a ML používají barevné kódování YCrCb v poměru 4:2:2 jako Robot 72s Color. Horizontální synchropulzy jsou schodné s módem MP. Scan-řádek začíná jasovým signálem



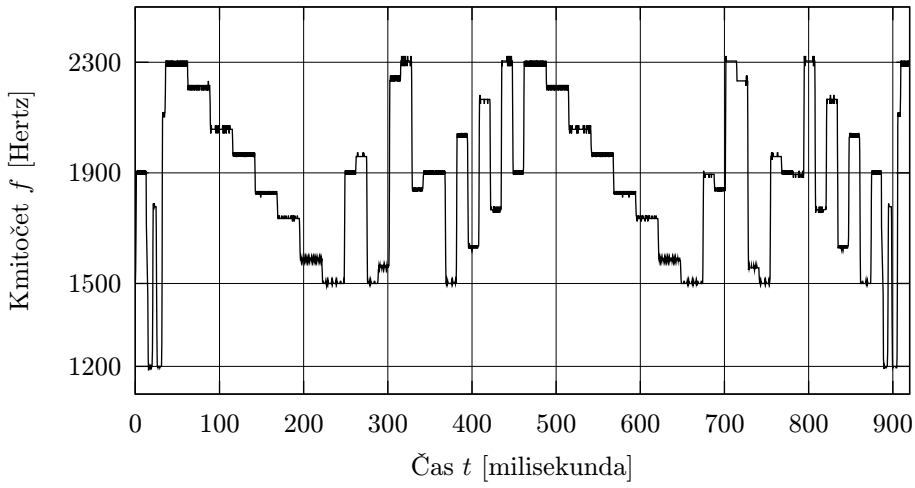
Obrázek 4.12.: Vertikální synchronizace a scan-řádek úzkopásmového módu MP110-N.

Y následovaným mezerou délky 0,100 ms, následuje $R-Y$, opět mezera, $B-Y$ a mezera. Zajímavé je to, že kmitočet posílaný v těchto mezerách má mít stejnou hodnotu jako je kmitočet posledního pixelu předchozí barevné složky, zřejmě je tomu tak proto, aby tyto mezery rušivě nezasahovaly do kvality obrazu. Skupina MLxx používa vysoké rozlišení obrazu 640×496.

Módy MC-N jsou také úzkopásmové, ale používají barevné kódování RGB. Horizontální synchropulz je dlouhý 8,0 ms následovaným 0,5 ms mezerou 2044 Hz. Barevné složky jsou posílány v pořadí červená – zelená – modrá.

Mód	Délka přenosu	Rozlišení	VIS	Barevná sekvence	Scan řádek [ms]				Řádková rychl. [lpm]
					Synch.	Y	$R-Y$	$B-Y$	
MP73	73 s	320×256	0x2523	YCrCb	9,0	140,0	140,0	140,0	210,526316
MP115	115 s	320×256	0x2923	YCrCb	9,0	223,0	223,0	223,0	133,037694
MP140	140 s	320×256	0x2a23	YCrCb	9,0	270,0	270,0	270,0	110,091743
MP175	175 s	320×256	0x2c23	YCrCb	9,0	340,0	340,0	340,0	87,591241
MR73	73	320×256	0x4523	YCrCb	9,0	138,0	69,0	69,0	419,140761
MR90	90 s	320×256	0x4623	YCrCb	9,0	171,0	85,5	85,5	340,618791
MR115	115 s	320×256	0x4923	YCrCb	9,0	220,0	110,0	110,0	266,489007
MR140	140 s	320×256	0x4a23	YCrCb	9,0	269,0	134,5	134,5	218,858289
MR175	175 s	320×256	0x4c23	YCrCb	9,0	337,0	168,5	168,5	175,361683
ML180	180	640×496	0x8523	YCrCb	9,0	176,5	88,25	88,25	330,305533
ML240	240 s	640×496	0x8623	YCrCb	9,0	236,5	118,25	118,25	248,292986
ML280	280 s	640×496	0x8923	YCrCb	9,0	277,5	138,75	138,75	212,276667
ML320	320 s	640×496	0x8a23	YCrCb	9,0	317,5	158,75	158,75	185,960019

Parametry úzkopásmových módů:



Obrázek 4.13.: Průběh dvou scan-řádků módu HQ2 při vysílání barevné gradační stupnice.

Mód	Délka přenosu	Rozlišení	N-VIS	Barevná sekvence	Scan řádek [ms]				Řádková rychl. [lpm]
					Synch.	Y	$R-Y$	$B-Y$	
MP73-N	73 s	320×256	0x02	YCrCb	9,0	140,0	140,0	140,0	210,526316
MP110-N	115 s	320×256	0x04	YCrCb	9,0	212,0	212,0	212,0	139,860140
MP140-N	140 s	320×256	0x05	YCrCb	9,0	270,0	270,0	270,0	110,091743
						R	G	B	
MC110-N	110 s	320×256	0x14	R–G–B	8,0	143,000	143,000	143,000	137,142857
MC140-N	140 s	320×256	0x15	R–G–B	8,0	180,000	180,000	180,000	109,389243
MC180-N	180 s	320×256	0x16	R–G–B	8,0	232,000	232,000	232,000	85,166785

4.4.4. Martin HQ

Martin HQ jsou dva novější módy z dílny Martina Emmersona poprvé uvedené na konci roku 1996. Tyto módy jsou učeny výhradně pro konvertory Robot 1200C, SUPERSCAN 2001 a kompatibilní s verzí EPROM 4.6 resp. 1.6. Narozdíl od předchozí skupiny módů Martin používají barevné kódování YCrCb. Pro barvonosné signály je použita poloviční doba přenosu jako pro jasový signál (4 : 2 : 2). Mezi dvěma dvojitými synchronizačními pulsy je ovšem posíláno šest signálů, první tři signály náleží lichému řádku a jsou vysílány v pořadí luminance, $R-Y$, $B-Y$. Druhá část obsahuje sudý řádek a signály: luminance, $Y-R$, $Y-B$. Obrácená „polarita“ barvonosných signálů sudého řádku poslouží ve spojení s normálními signály k co nejpřesnějšímu automatickému ladění. Snímek v módu HQ1 se přenáší 90 sekund a v HQ2 112 sekund.

Autor bohužel odmítl zveřejnit přesnou specifikaci systému, takže s tímto zdokonaleným systémem se v praxi nejspíše nesetkáme.

5. Seznam SSTV módů

Systém	Mód	Barvy	VIS kód	Přenos [s]	Řádků	Sloupců	lpm
Acorn PD	PD 50	YCrCb	93	50	256	320	309,151
	PD 90	YCrCb	99	90	256	320	170,687
	PD 120	YCrCb	95	126	496	640	235,997
	PD 160	YCrCb	98	161	400	512	149,177
	PD 180	YCrCb	96	187	496	640	159,101
	PD 240	YCrCb	97	248	496	640	120,000
	PD 290	YCrCb	94	289	616	800	128,030
Amiga	AVT 24	RGB	64,65,66,67[a]	31	128	128	960,000
Video	AVT 90	RGB	68,69,70,71[a]	98	240	256	480,000
Transceiver	AVT 94	RGB	72,73,74,75[a]	102	200	320	384,000
	AVT 188	RGB	76[b],77,78,79[a]	196	400	320	384,000
	AVT 125 BW	ČB	80,81,82,83[a]	133	400	320	192,000
FAX480		ČB	85	138	480	512	224,497
FAST FM		YCrCb	90[f]	13	240	320	1118,881
Martin	M1	RGB	44	114	256	320	134,395
	M2	RGB	40	58	256	320	264,553
	M3	RGB	36	57	128	320	134,395
	M4	RGB	32	29	128	320	264,553
Martin HQ	HQ1	YCrCb	41	90	240	320	85,055
	HQ2	YCrCb	42	112	240	320	68,680
MMSSTV	MC110-N	RGB	0x14[e]	110	256	320	137,143
	MC140-N	RGB	0x15[e]	140	256	320	109,389
	MC180-N	RGB	0x16[e]	180	256	320	85,167
	MP73	YCrCb	0x2523[d]	73	256	320	210,526
	MP115	YCrCb	0x2923[d]	115	256	320	133,038
	MP140	YCrCb	0x2a23[d]	140	256	320	110,092
	MP175	YCrCb	0x2c23[d]	175	256	320	87,591
	MP73-N	YCrCb	0x02[e]	73	256	320	210,526
	MP110-N	YCrCb	0x04[e]	115	256	320	139,860
	MP140-N	YCrCb	0x05[e]	140	256	320	110,092
	MR73	YCrCb	0x4523[d]	73	256	320	419,141
	MR90	YCrCb	0x4623[d]	90	256	320	340,619
	MR115	YCrCb	0x4923[d]	115	256	320	266,489
	MR140	YCrCb	0x4a23[d]	140	256	320	218,858
	MR175	YCrCb	0x4c23[d]	175	256	320	175,362
	MR180	YCrCb	0x8523[d]	180	496	640	330,306
	MR240	YCrCb	0x8623[d]	240	496	640	248,293

(pokračování na další stránce)

Systém	Mód	Barvy	VIS kód	Přenos [s]	Řádků	Sloupců	lpm
	MR280	YCrCb	0x8923[d]	280	496	640	212,277
	MR320	YCrCb	0x8a23[d]	320	496	640	185,960
MSCAN	TV-1	RGB	104	320	256	320	84,383
	TV-2	RGB	105	320	256	320	134,530
Pasokon	P3	RGB	113	203	496	640	146,565
	P5	RGB	114	305	496	640	97,710
	P7	RGB	115	406	496	640	73,282
Proskan	J120	RGB	100	120	240	320	128,046
Robot	Color 12	YCrCb	0	12	120	160	600,000
	Color 24	YCrCb	4	24	120	160	300,000
	Color 36	YCrCb	8	36	240	320	400,000
	Color 72	YCrCb	12	72	240	320	200,000
	B&W 8	ČB	1, 2, 3[c]	8	160	120	900,000
	B&W 12	ČB	5, 6, 7[c]	12	320	240	600,000
	B&W 24	ČB	9, 10, 11[c]	24	320	240	300,000
	B&W 36	ČB	13, 14, 15[c]	26	320	240	200,000
Scottie	S1	RGB	60	110	256	320	140,115
	S2	RGB	56	71	256	320	216,067
	S3	RGB	52	55	128	320	140,115
	S4	RGB	48	36	128	320	216,067
	DX	RGB	76[b]	269	256	320	57,127
Scottie DX2		RGB	80	136	256	320	112,905
SP-17 BW		ČB	125	17	256	128	895,520
Vester Color FAX		RGB	86	414	480	512	74,832
Wraase SC1	8	ČB	17, 18, 19[c]	8	120	128	1000,000
	16	ČB	21, 22, 23[c]	16	120	256	500,000
	24	ČB	25,26,27[c]	24	256	128	930,520
	32	ČB	29,30,31[c]	32	240	256	500,000
	24	RGB	16	24	128	128	900,000
	48	RGB	20	48	128	256	489,102
	48Q	RGB	24	48	256	128	900,000
	96	RGB	28	96	256	256	500,000
Wraase SC2	30	RGB	51	30	128	320	249,595
	60	RGB	59	60	256	320	249,600
	120	RGB	63	120	256	320	126,175
	180	RGB	55	180	256	320	84,383
Konec seznamu							

Poznámka:

a – VIS kódy v pořadí: Normalní, Narrow režim, QRM režim, Narrow+QRM;
b – Scottie DX a AVT 188 vznikly souběžně a sdílí stejný VIS kód;
c – VIS kód pro jednotlivé barevné složky (červená, zelená, modrá) jako ČB obraz je obvykle posílána zelená složka;
d – používají 16bitový VIS (viz str. 43);
e – používají odlišný digitální kód N-VIS (viz str. 43);
f – jako zabezpečení používá lichou paritu;

6. Zařízení pro provoz SSTV

6.1. Transceiver

SSTV snímky mohou být přijímány běžným komunikačním přijímačem nebo transceiverem pokrývajícím amatérská KV pásma s provozem SSB. Není zapotřebí žádných dalších úprav, ačkoli mezifrekvenční filtr by neměl být užší jak 2,5 kHz, doporučuje se 3 kHz. SSTV signál je dále vyveden z nf výstupu, např. konektoru pro sluchátka dále do zařízení, které signál dekóduje.

K vysílání je třeba běžného KV nebo VKV vysílače či transceiveru s připojeným signálem z modulátoru do mikrofonního konektoru. Pásmo na kterém zrovna pracujete určuje použití LSB nebo USB jako pro fonický provoz nebo FM.

Žádné úpravy vysílače pro provoz nejsou nutné. Při provozu SSB je nutné si uvědomit to, že vysíláním mluveného slova použitím SSB lze dosáhnout zhruba $^3/_4$ výstupního výkonu pouze při velmi hlasité řeči, proto je zatížení koncového zesilovače docela malé a je možno dlouho vysílat bez nebezpečí přehřátí. Ovšem SSTV signál, vysílaný stejným způsobem, vytvoří 100% zatížení, kvůli přítomnosti pomocné nosné.

> ! Při vysílání SSTV pomocí SSB je nutné dodržet limity stanovené výrobcem. Obvyklá maximální doba zaklíčování, u profesionálních zařízení, při plném výkonu, je 20 minut. Moderní transceivery při určitém zatížení zapnou chlazení, po skončení spojení není vhodné ihned TRX vypnout, ale počkat pár minut, aby zařízení vychladlo.

Vysílání SSTV není nijak nebezpečné, jen je třeba dodržet pár bezpečnostních opatření.

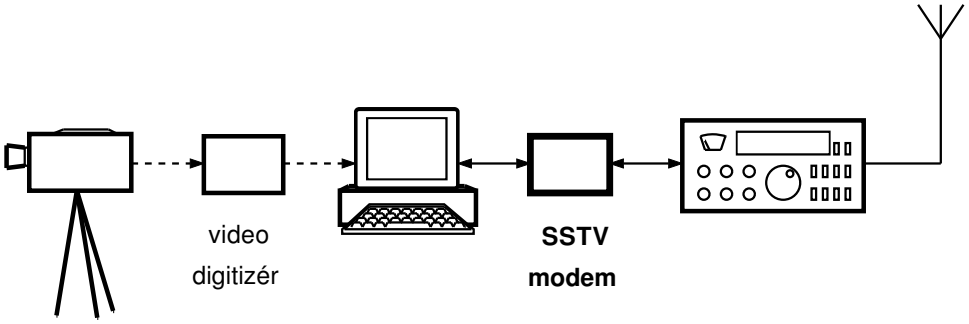
6.2. Provozní vybavení

Vybavení pro příjem a vysílání SSTV můžeme rozdělit na tři druhy:

1. *Počítačový systém* – zvuková karta nebo speciální hardware plus softwarové vybavení.

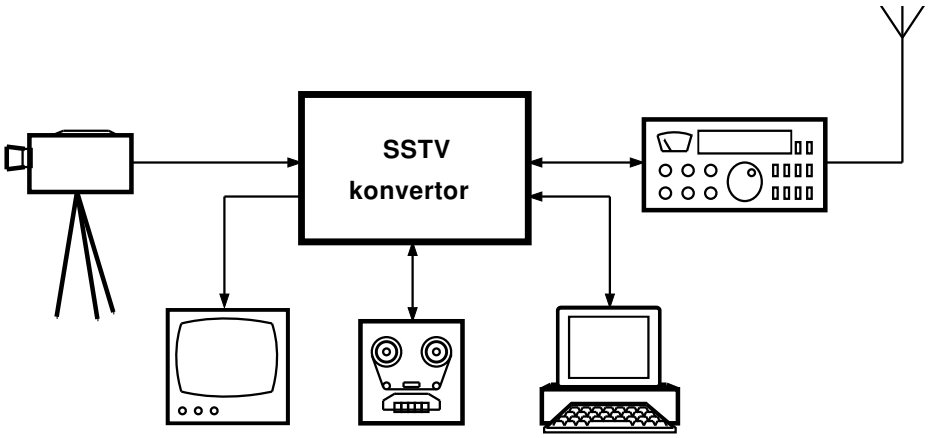
   V současné době je SSTV pomocí počítače nejrozšířenější formou přenosu SSTV. Existuje velké množství programů pro počítače IBM PC kompatibilní se systémem Windows, DOS nebo GNU/Linux. Kromě zvukové karty lze jako modem použít i speciální interfejsy (MFJ, Roy1, AOR TDF370, ...) nebo velmi jednoduchý převodník typu Hamcomm, který je založen na principu komparátoru a připojuje se k sériovému portu RS232. Výběr software pro všechna tato zařízení je velice pestrý.

   Jako doplňkové zařízení je možné využít digitizér obrazu, např. televizní kartu s video vstupem, web-kameru nebo digitální fotoaparát.



Obrázek 6.1.: Vybavení stanice pro SSTV provoz s počítačem.

2. Číslicový scan-konvertor, pomocí něhož je přijímaný signál zdigitalizován a uložen v paměti. V dekodéru je obsah paměti převeden zpět na analogový signál (PAL či NTSC) pro zobrazení na normálním televizním přijímači nebo monitoru. Ke konvertoru je možné připojit jakoukoliv barevnou nebo černobílou kameru CCD nebo průmyslové televize, kterou potom snímáme vysílané scény a obrazy. Vzhledem ke číslicovému zpracování dat, je většina konvertorů vybavena rozhraním pro komunikaci s počítačem. Díky tomu lze do vysílaných obrazů přidat text nebo vysílané a přijímané snímky ukládat přímo do počítače. Pro záznam vysílání SSTV se často používal magnetofon.



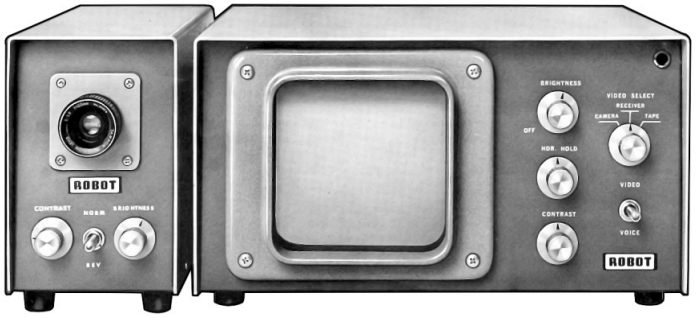
Obrázek 6.2.: Vybavení stanice pro SSTV provoz s konvertorem.

3. Monitor s obrazovkou s dlouhým dosvitem a obvody pro úpravu signálu, rozkladovými obvody, atd. Doba, kdy se používaly tyto monitory je již v nenávratnu. Pro vysílání se používalo elektromechanického snímače nebo upravené kamery a vzorkovacího převodníku či jen předem zaznamenaných obrázků na magnetofonu.

6.3. Trocha historie

6.3.1. SSTV Monitor

Nejdůležitějším vybavením pro sledování SSTV byl po dlouhou dobu dlouhodosvitový monitor. V našich končinách se monitory vyráběly jedině amatérsky, za nejpopulárnější lze považovat zdařilou konstrukci monitoru *Digi Automatik* Tomáše Boháčka OK2BNE.



Obrázek 6.3.: Monitor *Robot Model 70* a kamera *Model 80* firmy Robot Research Inc.

V tehdejším západním světě byly dostupné i tovární výrobky. Německá firma Wraase Electronic SSTV průkopníka Volker Wraase DL2RZ a samozřejmě americká Robot Research Inc. Výrobky nebyly určeny pouze pro zábavu radioamatérům, ale prodávaly se i jako zařízení pro přenos obrazu telefonními linkami.

Každý monitor se skládá z několika základních částí viz obr. 6.4: vstupní a omezovací obvody, video detektory, oddělovací obvody, rozkladové obvody, obvodů obrazovky, napájení.

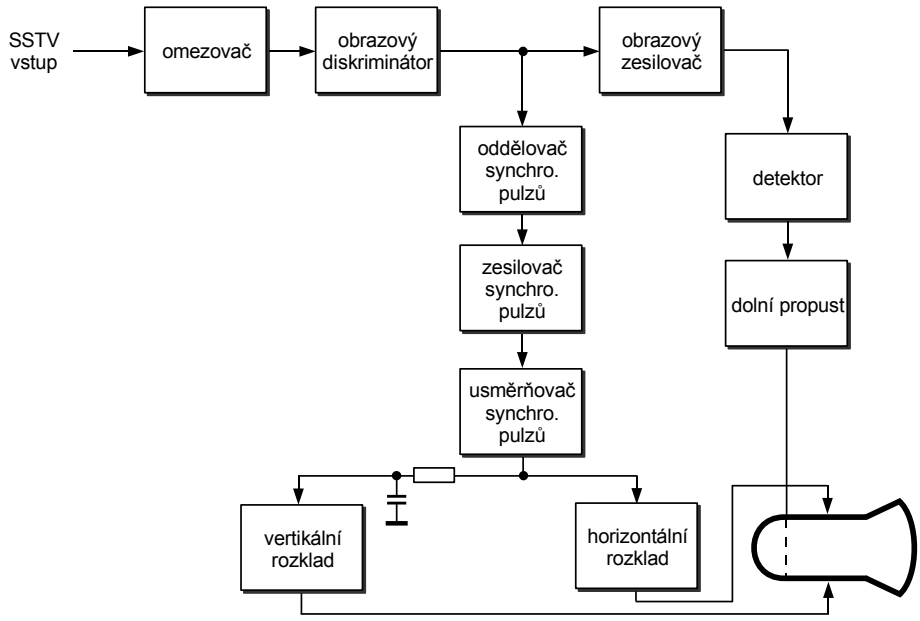
Cesta kmitočtově modulovaného signálu, který obsahuje obrazovou informaci a synchronizační pulsy, vede přes omezovač, kde je signál omezen na konstantní amplitudu, do obrazového diskriminátoru. Zde jsou obvody video detekce a od obrazového signálu oddělují synchronizační impulzy, které po průchodu diskriminátorem, po zesílení a detekci řídí spouštění vertikálního a horizontálního snímkového rozkladu. Z výstupů těchto obvodů vychází napětí pilovitého průběhu pro vychylovací destičky dlouhodosvitové obrazovky.

Signál obrazové informace prochází po oddělení synchronizačních pulsů obrazovým zesilovačem a detektorem. Po filtraci se přivádí na mřížku obrazovky, kde moduluje proud elektronového paprsku a obraz je zobrazován na stínítku. Nevýhodou je, že obraz je viděn nejjasněji v místě momentálního příjmu a poté jeho jas slábne. Aby byl obraz co nejlépe viditelný i po skončení osmisekundového přenosu je výhodné v místnosti dobře zatemnit.

6.3.2. Snímací zařízení

Pro vysílání původní 8s SSTV se používalo pro snímání obrazu několika způsobů, které můžeme rozdělit na elektronické a elektromechanické. Mezi čistě elektronické snímací systémy patří kamera, kde se jako snímací prvek používal kvantikon, vidikon nebo jiná snímací elektronka.

V případě kamery bylo třeba upravit kmitočet snímkového rozkladu z původních 50 Hz na 16,6 Hz (tedy na kmitočet řádkového rozkladu SSTV, v případě 60 Hz normy na 15 Hz) a otočit celou kameru o 90° (případně jen vychylovací jednotku). Televizní kamera snímá obraz



Obrázek 6.4.: Blokové schéma SSTV monitoru.

po řádcích, vzorkovací převodník na svůj vstup z každého řádku jednoho běhu snímacího paprsku kamery propouští jen krátký vzorek. Vzorky ze všech řádků rychlé kamery tvoří pak jeden řádek obrazu v normě SSTV. Při dalším běhu snímacího paprsku se poloha vzorkování posune směrem doleva a vytvoří se další řádek SSTV obrazu. Děj se opakuje tak dlouho, dokud není tímto způsobem navzorkován celý obraz.

Dalším často používaným zařízením byl snímač s fotonásobičem pro snímání transparentních nebo netransparentních předloh *FSS* (*Flying Spot Scanner* – snímač běžícím paprskem). Světlo procházející předlohou dopadá na fotonásobič na jehož výstupu je elektrické napětí úměrné průhlednosti předlohy. Toto napětí vytváří amplitudově modulovaný obrazový signál, který je pak v patřičných obvodech přeměněn na frekvenčně modulovaný signál SSTV.

Elektromechanický snímač se používal pro snímání neprůhledné předlohy, které se snímaly z otáčejícího se válečku. Mechanickou část tvořil váleček pro upevnění snímané předlohy, dále vodící závit suportu a vlastní pohonná jednotka tvořená synchronním motorkem. Druhou část tvořila optika skládající se z objektivu, prosvětlovací žárovičky a snímacího fototranzistoru a obvody pro generování SCFM signálu.

6.4. První převodníky FSTV/SSTV

Převodník SSTV/FSTV – konvertor, obvykle pracuje tak, že přijímaný SSTV obrazový signál je periodicky vzorkován a převáděn na číslicovou formu a následně uložen v paměti RAM. Současně je obsah paměti čten a převáděn na analogový signál, jímž je řízen modulátor FSTV.

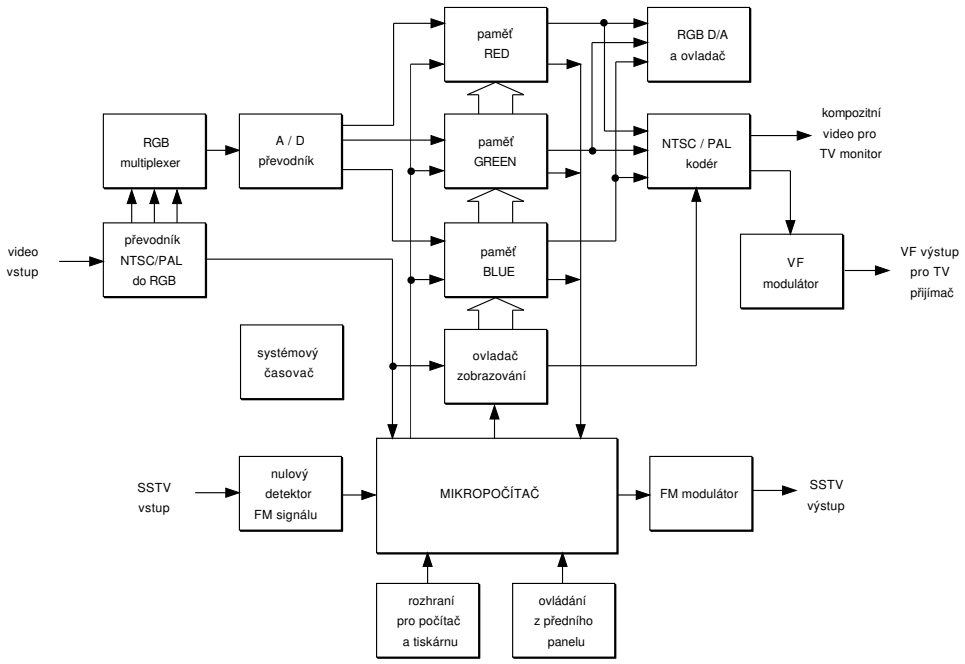
Přijatý SSTV signál je v konvertoru nejprve omezen na konstantní amplitudu a dále předán do analogově-číslicového převodníku, jehož cíl je zdigitalizovat každý řádek obrazové informace na jednotlivé body s určitou barevnou hloubkou. Podle typu přenosu a počtu barev je

nutné použít odpovídající kapacitu paměti.

Paměť je nepřetržitě snímána rychlostí rozkladů rychlé televize do číslicově/analogového převodníku a výsledný analogový video signál je zobrazen na televizi. Snímek zůstává trvale v paměti dokud není přepsán nově přijímaným snímkem.

Jedním z prvních SSTV konvertorů byl profesionálně vyráběný model Robot 300. Tento „drobeček“ obsahoval 69 tranzistorů, 41 integrovaných obvodů, 41 diod a srdce konvertoru tvořila křemíková paměťová elektronka. Funkce této elektronky je podobná jako u obrazovky nebo vidikonu. Elektromagneticky vychylovaný a zaostřený paprsek směřovaný proti rozkladové elektrodě, kterou tvoří vrstva dielektrika s paměťovými vlastnostmi slouží k zaznamenání obrazu.

Moderní koncepci konvertorů zahájil až Robot 400C následovaný typem 450C a zvláště model 1200C, který přišel na trh v roce 1986. V té době každý, kdo to myslel s SSTV vážně si musel pořídit svůj 1200C! Ke konvertoru je třeba připojit kameru, televizní monitor, transceiver a díky speciálnímu interfejsu může komunikovat s počítačem, který značně zjednoduší jeho ovládání a předávání a úpravu obrazových dat.



Obrázek 6.5.: Blokové schéma barevného SSTV/FSTV konvertoru

Robot 1200C lze doplňovat pamětmi EPROM, aby mohl pracovat i v jiných módech než Robot. Konvertor Robot 1200C se přestal vyrábět v roce 1992, ale byl zastoupen jinými konvertory, většinou vylepšenými klony 1200C např. německým FH-21P, anglickým SUPERSCAN 2001, LM-9000C nebo Ribbit 1200C.

6.5. SUPERSCAN 2001

SUPERSCAN byl uveden na trh, krátce po ukončení výroby 1200C, na jeho vývoji pracoval Jad Bashour spolu s Martinem Emmersonem. SUPERSCAN je vlastně o hodně vylepšený

Robot 1200C, obsahuje totiž všechny úpravy které vznikly během produkce 1200C.
Hlavní vlastnosti SUPERSCANu 2001 jsou:

- absolutní kompatibilita se všemi klasickými SSTV systémy
- upgrade lze provést jednoduchou výměnou EPROM, v níž firmware zdokonaluje Martin Emmerson, poslední verze 1.6 dovoluje pracovat v těchto módech:
  - Barevné módy:
    * Martin M1, M2, M3, M4, HQ1, HQ2;
    * Scottie S1, S2, S3, S4, DX;
    * Wraase SC-1: 24, 48Q, 48, 96;
    * Robot Color 12, 24, 36, 72;
    * Wraase SC-2: 30, 60, 120, 180;
    * AVT 24, 90, 94, 188, plus režimy QRM, Narrow.
  - ČB módy:
    * Robot 8, 12, 24, 36;
    * Wraase SC-1 8, 16, 16Q, 32;
    * AVT BW 125.
  - Příjem faksimile:
    * 60, 90, 120, 240 lpm.



Obrázek 6.6.: SUPERSCAN 2001, přední panel.

- Konvertor obsahuje čtyři paměťové banky, každá z nich uloží obraz o rozlišení 256×240 s barevnou hloubkou 18 bitů (262 144 barev).
- Dekodér TV normy PAL se zpožďovacími linkami pro co nejdokonalejší digitalizaci obrazu.
- Obsahuje rychlé paralelní rozhraní pro přesun obrazu mezi pamětí konvertoru a počítačem, který musí být vybaven speciální kartou do ISA slotu.

- Video výstup RGB pro připojení TV monitoru.
- Pro budoucí vylepšování je možné přidat EPROM až s kapacitou 1 Mbit.
- Vestavěné ovládání myší (pro firmware verze 1.3).
- Možnost přidávání textu bez ztráty obrazu.
- Backup CMOS pamětí, pro zálohování textů a nastavení.
- Vysoce stabilní oscilátor pro příjem s volně běžícím rozkladem.

Kontakt: *Jad Bashour, 55 Hampton Road, London N15 3SX, England.*

6.6. Tasco TSC-70P

Modernějších a donedávna také jediným sériové vyráběným SSTV konvertorem je TSC-70P (TSC-70N pracuje s TV normou NTSC). Konvertor obsahuje DSP pro lepší příjem slabých signálů. Konvertor samozřejmě podporuje všechny vymoženosti SSTV jako je detekce a automatické vyhodnocování kódů VIS a příjem s volně běžícím rozkladem.

Podporované módy:

- Martin M1, M2;
- Scottie S1, S2;
- Robot Color 36, 72;
- AVT 90, 94 (v režimu Narrow, pouze TSC-70N).

Zpracování obrazu je prováděno digitizérem v reálném čase a je možné uložit obraz o rozlišení 416×256 se 2 miliony barev, případně pomocí doplňkového modulu EM-70 je možno kapacitu obrazové paměti zdvojnásobit.

Verze Tasco TSC-70P pracuje s video signálem PAL, pro zobrazení je nutné mít televizní přijímač s video vstupem nebo barevný TV monitor. Ovládání zařízení se provádí pomocí infračerveného dálkového ovládání (WR-70) nebo přes sériové rozhraní RS232.

Za pomoci sériového portu a programu EB-232VP je možno přesunovat snímky rychlostí 115 kbit/s mezi konvertorem a počítačem.

U stolního PC je možné pomocí doplňkové karty EB-70P až ztrojnásobit rychlost výměny dat. Pro větší komfort počítačového ovládání slouží program HIRES-70P nebo WINTSC.

Sériové rozhraní ale nemusí sloužit jen pro připojení počítače, ale třeba jenom myši, jejíž pomocí je možné rukou dokreslit např. text do vysílaného obrázku a při provozu se úplně obejít bez počítače.

Konvertor o váze 450g (60 g dálkový ovladač) o rozměrech 140 mm (šířka) × 140 mm (délka) × 25 mm (výška) je napájen SS napětím 11–15 V při spotřebě menší jak 250 mA je přímo určený pro portejblový nebo mobilní provoz s připojenou miniaturní televizí, např. EV-5xx firmy CASIO s úhlopříčkou LCD displeje 7 cm a o hmotnosti 195g.

Dodavatel pro Evropu:

- *FL Eletronic, Hospitalweg 13, D-08118 Hartenstein;*
- `http://www.sstv.de/`.



Obrázek 6.7.: Japonský konvertor Tasco TSC-70P.



Obrázek 6.8.: Mobilní SSTV konvertor VC-H1.

6.7. Interactive Visual Communicator VC-H1

Interactive Visual Communicator VC-H1 od firmy Kenwood je zařízení určené pro mobilní provoz SSTV. Rozměry jsou podobné handheld vysílačce – 7 × 3,5 × 17 cm. Zařízení má vestavěnou CCD kamerku, barevný LCD monitor s úhlopříčkou 1,8" a také mikrofon. Paměť dovoluje uložit jeden nezkomprimovaný snímek v obrazovém bufferu a dále ještě pojmout 10 snímků komprimovaných JPEG, paměť pro JPEGy je zálohována baterií, takže je možné v ní snímky uchovat i po vypnutí.

Konvertor má rozhraní RS232C pro připojení k počítači (115 kbit/s). Vstupní a výstupní videosignál pro připojení externího televizního monitoru je pouze NTSC.

VC-H1 je napájen ze 4 tužkových baterií AA nebo z externího SS zdroje s napětím 6,0 V. Výrobce udává maximální spotřebu 650 mA při digitalizaci snímku, jinak je spotřeba 450 mA při puštěném LCD a 100 mA ve stand-by režimu s vypnutým LCD.

Podporované módy:

- Martin M1, M2;
- Scottie S1, S2;
- Robot Color 36, 72;
- AVT 90, 94;
- FAST FM.

7. Provoz pomocí počítače

Začít přijímat SSTV je pro vybaveného amatéra záležitostí na jedno odpoledne. Je potřeba vyrobit propojovací kabel mezi transceiverem a zvukovou kartou, z internetu stáhnout některý z mnoha programů, naladit se do okolí kmitočtu 14 230 kHz, kde probíhá čilý provoz po celých 24 hodin a začít přijímat.

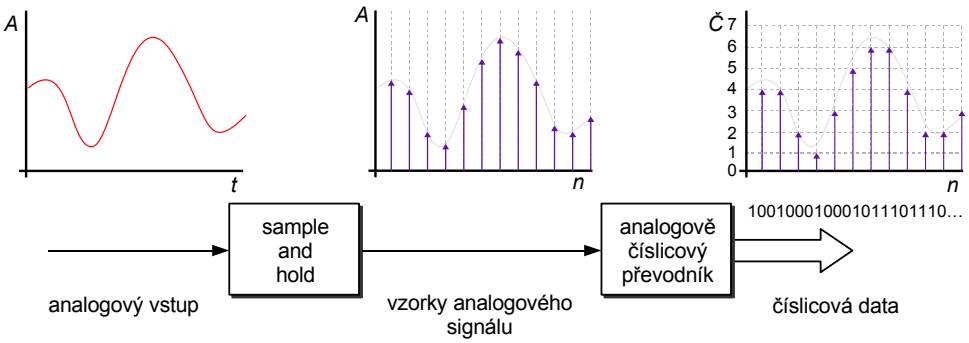
Programy pro provoz SSTV jsou si vesměs velice podobné, poskytují stejné základní funkce, ale s různým komfortem. Některé jsou intuitivní a přehledné, u jiných se nelze obejít bez manuálu. Každý má možnost si vybrat z více programů a zjistit, který mu nejvíce vyhovuje a obsahuje požadované funkce. Ze základních funkcí, které musí ovládat každý operátor jmenujme následující:

- konfigurace vzorkovacích kmitočtů pro příjem a vysílání,
- nastavení vyhovující úrovně hlasitosti zvukové karty,
- použití ladícího indikátoru,
- manuální volba SSTV módu,
- ukládání a nahrávání obrázků v běžných grafických formátech,
- vytvoření galerie obrázků pro vysílání,
- přidání textu do vysílaného snímku.

7.1. Konfigurace počítače

Věnujme chvíli výběru vhodné konfigurace počítače do hamshacku. Nepříjemným faktem je, že nároky operačních systémů a software se neustále zvyšují. Na provoz SSTV je možné použít i značně výběhové počítače s procesory např. 386, pokud použijeme modem *Hamcomm* viz kapitola 7.8 a některý z populárních programů z druhé poloviny 90. let pro systém DOS. V takovém případě stačí 4 MB RAM, harddisk dostatečné velikosti okolo stovek megabytů a grafická karta SVGA nebo v ideálním případě taková, která je schopna pracovat v grafických režimech s 32 nebo 64 tisíc barvami.

Pro využití zvukové karty je nutno mít počítač vybaven podstatně lépe. Minimem může být konfigurace s procesorem Pentium 150 MHz s alespoň 64 MB RAM a s harddiskem o velikosti několik gigabytů. Grafická karta, která může pracovat v rozlišení nejlépe 1024×768 a vyšším v režimu s 64 tisíci nebo 16 mil. barev. Operační systém by měl být alespoň Windows 95 OSR 2, ale některé nové programy v něm už nepoběží, takže je lepší použít Windows 98 a novější. Existují programy i pro GNU/Linux a MacOS, ale největší výběr je právě pro Microsoft Windows.



Obrázek 7.1.: Převod analogového signálu na číslicová data.

7.2. Zvuková karta jako modem

Zvuková karta je dnes už standardním vybavením počítače. Lze ji využít jako zvukový výstup pro přehrávání hudby, multimédií, hry a jako nahrávací zařízení. V hamshacku radioamatéra je ovšem její hlavní aplikací funkce modemu. Modem – MOdulátor/DEModulátor je zařízení, které převádí číslicovou informaci na analogový signál určený pro vysílání na přenosové cestě a naopak.

7.2.1. Zpracování signálu v PC

Aby mohl počítač se zvukem pracovat, je nutné jej převést do formátu vhodného pro bitové zpracování.

Vzorkování

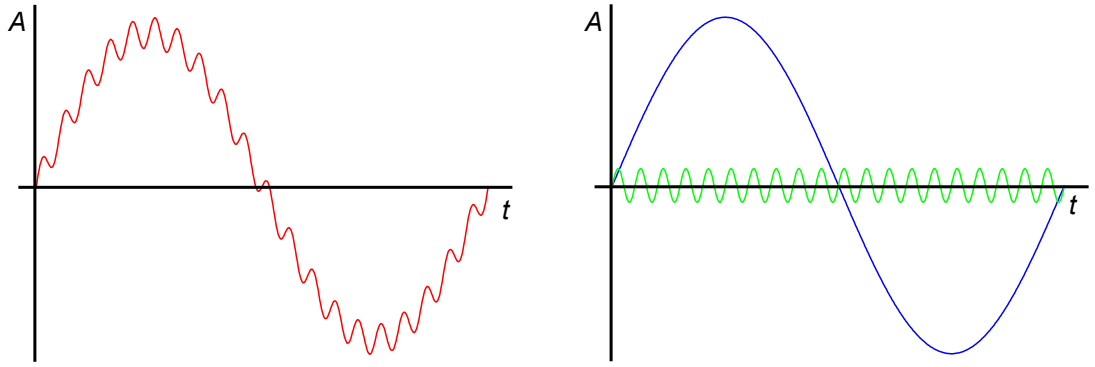
Nejprve se provede *vzorkování* (*sampling*). Vzorkování je činnost kdy je opakovaně snímána okamžitá hodnota analogového signálu. To se děje např. 11 025 krát ze vteřinu, podle toho jaký vzorkovací kmitočet (*sample rate*) karta podporuje. Vzorkovací kmitočet u zvukových karet se pohybuje od 8 kHz vhodných třeba pro digitalizaci řeči pro IP telefonii až po 96 kHz, což je určené pro nejnáročnější požadavky nahrávacích studií.

Odpověď na otázku jaký vzorkovací kmitočet použít nám dává *Shannonův teorém* (známý i jako Nyquistův–Kotělníkův–Shannonův teorém), který říká že signál spojitý v čase obsahující spektrální složky s nejvyšším kmitočtem f_{max}, může být jednoznačně rekonstruován z posloupnosti rovnoměrně rozložených vzorků pokud vzorkovací kmitočet je dvakrát větší než f_{max}:

$$f_{vz} > 2f_{max}$$

Význam Shannonova teorému si ukážeme na následujícím příkladě signálu na grafu 7.2a, který vyjadřuje závislost mezi časem t a amplitudou A. Pomocí Fourierovy analýzy (kap. 3.1.1) zjistíme, že je složený ze dvou harmonických složek zobrazených na 7.2b.

Pomocí Fourierovy transformace můžeme signál vyjádřit také jako závislost amplitudy A na kmitočtu f – *spektrum*, kde jsou dobře patrné obě kmitočtové složky f_1 a $f_2 = f_{max}$ našeho signálu viz obr. 7.3.



a) Zkoumaný signál b) Kmitočtové složky

Obrázek 7.2.: Příklad signálu.

Aby se signál mohl jednoznačně rekonstruovat musí být splněna podmínka $f_{vz} > 2f_{max}$, tak jako na obr. 7.4. Pokud je vzorkovací kmitočet nižší než $2f_{max}$ jsou vyšší kmitočtové složky potlačeny. Tato chyba se nazývá *aliasing*.

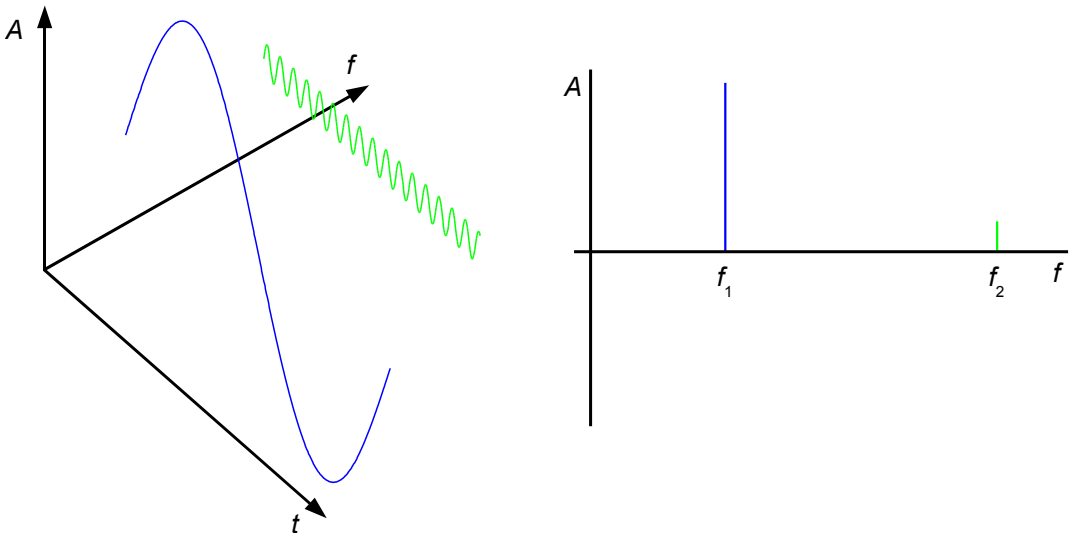
Pro vzorkování běžných úzkopásmových signálů jako je SSTV, RTTY, PSK31 nebo faksimile, předávaných v SSB kanále se šířkou pásma okolo 2 500—3 000 Hz bohatě postačí oněch 11 025 Hz.

A/Č převod

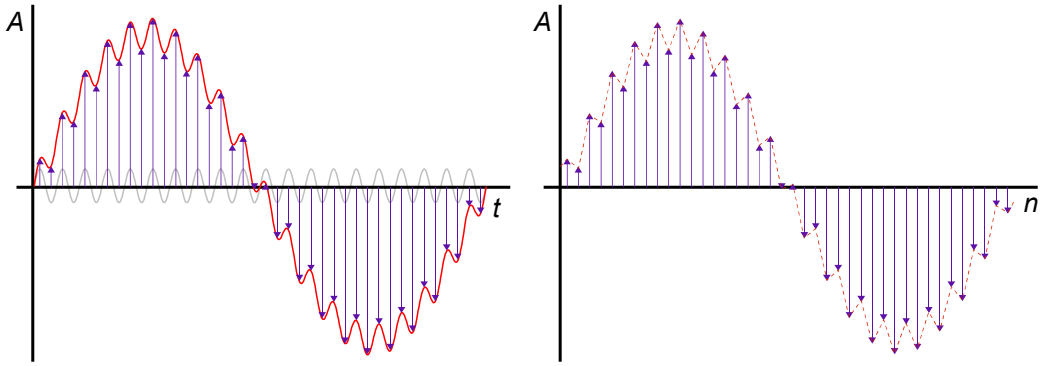
Další cesta analogového signálu vede do analogově-číslicového (A/Č) převodníku, kde je okamžitá hodnota signálu převedena na číslicová data. A/Č převodníky pracují s rozlišením 8 nebo 16 bitů podle typu a nastavení zvukové karty. Rozlišení A/Č převodníku udává s jakou přesností je možno rozlišit amplitudu signálu v nějakém snímaném rozmezí, pro 8 bitů je to 2^8, tedy 256 hodnot, pro 16 to je 65 536. Omezené rozlišení A/Č převodníku způsobuje tzv. *kvantizační* chybu. Např. pro 8 bitový převodník zpracovávající napětí 0–5,0 V je tato chyba $5,0/(2^8-1) \doteq 0,02$ V. Osmibitový převodník tedy není schopen rozlišit napěťové úrovně menší než 0,02 V, takže při vstupním napětí 3,111 V může být jemu odpovídající číslicová hodnota $10011110_2 \approx 3{,}098$ V nebo $10011111_2 \approx 3{,}118$ V a nejméně významový bit je ovlivněm kvantizační chybou. Velikost této chyby je možno zmenšit zvýšením rozlišením A/Č převodníku. Pro naše účely plně vyhovuje 16 bitů.

Moderní zvukové karty bývají navíc vybavené digitálním signálovým procesorem (DSP), který rozšiřuje funkčnost zvukové karty např. o možnost filtrování nebo komprimování zvuku už při nahrávání a tak odlehčuje při práci hlavní CPU počítače. Např. *Sound Blaster Live!* obsahuje programovatelný DSP procesor *EMU10K1*.

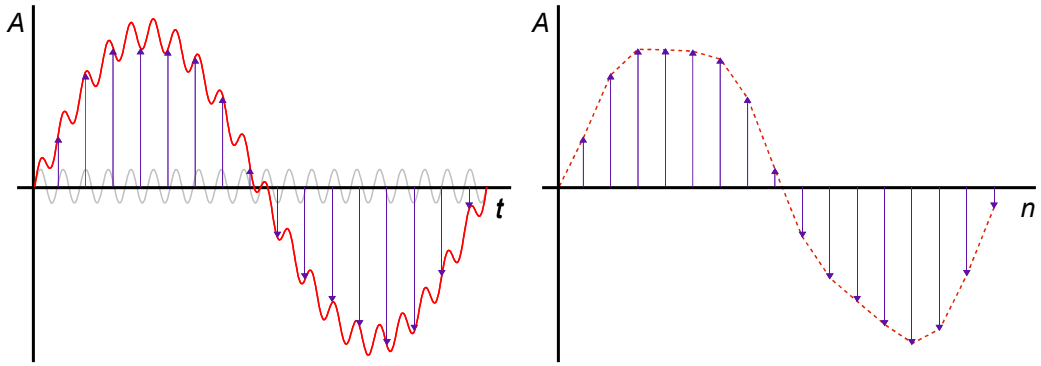
Volba zvukové zvukové karty záleží na uživateli, k čemu jí hodlá využít. Spousta počítačů má zvukovou kartu integrovanou už přímo na základní desce, ale někdy to bývá jenom jednoduchá karta určená pouze pro přehrávání, takže je třeba investovat do nákupu plnohodnotné karty.



Obrázek 7.3.: Spektrum signálu z obr. 7.2a



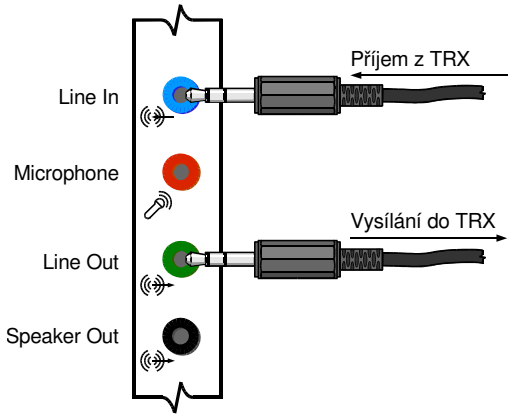
Obrázek 7.4.: Signál snímaný vzorkovacím kmitočtem větším než $2f_{max}$



Obrázek 7.5.: Vzorkovací kmitočet nesplňuje Shannonův teorém.

7.2.2. Propojení TRX a počítače

Pro základní propojení stačí použít stíněné kabely. Přijímací kabel propojí vstup *Line In* zvukové karty a výstup sluchátek transceiveru, případně výstup pro externí reproduktor. Pro zapojení příjmu do mikrofonního vstupu zvukovky *Mic In* se dá využít výstup označovaný např. jako AF OUT, který má impedanci okolo 10 kΩ a dává napětí max. 100 mV. Tento výstup může jinak sloužit pro připojení magnetofonu nebo audio zesilovače. Mikrofonní vstup zvukových karet mívá automatické řízení úrovně (AGC) pro zlepšení nahrávání a je možné připojit dynamické mikrofony s impedancí 600 až 10 000 Ω.



Obrázek 7.6.: Základní propojení transceiveru se zvukovou kartou.

Jako výstup pro vysílání je použit výstup *Line Out*, který má impedanci 600 Ω, ten je možno zapojit do mikrofonního vstupu TRXu, případně do konektoru na zadním panelu, např. PATCH IN.

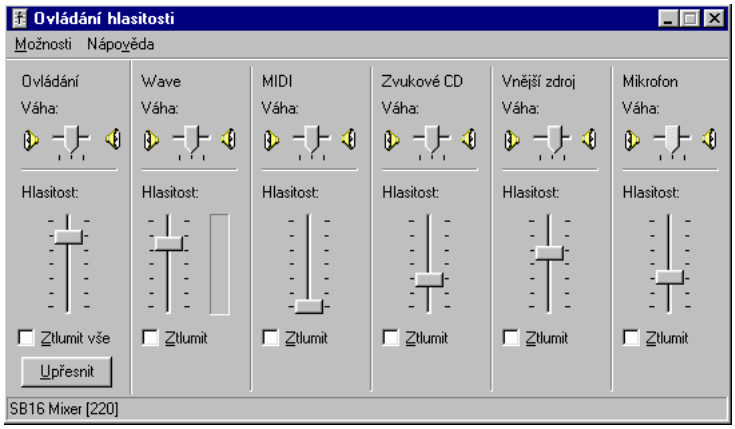
Některé TRXy mají tu vlastnost, že mikrofonní vstup a vstup ze zadního panelu se vzájemně ovlivňují, takže je nutné mikrofon při vysílání odpojit, aby hluk v místnosti rušivě nezasahoval do vysílání AFSK signálu! Zjistěte si možnosti konkrétního propojení v instrukčním manuálu dodaném k vašemu TRXu.

Poslední věc, která je třeba nastavit jsou úrovně hlasitosti přijímaného a vysílaného signálu. To už se provede softwarově pomocí některého z nástrojů operačního systému. Úroveň signálu pro vysílání by měla být asi někde v 2/3 maximální úrovně, aby signál nebyl příliš utlumený nebo přebuzený a zkreslený, což dá snadno odhalit při zapnutém příposlechu. Pro nastavení přijímaného signálu mají programy ukazatele úrovně a ta je nejlepší nastavit přímo na TRXu.

Potom co přesně zkonfigurujete nastavení úrovní zvukové karty je výhodné toto nastavení uložit pro jeho obnovení před zahájení provozu. K tomu je vhodný např. program *QuickMix*. Pomocí něj se můžete rychle vrátit k správnému nastavení zvukové karty, které je mnohdy pozměněno například po rebootu nebo některým jiným programem pracujícím se zvukovou kartou.

QuickMix

`http://www.ptpart.co.uk/quickmix/`



Obrázek 7.7.: Programové ovládání hlasitosti.

7.2.3. Ovládání PTT

Tlačítko PTT (Push-To-Talk) slouží k přepínání příjem/vysílání. Pro jeho ovládání máme několik možností:

1. Ruční přepínání. Tento způsob není příliš elegantní, ale pro první pokusy je možno jej použít.

2. Automatické přepínání můžete nechat na TRXu při zapnutí volby VOX, kdy je vysílač klíčován automaticky pokud na vstupu je nějaký signál. Nevýhodou může být, že jeho reakce není okamžitá, takže u vysílání digitálních provozů může uniknout několik počátečních stavů signálu než se vysílač zaklíčuje. Také mějte na paměti, že operační systém může při provádění různých akcích vyluzovat zákeřné zvuky, které by pak mohli nechtěně klíčovat vysílání.

3. Automatické ovládání PTT můžete nechat na počítači. Všechny SSTV programy podporují ovládání PTT přes sériový port. Zapojení obsahující jeden spínací tranzistor nebo optočlen a pár pasivních součástek, které jsou připojeny k pinu `RTS` (7 u DB9, 4 u DB25) nebo `DTR` (4 u DB9, 20 u DB25), zapojený pin je možno měnit softwarovou konfigurací. Zem je na sériovém portu vyvedena na pinu 5 u DB9 a 7 u DB25. Příklad ovládání PTT je na obr. 7.8.

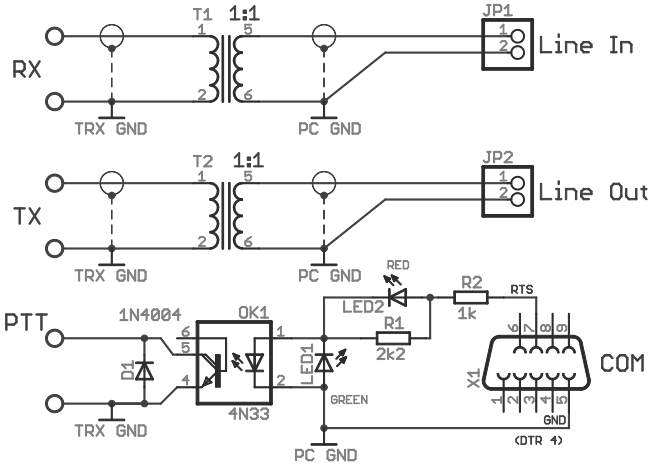
   Velké množství ručních transceiverů má společný vývod pro mikrofonní vstup a PTT. V tomto případě je audiosignál oddělen kondenzátorem okolo 100 nF a PTT signál je připojen přes odpor, jehož doporučenou hodnotu zjistíte z manuálu výrobce a nebo vyzkoušíte zapojit trimr s odporem okolo 15 kΩ a určíte maximální hodnotu, kdy transceiver při zaklíčování ještě spíná.

4. Ovládání PTT pomocí CAT (Computer Aided Transceiver) interfejsu u TRXů, které mají tu možnost připojení a ladění prostřednictvím povelů posílaných po RS232 z počítače. Tento způsob ovládání musí být podporován programem. Např. program MixW kromě klíčování dokáže posílat řídící příkazy i pro ladění a další vymoženosti, takže během provozu se nemusí na TRX takřka šáhnout a vše se ovládá přes počítač.

Může se přihodit to, že váš počítač není vybaven sériovým portem. Výrobci motherboardů už stejně do nových desek dávají standardně jenom jeden COM port a výrobci notebooků některé modely portem RS232 nevybavují vůbec. Co dělat v takovém případě? Pokud nechceme používat VOX, je možné dokoupit převodník USB/RS232 nebo využít k ovládání PTT podobný obvod, ale připojený na rozhraní LPT, tuto možnost ale zase nepodporuje veškerý software.

7.2.4. Odstranění rušení

Počítač a TRX mohou mít mírně rozdílný elektrický potenciál a v takovém případě je do přímého propojení zanášen nepříjemný brum, kterého se zbavíme tak, že se obě zařízení galvanicky oddělí. Cestu audiosignálu lze vést přes oddělovací transformátor a ovládání PTT řešit optočlenem, např. obvod 4N25, 4N33, atd., možná bude nutné změnit odpor R2, pokud daný optočlen není při zaklíčování na portu řádně sepnut.



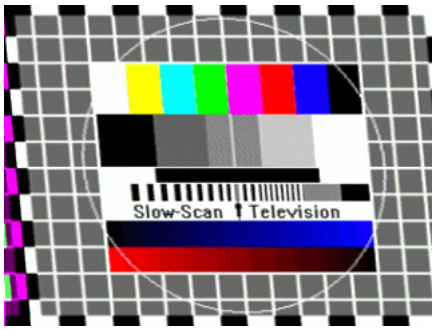
Obrázek 7.8.: Galvanicky oddělené propojení transceiveru a zvukové karty.

7.3. Konfigurace oscilátoru

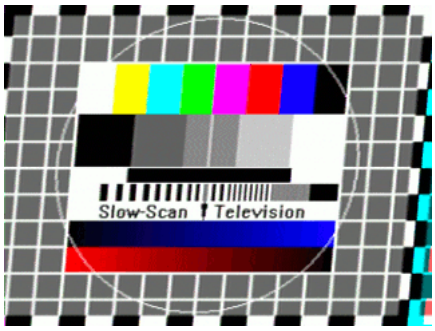
V části 3.6.1 jsme si řekli, že moderní SSTV systémy přenáší obraz synchronně. Synchronizační impulzy jsou detekovány pouze na začátku příjmu a poté, co se přijímací zařízení zasynchronizuje přestává řádkové synchro. impulzy detekovat a přijímá s volně běžícím rozkladem. A kvůli tomu jsou kladeny značné požadavky na přesné nastavení rychlostí obrazových rozkladů korespondujících stran.

Pokud se rychlosti i jenom mírně liší, projeví se to na obraze velice nepříjemným jevem – *sešikmením (slant)*. Na obr. 7.9 je vidět jak se sešikmení projeví i při rozdílu rychlostí 0,01 %, v takovém případě, kdy je rychlost vysílací stanice vyšší (a přijímací nižší) uhýbá obraz doprava (7.9a) v opačném případě doleva (7.9b).

Bohužel vzorkovací kmitočet od kterého je odvozována rychlost přenosu není úplně přesně oněch 11025,00 Hz, ale běžně se liší a to klidně i o několik desetin procenta. Při zpracování mluveného slova nebo hudby je taková odchylka zanedbatelná, ale při synchronním příjmu SSTV způsobuje problémy.



a) Protistanice má vyšší rychlost



b) Protistanice má nižší rychlost

Obrázek 7.9.: Sešikmení obrazu při rozdílných rychlostech rozkladu.

Z tohoto důvodu je nutné v každém počítači provést konfiguraci přesného kmitočtu vzorkování. Situace je ještě o něco složitější v tom, že tento kmitočet se může v rámci jedné zvukové karty lišit na straně příjmu i vysílání (tzv. *TX offset*)!

> ! Konfigurace přesného vzorkovacího kmitočtu pro příjem a pro vysílání je nutné k tomu, aby vaše signály splňovaly přísné požadavky na synchronní SSTV přenos a bylo možno váš signál přijmout bez ohledu na použité zařízení.

Všechny programy jsou v tomto směru vybaveny nástrojem, který nám konfiguraci značně ulehčí.

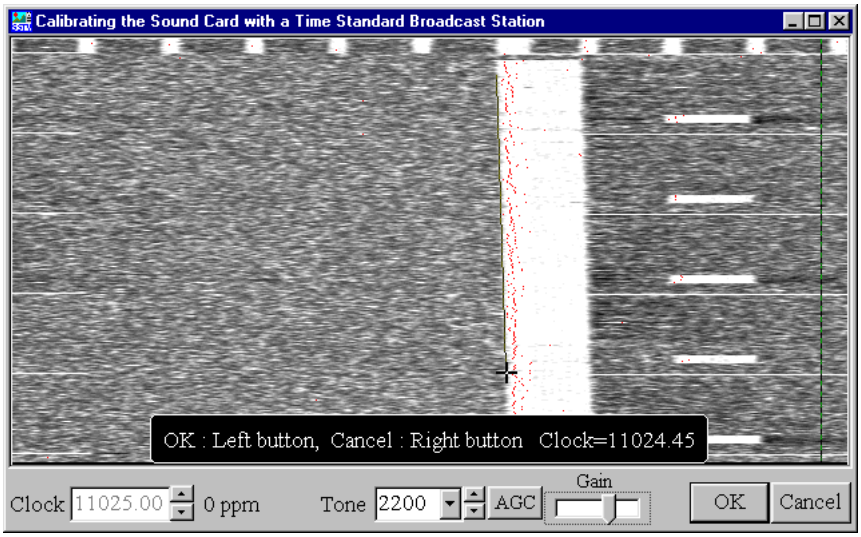
Stačí přijímat SSTV signály z pásma a poté se podle přijatého snímku nastaví úsečka přesně podél jeho okraje a program už sám vypočítá odchylku. Tento způsob má, ale tu nevýhodu, že ne všechny SSTV stanice mají svoji vysílací rychlost zcela přesnou, což je způsobeno právě odchylkou mezi přijímací a vysílací rychlostí.

Mnohem přesnějším způsobem je využití krátkovlnných vysílačů časových normál. Programy bývají vybaveny speciálním přijímacím režimem, který vykresluje přijímané spektrum signálu v sekundových intervalech. Pro nastavení se pak stačí naladit na kmitočet vysílače a nechat několik minut vykreslovat přijímané impulzy.

Použitelným vysílačem je například Moskevská stanice RWM vysílající na kmitočtech 4 996, 9 996, 14 996 kHz výkonem 8 kilowattů, takže je dobře slyšitelná i u nás. Přijímač naladťe přesně na jeden z kmitočtů s navoleným provozem CW. Mezi 0. a 8. minutou v hodině je vysílána nemodulovaná nosná, 9. minutu je vysílána CW identifikace a pak následují časové signály. Mezi 10. a 20. minutou jsou vysílány impulzy v intervalech 1/60 a 1 Hz a mezi 20. a 30. minutou 10Hz impulzy. Tohle vysílání se opakuje každých 30 minut.

Další možností je poslech stanice WWV vysílající časové impulzy a hlášení na kmitočtech 2 500, 5 000, 10 000, 15 000, 20 000 kHz modulací DSB (double sideband), které lze přijímat jako AM. Stanice WWV vysílají z severní Ameriky, města Fort Collins, stát Colorado. Použitý vysílací výkon je 2,5 až 10 kW, ale oproti RWM je slyšitelnost u nás mnohem horší.

Poslední možností je využít signálů stanic vysílající faksimile, ty se také spoléhají na přes-



Obrázek 7.10.: Konfigurace přesného kmitočtu pomocí signálu RMW v programu MMSSTV.

nou rychlost, protože se jedná o plně synchronní přenos.

Chyba, kterou naměříte bývá vyjádřená jako absolutní hodnota skutečného kmitočtu např. $f = 11024{,}45\,\text{Hz}$ nebo jako odchylka $\Delta_f = -0{,}55\,\text{Hz}$ od předpokládaného kmitočtu f_s. Některé programy tuto odchylku vyjadřují v miliontinách (jednotka *ppm – part per million*). Odchylku v ppm můžete vypočítat jako

$$\Delta = \frac{\Delta_f}{f_s} \cdot 10^6.$$

Pro $f = 11024{,}45\,\text{Hz}$ odchylka v milióntinách vychází

$$\Delta = \frac{\Delta_f}{f_s} \cdot 10^6 = \frac{-0{,}55}{11025{,}00} \cdot 10^6\,\text{ppm} \doteq -50\,\text{ppm}.$$

7.3.1. Nastavení vysílací odchylky

Poté co máme přesně zkonfigurovaný vzorkovací kmitočet a obrázky z pásma přijímáme v pořádku můžeme postupovat i v nastavení vysílací odchylky. Ta je důležitá proto, aby i naše vysílané signály měly přesnou rychlost a protistanice přijímaly snímky bez sešikmení.

Některé programy umožňují příjem vlastních SSTV signálů, takže díky této zpětné vazbě můžeme vidět jak moc se rychlost vysílání odchyluje od příjmu. Tato zpětná vazba může být interní nebo externí. *Externí zpětná vazba* vyžaduje propojení *Line Out* a *Line In* vnějším kabelem a vaše zvuková karta musí umět pracovat v režimu full-duplex. Takto můžete svůj *TX offset* určit svépomocí naprosto přesně.

Interní zpětná vazba dělá vlastně to samé, ale nejsou nutné žádná vnější propojení, ovšem některé zvukovky často tohle dělají pouze softwarově, takže zjistíte nulovou odchylku, ale ve skutečnosti tomu tak není! Nastavení odchylky je pak nutno provést externí zpět. vazbou nebo za pomocí protistanice, která ovšem musí mít vypnuté veškeré automatické korekce přijímaných signálů.

Každopádně než začnete vysílat signály do širého světa je dobré si domluvit alespoň jedno spojení „na nečisto“ a odhalit tak případné problémy s vysílací odchylkou a jiné.

Problém s nastavením *TX offset* bývá mnohdy docela zapeklitý. Ve Windows se může stát, že některý z programů souběžně běžící s SSTV programem ovlivní výstup zvukové karty a dojde ke změně vzorkovacího kmitočtu, může to být např. i obyčejné Ovládání hlasitosti. Je tedy dobré povypínat všechny zbytečné programy běžící „na pozadí“, a které by při provozu SSTV mohli ovlivňovat zvukovou kartu a nebo snížit stabilitu systému, jak se často stává v Microsoft Windows.

Pokud vlastníte moderní zvukovou kartu, která podporuje plněduplexní režim a má několik výstupních kanálů s podporou přehrávání s rozdílným vz. kmitočtem (např. SB Live! Value) je možné, že při provozu zjistíte, že se váš TX offset z ničeho nic mění! Mě osobně se tohle stávalo právě se zmiňovanou SB Live! Value pod Windows XP a podobné zkušenosti mají i další radioamatéři. V takovém případě může pomoci nastavení většího vzorkovacího kmitočet než 11 025 Hz, tedy pokud to příliš citelně nebude zatěžovat procesor, např. na hodnotu 48 000 Hz, která je fixní (viz dokumentace k vaší zvukové kartě) a nejlepších výsledků dosáhnete při použití této hodnoty nebo její přesné poloviny nebo čtvrtiny – 24 000 kHz resp. 12 000 kHz (při změně hodnoty je znovu nutné provést kalibraci nejlépe pomocí vysílačů časové normály).

Předejít problémům je možné tak, že budete trvale monitorovat odchozí signál pomocí externí zpětné vazby, tu může zajišťovat i zapnutý příposlech a ještě před vysíláním si zkontrolujete, že je vše v naprostém pořádku. Je nemilé, když ve chvíli kdy navazujete spojení dojde k nějakému problému, který mnohdy ani nezjistíte a pak jen nevěřícně kroutíte hlavou nad REPLAY snímkem od protistanice.

7.4. Ladění SSTV

Nejdříve ze všeho se na pásmu musí poslechem najít stanice vysílají SSTV, to díky typickému zvuku a klapání synchro. pulzů není problém.

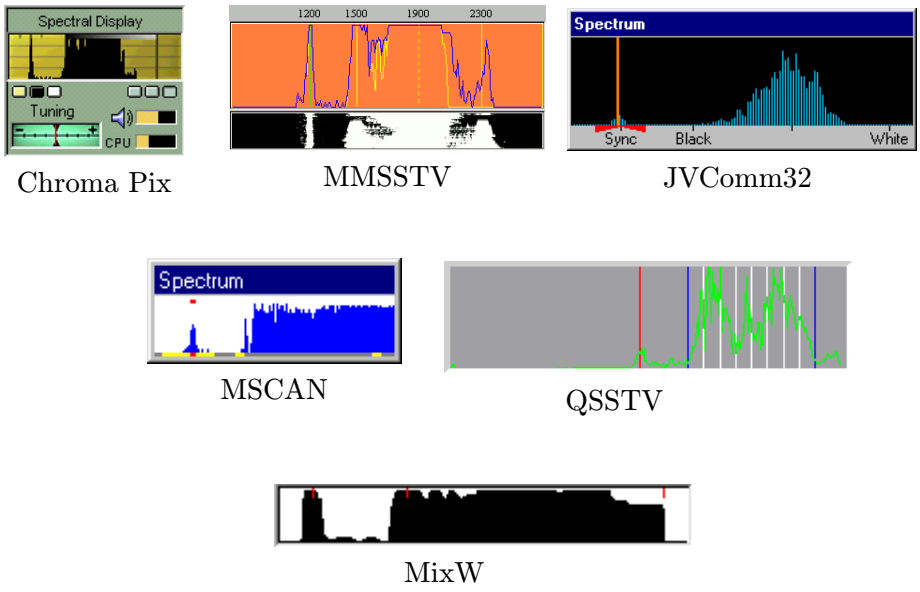
Pro správně naladění jsou všechny SSTV programy vybaveny indikátory, které slouží k přesnému doladění, viz. obr. 7.11. Jedná se o spektroskopy, které ukazují kmitočtové pásmo 1000 Hz až 2500 Hz s vyznačením důležitých kmitočtů 1200 Hz pro synchronizační pulz a 1500 Hz až 2300 Hz pro videosignál.

Při normálním příjmu lze na spektroskopu snadno rozlišit pásmo videosignálu a synchronizační pulz. Otáčením ladícího knoflíku se naladťe na signál tak, aby na spektroskopu byly všechny důležité složky v zákrytu s vyznačenými kmitočty pro synchro. pulz a video.

7.5. Digitalizace videa

Doplňkovým vybavením SSTV stanice může být video digitizér. Zařízení které převede obrazový videosignál do číslicové podoby. Opět máme na výběr velké množství různých zařízení lišících se možnostmi, parametry a cenou. Na výběr jsou různé webcamy, frame grabbery, televizní karty nebo digitální fotoaparáty. Vaše vysílání se potom nemusí omezit jenom na přenos předem připravených obrázků a při živém vysílání si užijete mnohem víc zábavy.

Nejlevnější možností je využít webovou kameru (webcam), ty jsou vybaveny CCD snímači s malým rozlišením a levnou optikou, ale poskytovaná kvalita je vhodná pro SSTV. Cena takové kamerky připojené na rozhraní USB se pohybuje okolo 300 Kč.



Obrázek 7.11.: Ladící indikátory programů pro provoz SSTV.

Další možností je využít televizní kartu se vstupem pro video. Tato možnost je o něco dražší, protože je nutné připojit externí kameru, kde máme na výběr od levných barevných nebo černobílých CCD kamer průmyslové televize až pro nejprofesionálnější studiovou techniku. S TV kartou se náš zdroj video signálu nemusí omezit jenom na kamery a kamkordéry, ale je možno použít třeba video přehrávač.

7.6. Softwarové vybavení pro Windows

7.6.1. Stručný přehled programů

Programy pro SSTV provoz

- Chroma Pix – `http://www.barberdsp.com/`
- JVComm32 – `http://www.jvcomm.de/`
- MMSSTV – `http://mmhamsoft.ham-radio.ch/`
- MSCAN SSTV a Meteo – `http://www.mscan.com/`
- Winskan a SSTV32 od KA1LPA – `http://webpages.charter.net/jamie_5/`
- W95SSTV – `http://www.barberdsp.com/w95sstv/w95sstv.htm`

Programy pro digitální provozy s podporou SSTV

- MULTIPSK – `http://members.aol.com/f6cte/index_anglais.htm`
- MixW – `http://www.mixw.net/`

Programy využívající speciální interfejsy

Následující programy nepoužívají jako modem zvukovou kartu, ale jiné typy interfejsů.

- Bonito Radiocom – `http://www.computer-int.com/rc.htm`
- Roy 1 – `http://www.roy1.com/dvb_ham/dvb_1.htm`
- Wraase SC-4 – `http://www.wesacom.de/sstv/`

7.6.2. MMSSTV

Nejpopulárnějším programem pro provoz SSTV pomocí zvukovky je dnes bezesporu MMSSTV. Autorem MMSSTV je Makoto Mori JE3HHT. Zatím poslední verzí je 1.11G, která vyšla v březnu 2005. Program podporuje přes 40 módů SSTV: konvenční, s velkým rozlišením a také nové experimentální módy MM, MR, ML popsané v kap. 4.4.3. Součástí MMSSTV jsou funkce pro rychlé nahrávání obrázků, vkládání textu a deník, který umí využít digitální data, které MMSSTV vysílá po skončení SSTV přenosu, pro automatické vkládání údajů. MMSSTV také může pracovat jako automatický SSTV opakovač.

Součástí MMSSTV jsou i knihovny pro provoz SSTV, které jsou k dispozici ostatním programátorům, takže za pomocí nich lze implementovat vlastnosti MMSSTV i do ostatních programů.

Doporučená konfigurace je OS Windows 95, 98, 98SE, ME, NT, 2000, XP, procesor Pentium alespoň 100 MHz, 32 MB RAM, 16 bitová zvuková karta a je doporučená grafická karta zobrazující 16 nebo 24 bitovou barevnou hloubku.

Konfigurace

Konfigurační menu se ukrývají pod *Options* → *Setup MMSSTV...* a je rozděleno do tří oblastí: příjem RX, vysílání TX a ostatní Misc. Až na položku definující kmitočet oscilátoru zvukové karty *Misc* → *Clock* → *Adj* (viz 7.3) je možné ponechat většinu nastavení, tak jak je.

V menu pro vysílač se konfiguruje ovládání PTT, VOX tón, zpětná vazba pro konfiguraci či příjem vlastních signálů *Loopback* a CW identifikace.

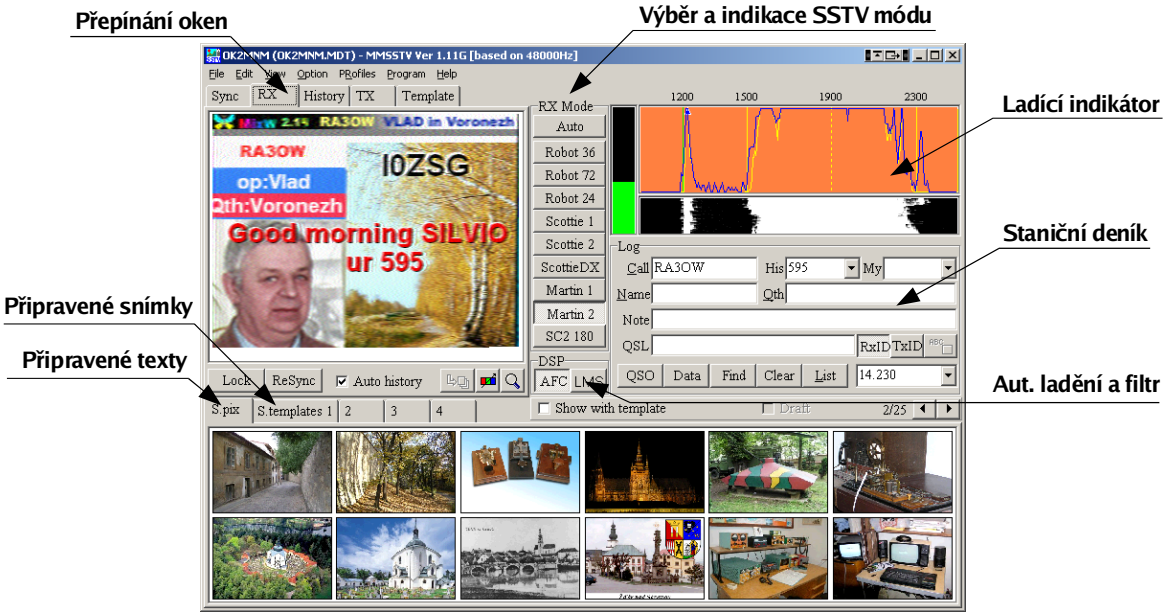
Menu přijímače umožňuje nastavit parametry příjmu a citlivost na přijímané signály, případně typ demodulátoru a jeho další parametry, což skýtá prostor pro nejrůznější experimenty.

V ostatních nastaveních je možné upravit prioritu použití zvukové karty – nejlépe *Highest* nebo *Critical*. Na pomalejších počítačích je možné zvětšit vyrovnávací paměť *FIFO*, omezí se tak případné výpadky při zpracování signálů, čemuž by mělo dopomoci i zvýšení priority programu *Priority of MMSSTV*. Další položky nastavují velikost historie přidaných snímků, kvality JPEG komprese při jejich ukládání či barvy ladícího indikátoru.

Ovládání

Ovládání programu je intuitivní a je k němu dodána rozsáhlá dokumentace, takže se zaměříme na to nejdůležitější. Obrazovka je rozdělena na několik oken, každá z nich má ještě několik dalších funkcí, mezi kterými se přepíná pomocí záložek.

První částí je okno pro příjem (RX), přípravu obrazu pro vysílání (TX a Template) a pro dodatečnou úpravu synchronizace (Sync). Vedle něj se nachází menu RX Mode s výběrem a



Obrázek 7.12.: Hlavní obrazovka programu MMSSTV.

indikací SSTV módů, tohle menu má omezené množství tlačítek a další SSTV módy je možné vybrat kliknutím pravým tlačítkem myší na libovolné tlačítko menu.

Některé z užitečných funkcí obsažených v jednotlivých záložkách jsou následující:

- RX — zobrazení přijímaných snímků. MMSSTV má velmi dobrou automatickou detekci módu a příchozího SSTV signálu, takže obvykle stačí vybrat RX Mode: *Auto* a při dobrých podmínkách bude vše fungovat téměř bez zásahu operátora. Zasáhnout je nutné ve chvíli, kdy přijímáme tak slabé signály, že by se program mohl splést a předčasně ukončit příjem, tady pomůže tlačítko Lock, pokud dojde ke ztrátě synchronizace pomůže ReSync. V případě, že program nespustí příjem automaticky spustíme jej manuálně výběrem módu v části RX Mode.

  Přijímaný obrázek je možno zvětšit ikonkou *lupa* a nebo je možné provést dodatečné úpravy snímku skrývající se pod ikonou *RGB ladění*. Dodatečné úpravy dovolují upravit jas (brightness), odstín (hue), sytost barev (saturation) a kontrast. Jako filtr pro vyhlazení (Noise filter) slouží medián, tlačítka M5 a M9, ale také Sharpness, pokud vychýlíme hodnotu doleva, směrem doprava naopak dochází ke zlepšení ostrosti.

  Zatržítko Auto history umožní automaticky uložit přijatý snímek na disk.

  Velice úzce s příjmem souvisí i dvojice tlačítek v části DSP. AFC je *Automatic Frequency Control* a zapíná automatické doladění (modrý čtvereček detekující synchro. pulzy v ladícím spektroskopu). LMS je filtr, který vyhlazuje šum a poskytuje automatický umlčovač.

  Pokud na okno s přijímaným obrázkem klikneme pravým tlačítkem, vyvolá se menu s dalšími prvky ovlivňujícími příjem:

  - *Copy* – zkopíruje aktuální snímek do schránky.
  - *Clear* – vyčistí přijímací obrazovku.
  - *High accuracy slant adjustment* – slouží k určení časování (vzorkovacích kmitočtů) z přijímaného SSTV signálu. Pokud se během příjmu přepneme do okna Sync je zde zobrazena odchylka od naší, je jí možné uložit tlačítkem Mem. Později se dá změnit v menu *Options → Setup MMSSTV → Misc*, položka *Clock*.
  - *Return to the settings sampling frequency* – vrátí se k původnímu nastavení vzorkovacích kmitočtů.
  - *Accuracy of initial sync* – přesnost počáteční synchronizace umožňuje nastavit počet scan-řádků během kterých se sfázuje právě přijímaný snímek, čím vyšší počet řádků tím bude synchronizace přesnější. Na výběr jsou tyto možnosti:
    * *Normal*: první 4 řádky.
    * *Higher*: první 4 řádky plus dalších 16 řádků pro přesnější určení.
    * *Highest*: dalších 32 řádků pro ještě přesnější určení.
  - *Auto stop* – automatické ukončení příjmu.
  - *Auto restart* – provede automatický restart příjmu při detekci VIS. Při zapnutém *RxBPF* nefunguje.
  - *Auto resync* – automatické obnovení horizontální synchronizace.
  - *Auto slant adjustment* – automatické odstranění sešikmení během příjmu. Tato volba musí být vypnutá při vlastní konfiguraci nebo posuzování rozkladů protistanice.
  - *Auto clear* – při této volbě se pokaždé po začátku přijmu vymaže přijímací okno, pokud není zvoleno předchozí snímek se bude přepisovat nově přijímaným.

- Sync — v tomto okně se zobrazuje celý průběh scan-řádku a bíle je zvýrazněna oblast horizontální synchronizace. Toto okno můžeme využít zejména v případě příjmu signálů se špatnou rychlostí rozkladů, kdy pomocí tlačítka Slant můžeme nastavit úsečku přesně podle okraje a MMSSTV opraví zobrazení a ukáže odchylku od vzorkovacího kmitočtu v jednotkách Hz a ppm. Pokud není sfázován okraj snímku je možné jej upravit pomocí Phase.

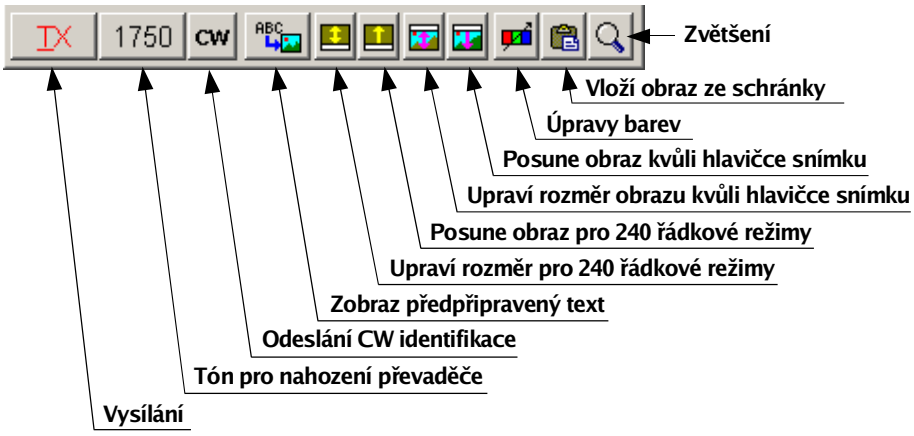
  Okno Sync je výhodné využít i pro manuální detekci SSTV módu při opravdu slabém příjmu. Pokud vybereme neznámý mód ručně nemusíme se vždy trefit, což značí to, že místo svislé bílé čáry patrné i v značném šumu se okno zaplní rozházenými bílými čárkami. V druhém případě zkusíme vybrat jiný mód, většinou ze skupiny nejpoužívanějších jako Martin M1, M2 a Scottie S1, S2. Rozhodování mezi rodinou Martin a Scottie ulehčí to, že víme, že Martin má synchronizační pulzy délky 5 ms a Scottie 9 ms, takže ty první způsobí zobrazení kratších čárek než druhé.

  Pomocí pravého tlačítka vyvoláte menu totožné s oknem RX.

- History — zobrazení historie přijatých snímků spolu s informací o čase příjmu a SSTV módu. Historií můžete procházet za pomocí tlačítek s šipkami. Maximální počet souborů v historii je možno zvolit v menu *Options → Setup MMSSTV → Misc*, položka *History max*.

Menu skrývající se za kliknutím za pravým tlačítkem myši obsahuje funkce pro přesun mezi schránkou *Copy*, vymazání *Delete*, *All Delete*, uložení do souboru *Save to file*, případně uložení s doplněním data a času do levého dolního rohu snímku *Save to file with time stamp* a další.

- TX — okno obsahuje funkce pro vysílání obrazu, ovládání se provádí pomocí tlačítek:



Při stisknutí pravého tlačítka jsou navíc dostupné tyto funkce:

  - *High quality resizing with pasted thumbnail* – doostří obrázek vložený do okna pro vysílání.
  - *Background color* – nastavení barvy pozadí.
  - *Load/Save from File* – nahrání/uložení souboru na disk.
  - *Test pattern* – vloží testovací obrazec.
  - *Show with template* – Zobrazí obrázek spolu s předpřipraveným textem.
  - *Auto margin* – v případě, že SSTV mód má jenom 240 obrazových řádků je vložený text automaticky zarovnán tak, aby nevypadl mimo vysílatelnou oblast.
  - *Auto switch to RX window* – po skončení automaticky přepni do RX okna.
  - *Show size* – V dolním rohu obrazu zobrazí rozlišení snímku.

- Template — vkládání textu a tvorba textových šablon. V tomto okně jsou dostupné jednoduché kreslící funkce a vkládání textu. Vytvořený text a grafiku je možné uložit a znovu vyvolat při spojení. Proto, aby výměna snímku probíhala s minimálním prodlením je možné definovat si vlastní textové šablony, případně vzhled hlavičky a další.

  Nejprve si povíme, jak funguje vkládání textu a šablony. Vložení textu vyvolá ikonka „T“. Menu obsahuje spoustu funkcí pro nastavení barev a vzhledu písma (3D, v duhových barvách, atd.). Upravit pozici nápisu na snímku a doladění rozměrů je možné až po vložení textu.

  Vkládání údajů ulehčují šablony, které jsou propojené se staničním deníkem. Takže stanice, pokud vysílá digitální identifikaci a její značka se objeví v deníku je automaticky doplněna do šablony, na místo kde je v textu značka `%c`. Vaše šablona, např. pro nápis OK1AAA de OK2BBB vypadá „`%c DE %m`“. Značka pro `%m` je čtena z konfigurace a

značka protistanice z deníku. Další údaje jako report (`%R`) či pozdravy (`%g`, `%f`) mají své zástupné značky jejichž kompletní seznam následuje:

`%m` ... Můj volací znak
`%c` ... Volací znak protistanice
`%r` ... Report protistanice
`%n` ... Jméno operátora protistanice
`%q` ... QTH protistanice
`%s` ... Můj report
`%R` ... report předávaný protistanici
`%N` ... kontestové číslo přijaté od protistanice
`%M` ... kontestové číslo odesílané protistanici
`%g` ... GOOD MORNING/AFTERNOON/EVENING
`%f` ... pozdrav podle času GM/GA/GE
`%D` ... UTC datum (2006-OCT-15)
`%T` ... UTC čas ve tvaru 12:34
`%t` ... UTC čas ve tvaru 1234
`%L` ... Lokální datum (2006-OCT-15)
`%U` ... Lokální čas ve tvaru 12:34
`%u` ... Lokální čas ve tvaru 1234
`%B` ... Kmitočet
`%b` ... Pásmo
`%o` ... Poznámka
`%X` ... Čas příjmu aktuálního snímku
`%v` ... Verze MMSSTV
`%V` ... Beta verze

Pro uložení šablony klikněte pravým tlačítkem myši a zadejte *Save to all...* → *All*. Takto vytvořenou šablonu je možné přichystat do obrazovky S. templates, pravé tlačítko a následně *Load from file*.

Z dalších funkcí, které se hodí při vytváření šablony jmenujme některé:

- *Convert to image item* – vybraný objekt převede na bitmapu.
- *Image adjustment* – úpravy kontrastu, ostrosti, atd. pro vybraný objekt typu bitmapa.
- *Resize to the original size* – vrácení rozměru bitmapového objektu na původní velikost.
- *Paste image* – vložení obrazu ze schránky.
  - *Bitmap* – vloží jako nový obrázek
  - *Overlay* – vloží jako nový obrázek a barva pozadí je průhledná.
- *Undo* – vrátí zpět poslední změnu.
- *Cut* – vyjmutí vybraného objektu a jeho uložení do schránky.
- *Paste* – vložení objektu ze schránky.

– *Delete* – vymazání objektu.
– *Go to Back/Go to Front* – vybraný objet přesune do pozadí/popředí.

Provoz SSTV převaděče

Provoz převaděče je aktivován při spuštění MMSSTV s parametrem `-r`, tedy `mmsstv.exe -r`. Díky tomu se v menu objeví nová položka *Option → Setup repeater...*.

MMSSTV jako převaděč funguje následovně:

1. Po přijetí nahazovacího tónu 1750 Hz je odvysílána CW identifikace;
2. poté je aktivováno 10 sekundové okno, během kterého musí stanice začít vysílat svůj SSTV snímek, který je následně odvysílán.
3. Převaděč může fungovat jako maják a periodicky vysílat připravené snímky.

V menu *Setup repeater...* jsou dostupné položky pro konfiguraci vlastního tónu, umlčovače, majáku, velikosti okna, intervalu posílání snímků, atd.

7.7. Softwarové vybavení pro GNU/Linux

Operační systém GNU/Linux si už dlouho získává nadšené uživatele i v řadách radioamatérů. Dříve díky kvalitní podpoře síťování v paketových AX.25 sítích. Dnes díky nabízenému množství dalších programů pro sledování družic, dekódování satelitních snímků a telemetrie, provoz digitálních módů jako je RTTY či PSK31.

Pro zájemce o radioamatérské programy pro GNU/Linux může být dobrým odrazovým můstkem následující stránka.

HAMSOFT – Linux Software for Hamradio Community

`http://radio.linux.org.au`

Filozofie ovládání linuxu je hodně odlišná od Windows a jeho uživatelé se většinou rekrutují z řad zkušených počítačových uživatelů. Ačkoliv moderní linuxové distribuce mají možnost nastavování pomocí klikacích programů a většina software je distribuována v binární podobě je občas nutné některý program zkompilovat ze zdrojových kódů a veškeré nastavení je možné provést v univerzální příkazové řádce (shellu). Některá důležitá nastavení si ukážeme v následujícím textu.

7.7.1. Seriový port

Pokud budeme využívat ke klíčování TRXu seriový port, je nutné vybrat dané rozhraní v programu. Přístup k periferiím a hardwarovým zařízením je v linuxu řešen přes speciální soubory, které se nacházejí v adresáři `/dev`. Soubor pro seriový port má název `/dev/ttyS*`, jemu odpovídající rozhraní:

označení GNU/Linux	označení DOS, Windows
`/dev/ttyS0`	COM1
`/dev/ttyS1`	COM2

Jednou z podstatných věcí je, zda uživatel pracující v systému má právo čtení a zápisu do souboru odpovídajícímu seriovému portu. Zjistit práva je možné příkazem `ls -l /dev/ttyS*`, po jeho provedení může být výpis na terminálu např. tento:

```
crw-rw----  1 root uucp 4, 64 říj  3 20:18 /dev/ttyS0
crw-rw----  1 root uucp 4, 65 říj  3 22:18 /dev/ttyS1
crw-rw----  1 root uucp 4, 66 říj  3 22:18 /dev/ttyS2
crw-rw----  1 root uucp 4, 67 říj  3 22:18 /dev/ttyS3
```

Ve výpisu je vidět, že právo čtení a zápis (`rw`) má pouze uživatel `root` a uživatelé ze skupiny `uucp`. Pokud uživatel nepatří ani k jednomu musí `root` nastavit práva pro čtení a zápis ostatním, pro COM1 pomocí:

```
chmod 666 /dev/ttyS0
```

7.7.2. Test zvukové karty

Pro vyzkoušení zvukovky je možné použít utilitu `dd`, která slouží pro blokové čtení a zápis souborů, syntaxe je následující:

```
dd bs=8k count=5 if=/dev/dsp of=music.au
```

Tímto způsobem je přečteno 5 bloků o velikosti 8 kB, jelikož je implicitní vzorkovací kmitočet 8000 Hz, je takto možné provádět jednoduché nahrávání a pomocí parametru `count` se nastaví počet sekund pro zaznamenání.

Přehrát uvedený soubor je opět velice snadné, stačí jen přesměřovat výstup z terminálu do souboru `/dev/dsp`.

```
cat music.au >/dev/dsp
```

Co dělat, když se zvuk nezaznamená a nepřehraje? Nejprve ověřit nejbanálnější chyby jako je stlumení hlasitosti daného zařízení, správné zapojení vstupu, případně pokud je v systému více zvukových karet (`/dev/dsp0`, `/dev/dsp1`,...) vybrat správné zařízení. V moderních distribucích se nastavení zvukové karty provádí sadou utilit pocházející z knihovny ALSA, nastavení hlasitosti nahrávání provede následující sekvence příkazů:

```
amixer -c 0 sset Mic capture cap
amixer -c 0 sset 'Mic Boost (+20dB)' mute
amixer -c 0 sset Capture capture 90% cap
amixer -c 0 sset AC97 capture 60%
```

Parametr `-c 0` slouží k vybrání správné zvukové karty, pokud se jich v systému nachází víc.

Zapeklitější problémy budou vyžadovat kontrolu toho, zda systém zvukovou kartu najde, viz výpis příkazu `lspci` a také zda je v jádře nahrán správný modul. Doplňující informace naleznete v dokumentu *The Linux Sound HOWTO*, který je dostupný např. na adrese:

> The Linux Sound HOWTO
>
> `http://tldp.org/HOWTO/Sound-HOWTO/`

7.7.3. QSSTV

Uživatelé GNU/Linuxu mohou pro vysílání SSTV a příjem faxu použít program QSSTV. Je distribuován v podobě zdrojových kódů na následující stránce.

> Ham Software for Linux
>
> `http://users.telenet.be/on4qz/`

Instalace

Po stažení zdrojového kódu ze stránek autora, je nejprve nutné rozbalit balíček:

```
tar xvzf qsstv-5.3c.tar.gz
```

Vytvoří se nový adresář `qsstv-5.3c`, v tomto adresáři program zkompilujte, vaše instalace musí obsahovat vývojové nástroje (`gcc`, `make`,...). Kompilace se proveďte standardním postupem, začněte příkazem:

```
./configure
```

Při provedení příkazu `./configure` tento skript nejprve zjistí, zda váš systém obsahuje všechny potřebné knihovny a nástroje. Může dojít například k následující chybě:

```
checking for Qt... configure: error: Qt (>= Qt 3.1.0) (headers and libraries)
not found. Please check your installation!
For more details about this problem, look at the end of config.log.
```

Tato chyba značí, že nemáte naistalovány hlavičkové soubory s definicemi knihovních funkcí a je nutné do systému doinstalovat navíc i balíček pro vývoj aplikací v dané knihovně, v tomto případě `qt-devel`. Např. v distribuci *Fedora Core* následovně:

```
yum install qt-devel
```

Pokud je v systému knihovna v požadované verzi již nainstalovaná a přesto dochází k chybě, je možné nalézt doplňující informace v souboru `config.log`, který se vytvoří v adresáři kde kompilujeme. V něm se dá vyčíst například struktura cest, kde skript hledá hlavičkové soubory a podle toho mu např. pomocí symbolické linky (`ln -s`) na daný adresár chybějící soubory podstrčit.

Pokud část `./configure` proběhla v pořádku pokračujte příkazy:

```
make
make install
```

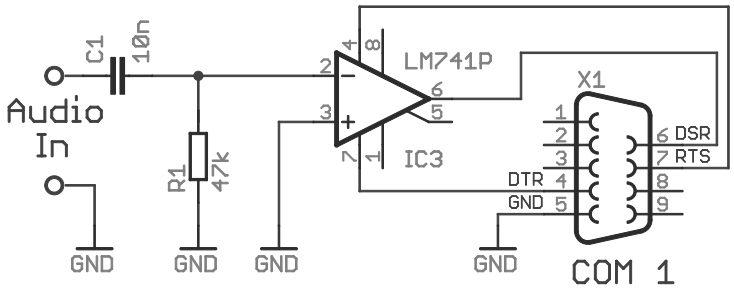
Provede se kompilace a instalace programu do standarních cest. Program můžete spustit příkazem `qsstv`.

7.8. Interfejs Hamcomm

Jednoduchý, ale velice elegantní způsob jak dostat AFSK signály do počítače je pomocí interfejsu *Hamcomm*, pojmenovaný podle stejnojmeného programu pro digitální provoz, pracuje na principu komparátoru viz obr. 7.13.

Programy pro Hamcomm pracují výhradně pod DOSem, a jejich nároky na konfiguraci PC jsou pramalé. Ve Windows Hamcomm nepracuje a použití programů v DOSovém režimu pod Windows není doporučeno, protože programy nemusí fungovat správně.

Komparátor porovnává úroveň na vstupu s napětím 0 V. Nízkofrekvenční signál na vstupu je zesílen a ořezán na signál obdélníkový s napěťovými úrovněmi kompatibilními s rozhraním RS232, kde napětí v rozmezí −25 V až −3 V odpovídá logické hodnotě `1` a napětí +3 V až +25 V hodnotě `0`.



Obrázek 7.13.: Komparátor – základ interfejsu Hamcomm.

Pro první pokusy můžete použít jednoduché zapojení na obr. 7.13, obvod i s ovládáním PTT a vysíláním je na obr. 7.14. Vývody RS232 `DTR` (+12 V) a `RTS` (−12 V) slouží jako napájení operačního zesilovače. Spojení Hamcomu a počítače můžeme přirovnat ke spojení hloupého interfejsu a chytrého programu, protože ostatní zpracování signálu už závisí jedině na použitém software.

Každý přechod mezi oběma log. stavy vyvolá v počítači přerušení. Tato přerušení jsou zpracovávána obslužnou rutinou systémového časovače, která určí dobu, která uplyne mezi dvěma přerušeními. Tímto způsobem program zjistí kmitočet právě přijímaného signálu a pokud známe kmitočet není problém demodulovat jakýkoli „pomalejší“ AFSK signál, kde je přenášená informace modulována na určitnou hodnotu kmitočtu – SSTV, FAX, RTTY, atd.

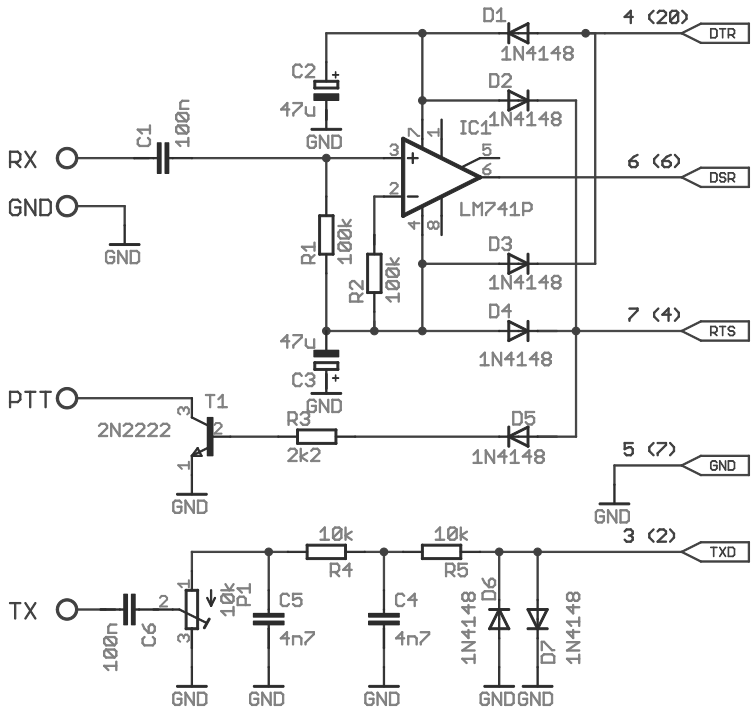
Další součástí Hamcommu je ovládání PTT přes signál na `RTS` a vysílání SSTV je realizováno přes signál na pinu `TXD`.

Kromě SSTV se dá Hamcomm použít spolu se stejnojmenným programem pro dálnopisný provoz RTTY, AMTOR nebo pro monitorování packet radia na KV a VKV.

7.9. Konfigurace programů v DOSu

7.9.1. Porty

Začněme rozhraním RS232 neboli sériovými porty. Na většině počítačů jsou dva, menší 9 kolíkový *COM1*, konektor v počítači je samec, jeho adresa je `0x3F8` a používá standardně IRQ 4 (hardwarové přerušení), druhý 25 kolíkový *COM2*, samec, má adresu `0x2F8` a IRQ 3.



Obrázek 7.14.: Schéma interfejsu Hamcomm.

Seznam součástek:

C1, C6 100 nF	P1 10 kΩ	T1 2N2222
C2, C3 47 μF	R1, R2 100 kΩ	IC1 LM741P
C4, C5 4,7 nF	R3 2,2 kΩ	
D1–D7 1N4148	R4, R5 10 kΩ	

Rozhraní RS232 je navrženo tak, aby se externí zařízení dala připojovat i při zapnutém počítači.

7.9.2. Videokarta

Potřebujete minimálně Super VGA , která poběží v rozlišení 640×480 a 256 barvách – to je naprosté minimum. Protože SSTV snímek má až 262 tisíc barev, chce to aspoň 15 bitovou grafiku s 32786 barvami ($2^{15} = 32786$). Rozdíl mezi 32 tisíci, 64 tisíci nebo 16 milióny barev už není tolik patrný. Karty s rozlišením 640×480 a 256 barvami potřebují alespoň 512 kB paměti, ty s více barvami 1 MB a víc. Karta by měla být kompatibilní se standarty VESA.

Ne všechny karty podporují tolik barev při daném rozlišení, i když na to mají paměťové prostory, proto prostudujte dokumentaci výrobce. Nekompatibilitu grafických karet částečně řeší univerzální VESA ovladače UNIVBE, UNIVESA, atd. Pomocí nich lze vyřešit některé problémy s nekompatibilitou. Programy mohou vyžadovat ručně nastavit rozlišení a počet barev volbou konkrétního VESA módu, některé z nich najdete v tab. 7.2.

COM 1 – 9 kolíkový		
Kolík	Signál	Popis
1	CD	Carrier Detect
2	RXD	Receive Data
3	TXD	Transmit Data
4	DTR	Data Terminal Ready
5	GND	System Ground
6	DSR	Data Set Ready
7	RTS	Request to Send
8	CTS	Clear to Send
9	RI	Ring Indicator

COM 2 – 25 kolíkový		
Kolík	Signál	Popis
1		Shield Ground
2	TXD	Transmit Data
3	RXD	Receive Data
4	RTS	Request to Send
5	CTS	Clear to Send
6	DSR	Data Set Ready
7	GND	System Ground
8	CD	Carrier Detect
20	DTR	Data Terminal Ready
22	RI	Ring Indicator

Tabulka 7.1.: Zapojení konektorů seriového portu. Kolíky (piny), které nejsou uvedeny jsou nepoužité.

7.9.3. Systémový časovač

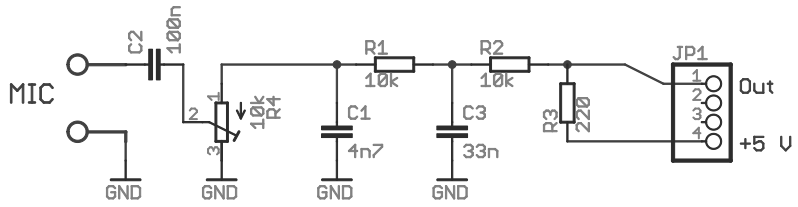
Frekvence oscilátoru v počítači je velmi důležitá pro provoz počítačové SSTV, protože program pak podle této frekvence zpracovává hodnoty přijímané na portu modemem při příjmu s volně běžícím rozkladem. Časovač je buzen z oscilátoru o kmitočtu 1 193 180 Hz. Tohle podivné číslo má svůj původ v začátích počítačů IBM PC, vývojáři totiž použili levné a dostupné krystaly 14,318 MHz. Tento kmitočet je čtyřnásobkem barvnonosného kmitočtu 3,579 545 MHz televizní soustavy NTSC. Vývojáři IBM použily tyto krystaly a jejich kmitočet dělili 12.

Naneštěstí je v každém počítači ne zcela přesný krystal. Kmitočet může se lišit až o 1000 Hz. Optimální hodnotu je třeba vyzkoušet. Pokud je frekvence velká obrázek se sešikmuje směrem doleva, když malá obraz uhýbá doprava.

Starší dosovské SSTV programy pro Hamcomm mají možnost nastavit přesnou hodnotu přijímáním signálů SSTV nebo faksimile přímo z pásma a to buď pomocí nastavení okraje podle přijatého snímku a nebo ručně.

7.9.4. Vysílání pomocí PC Speakeru

PC Speaker je používán pro modulaci signálu na velmi pomalých počítačích (286, XT). Obvod na obr. 7.15 se připojuje na konektor JP1 na základní desce, jehož polohu a zapojení zjistíte z manuálu výrobce. Reprotuktor nepřipojovat na zem!



Obrázek 7.15.: PC Speaker jako modulátor.

VESA režim		Rozlišení	Počet barev	Paměť karty
19	0x13	320×200	256	256 kB
269	0x0D	320×200	32768	1 MB
270	0x0E	320×200	65536	1 MB
271	0x0F	320×200	16 mil.	1 MB
18	0x12	640×480	16	256 kB
257	0x01	640×480	256	512 kB
272	0x10	640×480	32768	1 MB
273	0x11	640×480	65536	1 MB
274	0x12	640×480	16 mil.	1 MB
258	0x02	800×600	16	512 kB
259	0x03	800×600	256	512 kB
275	0x13	800×600	32768	1 MB
276	0x14	800×600	65536	1 MB
277	0x15	800×600	16 mil.	2 MB

Tabulka 7.2.: Označení některých grafických režimů VESA.

7.10. Software pro DOS

Na starších počítačích 386 nebo 486 je možné spolu s modemem Hamcomm využít množství programů pro provoz SSTV, RTTY, AMTOR, příjem faksimile a další.

Jelikož se hlavní vývoj ubírá směrem zvukové karty a software pro Windows, GNU/Linux, případně MacOS, věnujeme starším programům pro DOS jen následující malé shrnutí. Neznamená to však, že by se jednalo o software v dnešní době nepoužitelný. Je podporována většina konvenčních SSTV systémů a možnosti jsou srovnatelné s moderním software. Nároky na vybavení a hardware PC jsou však mnohem menší, takže je k jejich provozu možno použít i značně výběhové PC sestavy.

Na výběr několik programů. Z nichž nejlepší a v dřívější době velice populární je program *GSH-PC*. Jeho nároky jsou minimálně: procesor 386DX a 520 kB volné konvenční paměti plus alespoň 2 MB rozšířené paměti. Větší nároky jsou kladeny na grafickou kartu, která by měla být VESA kompatibilní s minimálně 1 MB RAM, a hlavně musí zvládat v rozlišení 640×480 a zobrazit 32, 64 tisíc a 16 mil. barev (VESA módy 272, 273 a 274). Hlavní vlastností GSH-PC je to, že podporuje *multitasking*. Znamená to, že najednou může zpracovávat více úloh, což je v systému DOS vlastnost dosti neobvyklá. V programu je tak možné už během příjmu nahrávat obrázky, vkládat text a velmi tak zrychlit komunikaci.

Dalším zástupcem je program *JVFax*. Spustí jej i uživatelé XTček nebo 286tek s VGA kartou a MS-DOSem 3.0. Pokud však chcete pracovat s 256 nebo více barvami v rozlišení 640×480, tak musí být PC vybaveno minimálně procesorem 386 a 4 MB RAM. Jedná se o sharewarový program určený pro provoz SSTV, černobílé a barevné faksimile a dále pro příjem družicových obrázků WEFAX z polárních i geostacionárních meteorologických satelitů (NOAA, Meteosat).

Z dalších programů jsou zajímavé ještě *Proskan*, dosový *MSCAN* a *EZSSTV*. Zejména

poslední dva jmenované programy mohou pracovat jako automatické SSTV opakovače. Pokud uvažujete o vybudování opakovače a chcete mít naprosto minimální náklady, co se týče počítače, jsou MSCAN a EZSSTV ideální volba.

V starším vydání této publikace byly uvedeny podrobné manuály i postřehy navíc získané při jejich praktickém použití těchto programů. Je možno je získat na následující webové stránce.

Manuály k JVFaxu, GSH-PC, EZSSTV, Proscanu

`http://bruxy.regnet.cz/ok2mnm`

Programy pro DOS a Hamcomm:

- GSH-PC — `http://www.pervisell.com/ham/gs1.htm`
- Proskan — `http://webpages.charter.net/jamie_5/`
- MSCAN for DOS — `http://mscan.com/`
- JVFax, EZSSTV a další — `http://ftp.funet.fi/pub/ham/fax_sstv/`

8. Radioamatérský provoz

Vysílání SSTV a příbuzný provoz faksimile (FAX), podobně jako další druhy radioamatérských provozů, má svoje pravidla. Pokud už máme stanici vybavenou zařízením na provoz SSTV, jsme dobře obeznámeni s ovládáním programu a máme propojený TRX s počítačem nic nebrání začít se věnovat aktivně provozu.

Ideální je domluvit si první spojení s nějakým zkušenějším kolegou a vyzkoušet cvičné spojení. Dají se tak odhalit problémy jako je špatná konfigurace synchronizačních kmitočtů nebo rušení „lezoucí“ do vysílaného signálu z počítače či jiný podobný problém, který sami nejsme sto objevit. Pro tyto účely můžete také využít kroužek OK stanic, který občas probíhá od 7:00 CET, na kmitočtu 3 736,0 kHz.

Podle doporučeného rozdělení radioamatérských pásem IARU z března 2009 (viz str. 177) jsou pro naši oblast (Region 1) určeny pro přenos obrazu tyto kmitočty:

Pásmo		**Provozní doporučení**
3 735	kHz	střed aktivity
7 165	kHz	střed aktivity (dříve 7 030 –7 040 kHz)
14 230	kHz	střed aktivity
21 340	kHz	střed aktivity
28 680	kHz	střed aktivity
144 500	kHz	volací kmitočet SSTV
432 500	kHz	úzkopásmová SSTV
433 400	kHz	SSTV (FM/AFSK)

Volba postranního pásma SSB je stejná jako u fonického provozu, na pásmech do 10 MHz se používá LSB a na pásmech od 10 MHz výše USB.

Než začneme volat výzvu přesvědčíme se zda jsou kmitočet a jeho nejbližší okolí volné. Provozovat SSTV je doporučeno v úsecích pásem, která jsou vyhrazená i pro fonický a další druhy provozu a bylo by nepříjemné rušit se navzájem. Takže ještě než začneme vysílat optáme se na vybraném kmitočtu: „Is this frequency free for SSTV?“ A opět poslechem pečlivě přesvědčíme, že vybraný kmitočet je opravdu volný. Na některých pásmech, např. 20 metrů je nepříjemné to, že relativně blízké stanice neslyšíme, takže i když se z reproduktorů ozývá jenom šum neznamená to, že na kmitočtu neprobíhá spojení a že naše signály nezpůsobí vzdálenější stanici interferenci. Na všech pásmech jsou doporučeny pouze volací kmitočty pro výzvu (střed aktivity) a stanice by se po navázání kontaktu měly přeladit někde na volný kmitočet v rámci SSB segmentu. Bohužel v praxi se toto příliš nedodržuje, takže situace v přeplněném pásmu 20 metrů je taková, že stanice jsou nalepeny na sebe v okolí kmitočtu 14 230 kHz, vzájemně se ruší a slabší signály DX stanic přebíjí neukáznění Evropané. Pokud na kmitočtu probíhá nějaký provoz odladíme se o ±3 kHz jinam, aby se předešlo možnému vzájemnému rušení. Ideální je si vybírat kmitočty poblíž volacího s 3 kHz odstupem, např. v pásmu 15 metrů:

... 21 334 21 337 **21 340** 21 343 21 346 ...

Zde je největší pravděpodobnost, že narazíme na stanici volající výzvu a na druhou stranu někdo zaslechne naší. Výzvu voláme vysláním obrázku v požadovaném módu, který obsahuje kód CQ. Je dobré CQ a volací znak umístit do spodní části snímku, aby i stanice která se na náš kmitočet naladí později věděla co se děje. Pokud voláte výzvu na volacím kmitočtu, doplňte snímek i o kód QSY (přelaďte se na) kmitočet, kde chcete pokračovat ve spojení.

Odpovídat na výzvu je možné dvěma způsoby. První rozšířený způsob je ten, že po skončení vysílání protistanice začneme odpovídat vysláním snímku a to vždy ve stejném režimu v jakém volaná stanice vysílala výzvu. Samozřejmě se poslechem nejdříve přesvědčíme, že ještě dříve než my nezačala na výzvu odpovídat jiná stanice. Vlastní obrázek doplníme o volací znaky, např. OK1AAA de OK2BBB a rovnou předáme i report RSV, což jsou údaje které musí být během spojení bezchybně předány. Druhý způsob, méně používaný je ten, že stanici zavoláme fonicky a domluvíme se na dalším postupu např. odladění se z volacího kmitočtu.

Dál už záleží jen na volbě operátora jakým, stylem bude navazovat spojení. Je možné buď pracovat pouze SSTV, kdy se veškeré informace předávají spolu s obrázkem ve formě textu nebo používat SSTV jako doplněk fone-provozu, kdy si obě stanice poklábosí a jen tak mezi řečí si vymění pár obrázků. První způsob je častější mezi Evropskými stanicemi, oproti tomu v severní Americe je oblíbenější druhý, kamarádštější, způsob navazování spojení. Provoz SSTV je úzce spjat s fone provozem, a přestože „jedním obrázkem řekneš tisíc slov“ bývá někdy účelnější šáhnout po mikrofonu a domluvit se s protistanicí přímo. Zejména pokud vstupujeme do již probíhajícího spojení nebo kroužku stanic je mnohem lepší zavolat fónicky než začít vysílat obrázek. V době moderního SSTV software a automatické detekce módů je to už celkem zbytečné, ale dříve stanice před vysíláním oznámila fónicky v jakém módu bude vysílat obrázek.



Obrázek 8.1.: SSTV snímky pro inspiraci.

Stupeň	R – čitelnost	S – síla signálu	V – video
1	zcela nečitelné	na hranici slyšitelnosti	totální šum, signál je patrný
2	občas čitelné	velmi slabý signál	velký šum, slabý obraz
3	s obtížemi čitelné	slabý signál	šum, rozeznatelné detaily
4	čitelné	přijatelný signál	nepatrný šum, dobrý obraz
5	dokonale čitelné	téměř dobrý signál	žádný šum, výborný obraz, vynikající detaily
6		dobrý signál	
7		středně silný signál	
8		silný signál	
9		mimořádně silný signál	

Tabulka 8.1.: Význam číselného kódu reportu.

Vysílané obrázky obsahovat prakticky cokoliv, nezapomeňte ale poslat i svůj vlastní snímek nebo fotografii hamshacku, vybavení, snímky stanoviště a jeho okolí a vše ještě můžete doplnit popisným textem. Ideální je, pořídit si video digitizér nebo malou web kameru a vysílat rovnou na živo. Nedoporučuji vysílat snímky, u nichž může během přenosu dojít ke zkreslení např. fraktály nebo stereogramy nebo takové obrázky, které obsahují hodně detailů, které se při analogovém přenosu ztratí. Mějte na paměti, že některé snímky by mohli protistanici uvést do rozpaků.

Přidávaný text do obrázku by měl být psán větším a nějakým dobře čitelným písmem. Zvolte barvu, která je dostatečně kontrastní s místem snímku, kde bude text umístěn, velice dobré je přidat písmenům kontrastní okraj. Uvědomte si, že podmínky příjmu na straně protistanice nejsou vždy ideální a vyluštit špatně čitelný nápis ze zarušeného obrazu je nadlidský úkol.

8.1. Předávání reportu

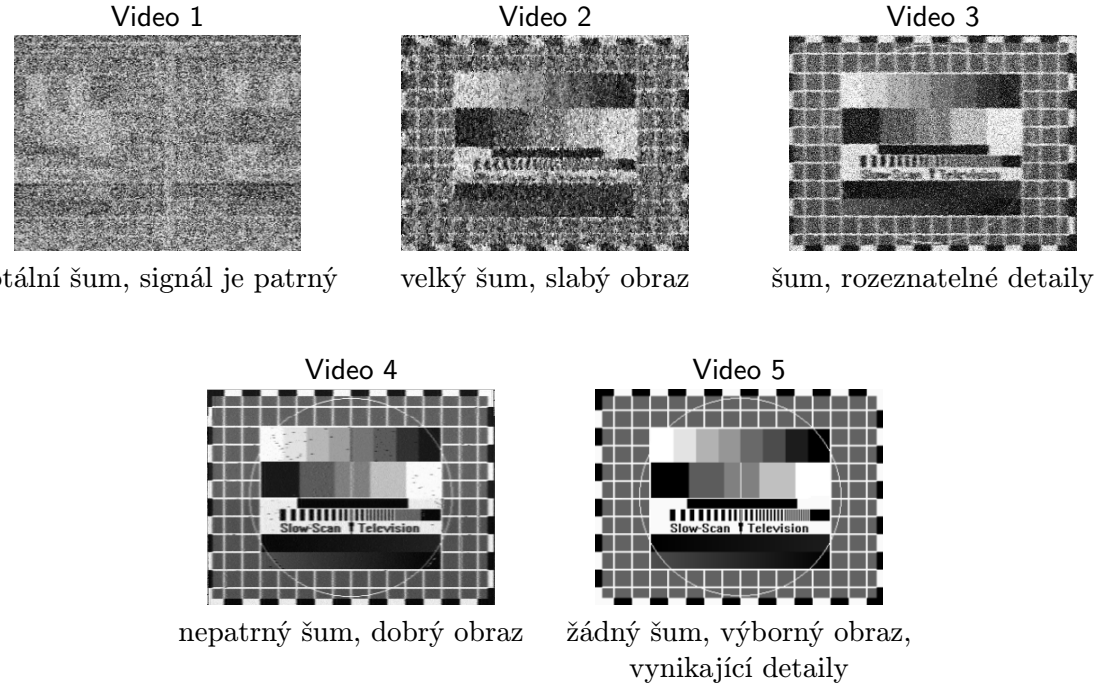
Zpráva o reportu – údaje o čitelnosti, síle signálu a kvalitě obrazu se předávají jako třípísmenný kód RSV – *Readability, Strength, Video*, viz tabulka 8.1.

Readability – čitelnost, ta udává, na kolik je přijímaný signál kvalitní v 5 stupních.

Signal Strength – síla označuje sílu přijímaného signálu v 9 stupních. Pomůckou k určení síly je měřidlo zvané S-metr, které je součástí většiny přijímačů. Absolutní výchylka jeho ručičky však nemá příliš vypovídající charakter, spíše pomocí něj určíme jak se posuzovaný signál jeví v porovnání s jinými signály zrovna se vyskytujícími za aktuálních podmínek na daném pásmu.

Video – kvalita s jakou se snímek podařilo přijmout, kterou posoudíme vizuálně podle 5 stupňů, viz obr. 8.2. Stejný způsob posuzování kvality obrazu se používá i pro amatérskou televizi FSTV.

Zpráva o reportu se dále doplňuje údajem QRN či QRM v případě rušení. Pokud je obrázek hodně sešikmený vinou protistanice, doplňte report údajem SLANT. Zpráva o reportu může být např. RSV 595 při tom nejlepším příjmu.



Obrázek 8.2.: Údaj o zobrazení v reportu.

8.2. SSTV nejen pro amatéry

Kromě radioamatérů si v minulosti našlo SSTV uplatnění i v několika dalších odvětvích, hlavně díky komerčně vyráběným zařízením určeným jak pro amatéry, tak i pro přenos obrazu telefonem.

Asi nejpozoruhodnější aplikací je použití SSTV k monitorování aktivního vulkánu [13]. U.S. Geological Survey instalovali v září 1987 zařízení pro snímání obrazu z kamery a VKV transceiver pro přenos snímků pro pozorování sopečné aktivity na Hoře Svaté Heleny.

V 80. letech bylo SSTV několikrát použito pro dálkové lékařské aplikace, např. pro přenos radiologických snímků telefonními linkami a úzkopásmovým komunikačním kanálem prostřednictvím družice.

Často opakovaným omylem je, že NASA používala stejný systém SSTV jako radioamatéři pro přenosy z vesmíru v misi Apollo, a že i první obrázky z Měsíce byly vysílány pomocí radioamatérské slow-scan TV. Systém pro přenos obrazu, který používala NASA a který její inženýři pojmenovali také *slow-scan TV*, ovšem přenášel obraz rychlostí 10 snímků za sekundu s rozlišením 320 řádků a konverze pro normální televizní vysílání bylo prováděno optickou cestou, kdy televizní kamera snímala obraz SSTV monitoru pro vysílání do miliónů domácností.

Amatérská SSTV se do vesmíru podívala až později, kdy byly vysílány snímky při letech raketoplánu – misích SAREX a také v roce 1998 bylo z vesmírné stanice Mir (str. 89) odesláno několik set obrázků přijimaných radioamatéry po celém světě a podobný projekt je probíhá i na ISS.

8.3. Diplomy a QSL lístky

Hmatatelným potvrzením radioamatérského spojení je QSL lístek a ačkoliv po skončení spojení máte na harddisku uloženo na památku několik přijatých snímků, zůstává posílání QSL lístků tradičním potvrzením navázaného spojení. Také pro získání mnoha diplomů je nutno doložit seznam potvrzených spojení – tedy těch za které jsme získali od protistanice QSL lístek nebo je požadováno zastal QSL lístky rovnou.

Kromě diplomů přímo vydávaný za spojení pomocí SSTV je možno získat i diplomy jako S6S, WAS, WAC, ADXA, CQ DX Award a další s doplňkovou známkou s vyznačením druhu provozu, v našem případě SSTV, navíc možno i ve variantě QRP. Výhradně za oboustranná spojení pomocí televize s pomalým řádkovým rozkladem jsou vydávány následující diplomy.

8.3.1. IVCA DX Achievement Award DXAA

Diplom se uděluje amatérům a posluchačům za oboustranný SSTV kontakt/poslech s 50 zeměmi DXCC, doplňující známky za každých 25 zemí navíc. QSL lístky zasílejte na adresu: *W5ZR, 301 Tampico St., Iberia, LA USA*.

8.3.2. DANISH DX SSTV AWARD

Diplom se uděluje všem amatérům a posluchačům za spojení s 50 různými zeměmi. Seznam QSL potvrzený dvěma amatéry a stvrzený vlastnoručním podpisem plus $8 nebo 10 Euro zasílejte na adresu vydavatele. Seznam musí obsahovat volací znak, datum a čas, pásmo, mód (SSTV) a zem. Akceptovány jsou spojení na všech pásmech povolených k provozu v zemi žadatele, ale nikoliv přes převaděče.

Je možno získat doplňkové nálepky za spojení s 100 zeměmi a 1 stanici OZ se uděluje stříbrná, za 150 zemí a 2 stanice OZ zlatá a za 200 zemí diamantová.

Vydává: *S.K.Mogensen OZ6SM, Rundhoejvej 8, DK 7970 Redsted, Danmark*, email `oz6sm@qrz.dk`.

8.3.3. Russian SSTV Award

Diplom se uděluje za všem amatérům za spojení od 1. 3. 1998 s amatéry ze zemí bývalého Sovětského svazu. Je třeba získat alespoň 75 bodů. Spojení se stanicí ze země bývalého SSSR se hodnotí 3 body, spojení ze členy Moskevského SSTV klubu (MsstvS) 5 bodů. Za spojení se stanicemi R3ATV a R3DIG obdržíte 15 bodů. Žádost o diplom spolu se 100 rubly nebo 10 IRC kupóny zasílejte na adresu: *Sergej Poljakov UA3AGY, ul. Vinokurova d. 22, korp. 2, kv. 4, 117447, Moskva*, email: `ua3agy@mail.ru`.

8.4. Kontesty

Během roku probíhá několik kontestů:

Kontest	Termín
DARC SSTV Contest	3. víkend v březnu
Russian SSTV Contest	2. sobotu v dubnu
NVCG SSTV Contest	2. a 3. víkend v dubnu
Danish SSTV Contest	1. víkend v květnu
DARC HF–FAX–Contest	3. víkend v srpnu
JASTA SSTV Activity	od 1. do 31. srpna
Ukrainian SSTV Contest	1. sobotu v prosinci

8.4.1. DARC SSTV Contest

Probíhá vždy 3. víkend v měsíci březnu, začátek v 12:00 UTC v sobotu a konec v 12:00 UTC v neděli. Závodí se v kategoriích 1 operátor a SWL. Závodí se v pásmech 3,5 až 28 MHz, předává se RSV a číslo spojení začínající 001, každé spojení se hodnotí 1 bodem. Násobiče jsou země WAE/DXCC a distrikty W, VE a JA. Deník je třeba zaslat do 4 týdnů po závodě na adresu: *Werner Ludwig DF5BX, Post Box 1270, D-49110 Georgsmarienshuette, Germany*, email: `df5bx@darc.de`.

8.4.2. Russian SSTV Contest

Probíhá druhou sobotu v měsíci dubnu od 00:00 MSK do 24:00 MSK (UTC = MSK − 3). Pásma: 80, 40, 20, 15, 10, 6, 2 m. Závodí se v několika kategoriích: A. Více operátorů, všechna pásma; B. Jeden operátor, všechna pásma (Ruská); C. Jeden operátor všechna pásma; D. Jeden operátor, jedno pásmo; E. posluchač. Snímek volání výzvy by měl obsahovat text CQ RUSTEST, předává se RSV a číslo spojení od 001. Ruské stanice posílají RSV, zónu a číslo spojení. Bodování je následující: každé spojení 6 bodů, spojení se členem MsstvS plus 2 body, přídavné body za spojení se stanicí z hodnotící listiny MsstvS. Konečné skóre: celkový součet bodů plus přídavné body. Deník se posílá zvlášť za každé pásmo. musí obsahovat pásmo, datum, čas v UTC, volací znak, zprávu odeslanou a přijatou. Stanice s více operátory musí dodat seznam jmen a značek všech operátorů. Deníky posílejte do 24. dubna. Pořadatel: *Russian SSTV Contest Manager, Krenkel CRC of Russia, PO Box 88, Moscow, Russia.*

8.4.3. NVCG SSTV Contest

NVCG kontest pořádá Nishi Nippon Visual Communication Group. Kontest probíhá 2. a 3. víkend v měsíci dubnu, vždy od soboty 00:00 UTC do 24:00 následujícího dne. Bodování: 2 body za QSO se členem NVCG (ti předávají report s „M“ na konci, např. 595M; 1 bod za ostatní spojení. Započítává se vždy jedno spojení se stejnou stanicí bez ohledu na pásmo. Násobičem je celkový počet spojení a počet prefixů (vyjma stejného s vaším). Deníky na adresu *Kiyotada Shimizu, JA6AP, 1-21-5 Hayama Munakata City Fukuoka Pref, ZIP 811-4171.*

8.4.4. Danish SSTV Contest

Probíhá první víkendu v květnu. Pořádá Danish SSTV Group. Pásma: 80, 40, 20, 15, 10, 6, 2 m na kmitočtech podle doporučení IARU pro Region 1. Bodování: 2 body za každé první spojení s novou zemí DXCC; 1 bod za každé spojení a 1 bod bonus za každé spojení s dánskou stanicí. Se stejnou stanicí je možno pracovat na různých pásmech. Stanice na prvních pěti

místech obdrží diplom. Vyhodnocovatel: *Carl Emkjer, Soborghus Park 8, DK 2860 Soborg, Denmark.*

8.4.5. JASTA SSTV Activity

Probíhá od 1. srpna 00:00 UTC do 31. srpna 24:OO UTC. Aktivita probíhá na pásmech od 14 MHz výše. Probíhá ve dvou kategoriích: „J“ – Japonské stanice; „S“ – stanice vysílající z území mimo Japonsko. Předává se RSV a číslo spojení od 001. Za každé QSO se v závislosti na pásmu udělují body, na 14–28 MHz 1 bod, 50–430 MHz 2 body a za 1200 MHz a vyšší 3 body. Násobiče jsou oblasti JA1 až JA0, distrikty DXCC a pracovní dny (max. 10). Prefixy 7K až 7N náleží oblasti JA1. Prvních 20 stanic obdrží tričko JASTA. Deníky zasílejte na adresu *Yoshikazu Tanabe JA3WZT/1, 905-8, Shimotaniganuki, IRUMA, SAITAMA, 358 Japan* spolu se SASE a 1 IRC nebo elektronicky ve formátu CQ WW na email: `ja3wzt@mue.biglobe.ne.jp`.

8.4.6. Ukrainian SSTV Contest

Probíhá první sobotu v prosinci od soboty 12:00 UTC do neděle 12:00 UTC. Pásma 80, 40, 20, 15, a 10 m. Závodí se v několika kategoriích: A. Jeden operátor, všechna pásma; B. Jeden operátor, jedno pásmo; C. Kolektivní stanice; F. posluchači (jako A.). Snímek volání výzvy by měl obsahovat text CQ UKR Contest, předává se RSV a číslo spojení od 001. Ukrajinské stanice navíc posílají dvoupísmenný kód regionu. Boduje se spojení se stanicí z vlastní země 1 bod, ze stejného kontinentu 2 body, s jiného kontinentu 3 body a spojení s ukrajinskou stanicí 10 bodů. Násobičemi jsou země DXCC a WAE, dále ukrajinské regiony za každé pásmo. Výsledky jsou počítány zvlášť pro ukrajinské a cizí stanice. Deníky posílejte v obvyklé formě, zvlášť pro každé pásmo na adresu vydavatele: *UKR SSTV CONTEST, P. O. Box 10, Kerch, 98300 Ukraine.* Důvodem k diskvalifikaci může být následující: porušení pravidel, vysílání neslušných, politicky nebo nábožensky motivovaných snímků a pomáhání si s předáváním zpráv fonicky.

8.5. SSTV opakovače

Všechny SSTV převaděče/opakovače fungují většinou podobně. Ve velké většině se jedná o SSTV stanici s transceiverem a počítačem na kterém běží některý z programů, které dovolují fungovat jako opakovač, který po příjetí snímku jej opět zopakuje.

K otevření převaděče se používá vyslání tónu 1750 Hz, a pokud neprobíhá na kmitočtu SSTV provoz převaděč odpoví –.– (K). Pak máte asi 10 sekund čas k odeslání obrázku, po jeho přijmutí jej převaděč zopakuje ve stejném módu. Převaděče dovolují pracovat ve všech obvyklých módech, ale záleží na použitém software.

Některý méně obvyklý typ funguje i bez použití „nahazovacího“ tónu a využívá toho, že detekuje vertikální synchronizaci.

8.5.1. Převaděč OK0I

Stanoviště: kóta Doubravka – Teplice, JO60WP
Vedoucí operátor: OK1VVM
Vstup: 145 187,5 kHz

Výstup: 145 787,5 kHz
Aktivace: 1750 Hz
Výkon vysílače: 2 W
Nadmořská výška: 390 m

OK0I je klasický FM převaděč s povoleným provozem SSTV a RTTY, převaděč spustíte 1750 Hz tónem. Tyto provozy jsou na převaděči povoleny bez časového omezení a je zablokovaná CW identifikace, aby nedocházelo k rušení.

8.5.2. Opakovače na KV a 50 MHz

Kmit. [kHz]	Volací znak	Stanoviště	Aktivace	Výkon [W]	Poznámka
3 720	F5ZFJ	Haute Saône, JN27UR	obraz		Propojen s opakovačem na 144,525 MHz
14 236	VK3DNH	Rochester			Aktivní 24 hodin.
14 239	VK2ISP	Coogee, New South Wales			Aktivní 24 hodin.
21 349	VK6ET	Brackenridge, asi 20 km severně od Brisbane.		50–100	QRV 22:00-08:00 UTC
28 660	GI4GTY	Lisburn	obraz		
28 688	HB9AC	Eighental, Lucerne JN47CA	1750 Hz		Propojen s opakovačem na 144,825 MHz FM.
28 690	K3ASI	North Carolina	1750 Hz	50	Aktivní 24 hodin. Maják vysílá snímek každých 15-20 minut.
28 700	ON4VRB	Heist o/d Berg	1750 Hz		Propojen s opakovačem na 433,925 MHz.
28 750	ON0DTG	Doornik			
28 900	EA8EE				
50 500	F6IKY	Haute Savois (700 m n. m.)			USB
50 510	OZ6STV	Copenhagen, JO65ER	1750 Hz	60	Maják každých 30 minut.

8.6. Radioamatérské satelity a kosmické vysílání

Pro SSTV provoz je možno využít i lineárních převáděčů umístěných na některé z radioamatérských družic. Amatérské družice obíhají Zeměkouli po eliptických drahách. Lineární převáděč (transponder) provádí retransmisi širšího kmitočtového pásma, obvykle 50 až 250 kHz. Takže satelit pak předává všechny signály (CW, SSB,...) zachycené v tomto pásmu (ne tak jako pozemní FM převáděče umožňující provoz jenom jednomu uživateli).

Pokud provozujete stanici s možností komunikace přes satelit, není problém vyzkoušet navázat SSTV spojení.

Kosmická komunikace, ale skýtá několik problémů. Prvním z nich je *Dopplerův jev*, pojmenovaný po známém rakouském fyzikovi, který se projevuje změnou vlnové délky signálu mezi pozorovatelem a zdrojem z pohybujícího se objektu. V praxi to znamená, že pokud se družice blíží k vašemu stanovišti jeví se vlnová délka kratší a přijímač se musí ladit na vyšším kmitočtu, při vzdalování družice je to přesně opačně.

Další úzkalí skýtá kolísavost signálů vlivem vlastního rotačního pohybu družice, kdy dochází k úniku signálu. Pro tyto účely se používají antény s kruhovou polarizací.

Kmitočtové pásmo	Označení
21–30 MHz	H
144–146 MHz	V
435–438 MHz	U
1,26–1,27 GHz	L
2,40–2,45 GHz	S
5,6 GHz	C
10,4 GHz	X
24 GHz	K

Tabulka 8.3.: Přehled operačních módů satelitů.

Pásma kmitočtů lin. převáděčů jsou uvedeny v tabulce 8.3. Z těchto kmitočtů jsou pak zvoleny operační módy satelitů, ty jsou buď pevně určené uspořádáním konkrétní družice a nebo je volí řídící centrum. Označní operačního módu je např. U/V, první písmeno udává pásmo vzestupné trasy (uplink) 435–438 MHz a druhé pásmo sestupné trasy (downlink). Např. družice Fuji OSCAR 29 (FO-29) pracuje v módu V/U, přesně uplink je v rozsahu 146,000 až 145,900 kHz CW/LSB a downlink 435,800 až 435,900 kHz CW/USB. Všimněte si že převáděč invertuje kmitočet signálů. Jiné družice nesou na palubě i jednokanálový FM převáděč, např. populární AO-27 uplink 145 850 kHz FM a downlink 436 795 kHz FM.

Pro práci přes satelit je nutné přijímat vlastní SSTV signály na sestupné trase. Některé zvukové kartu podporují plně duplexní provoz, takže je možno na počítači zároveň vysílat i přijímat. Vysílání pak probíhá tak, že operátor mění vysílací kmitočet tak, aby se na přijmu jevil kmitočet stále stejný, stačí se řídit např. polohou synchronizačního pulzu na spektroskopu. Tím se kompenzuje vliv Dopplerova jevu.

Vhodnými módy pro přenos obrazu se jeví Martin M2 nebo Scottie S2. RGB kódování barev jak víme zaručuje dobrou kvalitu obrazu i při mírném rozladění. Je výhodné použít módy s nižším rozlišením, kvůli rychlejšímu přenosu.

V současné době jsou pro SSTV provoz vhodné satelity FO-29, VUSat OSCAR 52 (maják 145,936 kHz), AO-51, SO-50, dále FM převáděč na ISS a další.

Životnost družice na oběžné dráze je bohužel omezena, po čase začnou slábnout palubní baterie a jejich dobíjení solárními panely trvá dlouho a řídící centrum vypíná transponder. Aktuální informace jsou dostupné na webových stránkach Amateur Satellite Corporation neboli AMSATu.

AMSAT – Amateur Satellite Corporation:

`http://www.amsat.org`

8.6.1. SSTV ze stanice Mir

Dny orbitální stanice Mir jsou již sečteny, ale pro připomenutí zde popíši zkušenosti s vysíláním SSTV, které zde probíhalo v rámci programu MAREX (*Manned Amateur Radio Experiment*) na přelomu let 1998 a 1999.

Projekt nejdříve předpokládal vysílání na kmitočtu 437,975 MHz, ale kvůly problémům s anteními systémy jsme se museli spokojit pouze s občasným zapínáním na pásmu dvou metrů.

Přenos probíhal na kmitočtu 145,985 MHz FM ±Dopplerův posuv kmitočtu. Na tomto na kmitočtu bývala normálně spuštěna packetová AX.25 BBS s volacím znakem `R0MIR-1`.

Stanice na nízké orbitální dráze nad Evropou proletěla asi 5 krát denně vždy v intervalech přibližně po 1,5 hodině.

Pro vysílání SSTV byl použit mód Robot 36 Color. Snímky byli vysílány v rozmezí 2 minut, takže při ideálních přeletech, trvajících okolo 10 minut bylo možné přijmout až 5 obrázků. Každý obrázek byl ohlášen telegrafickým textem –.././/.–./–––––/––/../.–. `DE R0MIR` a poté byl zahájen přenos obrazu.



Obrázek 8.3.: Slow-scan televizní snímek vyslaný R0MIR.

Zjistil jsem, že dochází k rozladění kmitočtu přibližně ±5 kHz vlivem Dopplerova jevu. Tudíž je během přeletu dobré přeletu proladit přijímač, ideální je pokud má možnost plynulého ladění při FM. Při východu, kdy se k nám družice přibližuje, se vlnová délka zkracuje, je dobré se naladit na vyšší kmitočet 145,990 MHz a při západu, kdy se družice vzdaluje na kmitočet nižší, tedy 145,980 MHz. Některé transceivery jsou vybaveny měřidlem FM diskriminátoru, který umožňuje přesné naladění na nosný kmitočet.

Jako vysílací mód tvůrci projektu zvolili Robot 36 Color, který nepatří mezi módy odolné proti rušení, takže v případě větší odchylky od středního kmitočtu se slabší signál projeví nepříjemným šumem v obraze. Kmitočet AFSK signálu přenášeného FM kanálem se nemění, takže nedochází k chybám barevného kódování jako při SSB modulaci.

Antenní systém mojí stanice, kterou jsem SSTV z Miru přijímal tvořila vertikálně polarizovaná 3 elementová yagi „KRCka“ (pro prozemní převáděče). Tu jsem si předem namířil na azimut, kde byla stanice během přeletu nejblíže k mému QTH. Později jsem zkoušel otáčet rotátorem i během přeletu. Azimut i čas jsem měl předem vypočítaný a nebyl problém zaměřit orbitální stanici i podle síly signálu na S-metru.

8.6.2. MAREX-MG ISS SpaceCam 1

Tento projekt má za cíl umístit na Mezinárodní vesmírne stanici (ISS) zařízení pro provoz SSTV. Vlastně se jedná o počítačový program *SpaceCam 1* (od tvůrcu ChromaPixu) určený pro obyčejné IBM PC, které už na ISS funguje a je navíc vybavené videodigitizérem, dále

modem s DSP a transceiver pro provoz na amatérských pásmech. Zařízení pro SpaceCam 1 bylo na ISS dopraveno v září roku 2005 a na konci července 2006 provedl kosmonaut Pavel Vinogradov, RV3BS první pokusné vysílání na 144,49 MHz FM.

SpaceCam 1 umožňuje provozovat SSTV v několika režimech. Manuální režim umožňuje provozovat SSTV členům posádky. Režim „maják“, kdy bude vysílán obraz učeným módem, dále „slide-show“ během kterého budou vysílány snímky z kamer nainstalovaných na stanici nebo obrázků zaznamenaných v počítači. A poslední režim, pro aktivní radioamatéry nejatraktivnější, režim „opakovač“.

Přestože SpaceCam 1 umožňuje provoz v několika vybraných SSTV systémech byl jako implicitní mód zvolen Robot 36 Color. V slide-show nebo majákovém režimu se předpokládá, že obrázek bude posílán každých 120 sekund. Na začátku se stanice uvede telegrafní identifikací .–./–––––/../.../... `R0ISS` a hned v zápětí bude odvysílán snímek.

Provoz opakovače bude následující. Opakovač se „nahodí“ vysláním tónu 1750 Hz, po jehož přijetí pošle SpaceCam –.– (K) a dá tak najevo, že je připraven přijímat. Po přijetí snímku by měla následovat krátká pauza, CW identifikace a snímek bude odvysílán zpátky na Zem.

Předpokládá se, že ostrý provoz poběží v pásmu 435 – 438 MHz FM.

Další z připravovaných projektů je např. vysílání komprimované digitální televize (H.323) v pásmu 430 MHz, takže co se týče vesmírné obrazové komunikace se máme na co těšit.

> Informace k projektu MAREX:
>
> `http://www.marexmg.org`

8.6.3. Satelit SuitSat

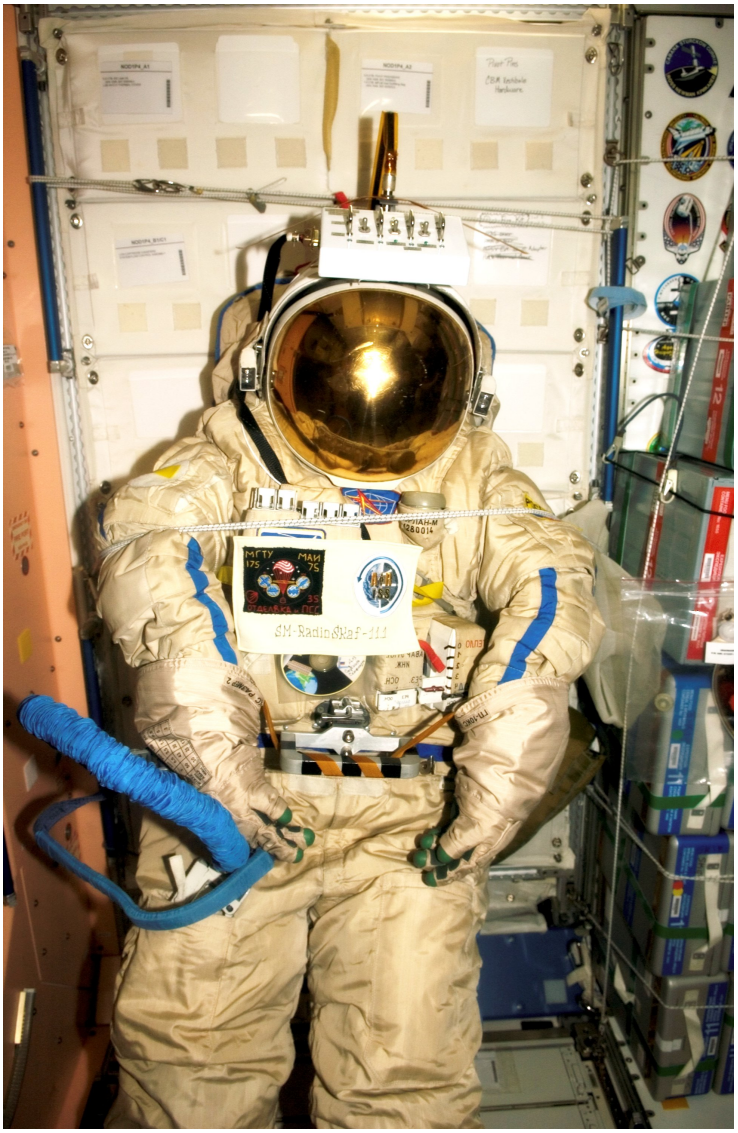
Na začátku roku 2006 (vypuštění původně plánováno asi o 3 měsíce dříve) byl z Mezinárodní vesmírné stanice (ISS) vypuštěn neobvyklý satelit v rámci projektu ARISS (*Amateur Radio on the International Space Station*). Satelit byl pojmenován *SuitSat* (v kódovém označení je to AMSAT-OSCAR-54 [AO-54]), tento název zcela vystihuje provedení satelitu, slovíčko „suit“ znamená oblek, a palubní vybavení je umístěno právě ve vysloužilém skafandru (ruský typ Orlan) používaném pro pohyb v kosmu.

Jako vysílač byl použit transceiver Kenwood TH-K2 naladěný na kmitočtu 145,990 MHz. Napájení bylo realizováno z baterií, a tak předpokládaná životnost byla omezena na několik týdnů.

Satelit měl vysílat naprogramovanou hlasovou zprávu, předem připravený SSTV snímek (v módu Robot 36 Color) a telemetrická data obsahující např. změřené údaje o teplotě a radiaci. Celá vysílací relace trvá přibližně 9 minut.

Bohužel krátce po vypuštění došlo k poruše způsobené zřejmě neblahým vlivem mrazu na palubní baterie, ovšem i tak byl stanicemi po celém světě reportován poslech slabých signálů a útržků vysílané zprávy.

SuitSat AO-54 by měl odstartovat sérii podobných experimentů.



Obrázek 8.4.: SuitSat v konstrukci kosmického skafandru (zdroj NASA, kat. č. ISS012E15666).

9. Úvod do digitální slow-scan TV

Rozvoj počítačů a nové možnosti, které nám dává využití výkonných procesorů a zvukových karet jako modemů vyústil v návrh nových komunikačních módů. Jedním z těchto módů je i digitální slow-scan televize (DSSTV), která umožňuje přenos obrazu bez jakékoliv ztráty kvality.

Pro digitální přenos obrazu máme na výběr ze dvou systémů. Prvním je systém RDFT – *Redundant Data File Transfer*, což je výsledek několikaleté tvůrčí snahy Barry Sandersona, KB9VAK, a skupiny nadšenců z řad radioamatérů.

Druhý systém se nazývá *Digital Radio Mondiale* (DRM). Jedná se o otevřený standard pro digitální vysílání na krátkých vlnách, který vyvinulo DRM Consorcium a byl přijat standardizačními organizacemi ITU, IEC a ETSI. Systém DRM je využíván hlavně rozhlasovými stanicemi na KV a jeho úprava pro radioamatérské využití se nazývá *HamDRM*.

Kromě přenosu obrazu, je možné oba systémy využít i pro přenos libovolných datových souborů (textu, zvuku, programů,...).

Rozdíl mezi analogovou a digitální SSTV je značný. Používají se zcela jiné modulační principy a v podstatě je posílán obrazový soubor v dohodnutém formátu (JPEG, JPEG2000, PNG,...), doplněný o chybové zabezpečení pomocí Reedova-Solomonova kódu.

Výsledkem je, že obraz je přenesen zcela nezkreslený. Také není nijak omezeno použité rozlišení obrazu, vše je totiž v kompetenci přenášeného souboru. Jediné čím jsme omezeni je šířka pásma SSB kanálu a z toho vyplývající maximální přenosová rychlost a doba nutná pro přenos.

Nároky na vybavení amatérské stanice jsou mnohem větší než u klasické SSTV. Hlavní podmínkou je výkonný počítač, tím je myšlena konfigurace s alespoň 1GHz procesorem a 256 MB RAM. Na pomalejších počítačích (např. Pentium 150 MHz) je čas nutný ke kódování a dekódování dat značný a tak čas strávený dekódováním může dosahovat klidně 10 minut.

Také jsou zvýšené nároky na použitý transceiver. Použité modulační techniky se snaží využít co největší šířku SSB kanálu a pokud nemá TRX tento rozsah lineární není možné pomocí digitálního SSTV vůbec komunikovat. Také samozřejmě nesmí být zapnutá žádná dodatečná úprava signálu a modulace (speech processor, ekvalizér,...).

Interfejs je stejný jako pro konvenční přenos SSTV, stačí pouze propojit zvukovou kartu s TRXem. Výstupní úroveň signálu zvukové karty by měla být zhruba v $\frac{1}{3}$ maxima (vypnuto softwarové AGC). Při přemodulování signálu vzniká intermodulace která produkuje nepřiměřeně široký signál a zkreslení a tudíž není možné přenést soubor tak, aby jej byl někdo schopen dekódovat. Se 100W transceiverem dosahují výkonové špičky asi 20–25 W.

9.1. Základy digitální komunikace

Ještě než se pustíme do popisu přenosových systémů podíváme se na některé důležité pojmy z oblasti datových komunikací. To, co nás zajímá především je rychlost jakou je možno informaci přenášet – rozlišujeme mezi rychlostí modulační a přenosovou:

modulační (symbolová) rychlost v_m – vyjadřuje počet změn a nosného signálu za jednotku času (sekundu), a měří se v jednotce Baud (Bd) nebo Symbol za sekundu (S/s). Modulační rychlost ještě neříká nic o tom, jaké množství informace nosný signál přenáší.

$$v_m = 1/a \quad [\mathrm{Bd}]$$

přenosová rychlost v_p – udává objem informace, přenesený za jednotku času. Vyjadřuje se v *bitech za sekundu (bits per second, bit/s)*. Přenosová rychlost naopak neříká nic o tom, jak rychle se mění nosný signál.

$$v_p = v_m \cdot \log_2 m \quad [\mathrm{bit/s}],$$

kde m je počet stavů modulace.

Z předchozích kapitol víme, že důležitou vlastností přenosového kanálu je omezená šířka pásma B. Závislost mezi modulační rychlostí a šířkou pásma udává Nyquistův teorém:

$$v_m = 2 \cdot B.$$

Ideálně by modulační rychlost měla být dvojnásobkem šířky pásma. Po dosazení do vztahu pro přenosovou rychlost dostáváme:

$$v_p = 2 \cdot B \cdot \log_2 m.$$

Podívejme se ještě detailněji na vztah mezi modulační a přenosovou rychlostí, protože tyto dva pojmy se často zaměňují. Např. paket rádio na VKV má přenosovou rychlost 1200 bit/s, použitá modulace je AFSK (Audio Frequency-Shift Keying), tedy klíčování posuvem kmitočtu. Kmitočty nesoucí informaci jsou dva: 2 200 Hz pro značku (log. 1) a 1 200 Hz pro mezeru (log. 0). Víme tedy, že $v_p = 1200\,\mathrm{bit/s}$, $m = 2$, modulační rychlost je tomto případě stejná jako přenosová:

$$v_m = \frac{v_p}{\log_2 m} = \frac{1\,200}{\log_2 2}\,\mathrm{Bd} = 1\,200\,\mathrm{Bd}.$$

Zmíněné paket rádio vychází z doporučení ITU-T V.23 pro telefonní modemy, kde je šířka pásma omezená asi na 4 kHz. Modernější telefonní modemy, ale mají přenosovou rychlost mnohem větší až 56 kbit/s a přitom šířka pásma zůstává 4 kHz. Jak je to možné?

Je to umožněno, díky využití vylešených typů modulací, které mají větší počet modulačních stavů m. Např. modemy podle doporučení V.32 dovolují přenos dat rychlostí až 9 600 bit/s, použitá modulace je *QAM (Quadrature Amplitude Modulation)*, která v případě QAM-16 umožňuje aby jeden symbol vyjadřoval 16 různých stavů. Modulační rychlost je v tomto případě:

$$v_m = \frac{v_p}{\log_2 m} = \frac{9\,600}{\log_2 16}\,\mathrm{Bd} = 2\,400\,\mathrm{Bd}.$$

Dalo by se uvažovat o tom, že díky dokonalejším modulacím a zvyšování stavů můžeme dosáhnout libovolné rychlosti. Bohužel tomu tak není, protože fyzikální limity jsou neúprosné. Maximální přenosovou rychlost C neboli kapacitu kanálu v bit/s vyjadřuje známý *Shannonův*

zákon, který je závislý na šířce pásma B (Hz) a vlastnostech kanálu vyjádřených jako poměr signál/šum S/N (dB):

$$C = B \cdot \log_2 \left(1 + \frac{S}{N}\right).$$

Jak vidíme maximální přenosovou rychlost tedy neovlivňuje použitá technologie, ale šířka pásma B a poměr signál/šum *(signal-to-noise ratio, SNR)*, které není možné měnit. SNR se udává v decibelech a vyjadřuje poměr výkonu signálu k výkonu šumu v rámci právě zpracovávané šířky pásma.

9.2. Chybové zabezpečení a kódování

Pro kontrolu bezchybnosti přenosu se používá chybové zabezpečení. Jednoduše řečeno, k přenášeným datům je přidána informace navíc (*FEC – Forward Error Correction*). Tato informace (kód) se vytváří v závislosti na přenášených datech a na straně přijímače jsme pak schopni určit, zda přenesená data byla doručena v pořádku či nikoliv. Použitý kód, kromě toho, že dovolí odhalit chyby může mít také schopnost do jisté míry opravit chybně přijatou informaci bez nutnosti jejího opakovaného přenosu. Kódů pro zabezpečení existuje celá řada. Např. sudá parita popsaná v kapitole 3.6.2.

Bezpečností kódy mají několik parametrů. Předně je to délka informace k, kterou chceme zakódovat a délka kódového slova n, které pak přenášíme. Rozdíl $r = n - k$ udává délku *redundance*, která nenese žádnou informaci, ale pouze data přidaná pro kontrolu a případně i opravu. Poměr počtu informačních znaků ku počtu všech znaků

$$R = \frac{k}{n} = \frac{n - r}{n}$$

vyjadřuje *informační poměr*. V praxi požadujeme, aby redundance byla co nejmenší.

Schopnost kolik znaků je kód schopen odhalit a opravit je dán *Hammingovou vzdáleností*, ta se určí jako počet odlišných znaků dvou kódových slov a jako parametr nás zajímá minimální Hammingova vzdálenost d všech libovolných kódových slov. Např. Hammingova vzdálenost slov 01**0**100**0** a 01**1**100**1** je 2. Chyby při přenosu způsobují záměnu vyslaného znaku za jiný a Hammingova vzdálenost vyjadřuje, kolik takových záměn může nastat, aby se kódové slovo změnilo na jiné kódové slovo, je tedy výhodné aby měla kódová slova Hammingovu vzdálenost co největší. Takže pokud požadujeme kód, který odhalí právě jeden chybný bit musí být jeho vzdálenost minimálně $d = 2$. Blokový kód s minimální vzdáleností d *odhaluje* všechny t násobné chyby pro $t < d$. Pokud by nastalo tolik chyb, že $t = d$ může vzniknout nové kódové slovo a chyba nemůže být odhalena. Při větším d může být kód schopen chybu nejen odhalit, ale i opravit, pokud k chybně přijatému slovu určíme kódové slovo, které má od něj nejmenší Hammingovu vzdálenost. Blokový kód *opravuje* všechny t násobné chyby pokud

$$t < \frac{d}{2}.$$

Tyto poznatky, lze demonstrovat na jednoduchém případě 2 bitového kódu zabezpečeného sudou paritou. Dvoubitový kód může mít celkem 4 informační slova ke kterým přidáme jeden redundantní bit, tak aby počet log. 1 v kódovém slově byl sudý.

Informační slovo	Parita	Kódové slovo
00	0	000
01	1	011
10	1	101
11	0	110

Výsledná kódová slova mají 3 bity, ze kterých je možno sestavit $2^3 = 8$ různých bitových slov (tučně označená jsou kódová slova):

000	001	010	**011**
100	**101**	**110**	111

Minimální vzdálenost d našeho kódu je rovna 2, tedy kód je schopen odhalit právě jednu chybu. Když se vyšle slovo 011 a přijmeme 010 určitě víme, že došlo k chybě. Pokud nastanou dvě chyby a 011 se změní na 000, potom vzniká slovo, které patří do množiny kódových slov a chyba není odhalena.

V následujících odstavcích si uvedeme některá používaná bezpečnostní kódování.

9.2.1. Cyklický kód

Často používaným kódem je *CRC* (*Cyclic Redundancy Check*). Jedná se o *systematický kód*, to znamená, že k bloku přenášených dat se připojí navíc zabezpečující informace nazývaná *kontrolní součet (checksum)* a pomocí jeho hodnoty se pak určí zda data byla přenesena v pořádku nebo s chybou.

Výpočet CRC se provádí tak, že blok nebo úsek dat se uloží do paměti, tato k-bitová sekvence je reprezentovaná jako polynom $G(x)$. Tento polynom je v aritmetice modulo 2 vydělen předem známým generovacím polynomem $P(x)$, čímž se získá podíl $Q(x)$ a zbytek po dělení $R(x)$. Zbytek $R(x)$ se připojí k přenášeným datům a ty se odvysílají. Na straně přijímače se opět přenesená data (polynom) vydělí $P(x)$ a porovná se nově získaný zbytek $G'(x)$ s přeneseným $G(x)$. Pokud jsou obě hodnoty stejné přenos proběhl bez chyby, pokud ne je alespoň jeden bit přenesen chybně.

9.2.2. Hammingův kód

V oblasti datových komunikací (např. pro televizní teletext) je někdy využíván *Hammingův kód*, který dokáže odhalit až dvě chyby, v případě jedné chyby je schopen zjistit na jakém místě kódového slova nastala a chybně přijatý bit opravit. Zjednodušeně řečeno, využívá pro svoje účely sudou paritu. Přičemž paritní bity jsou ve výsledném kódovém slově umístěny na pozicích, jejichž pořadové číslo je rovné mocnině 2 (1., 2., 4., 8.,...). Podle pozice kontrolního bitu je pak zvolena jistá sekvence informačního slova, která slouží k určení hodnoty kontrolního bitu.

9.2.3. Reedův-Solomonův kód

Hammingův kód dobře pracuje v podmínkách, kde chyby vznikají náhodně a jejich výskyt je malý (např. u paměti počítače, kde se může objevit 1 chybný bit na 100 milionů). Ovšem

v případě, že porucha způsobí, že větší množství sousedních bitů je poškozeno *(burst error)* je tento kód nepoužitelný. V oblasti radiového přenosu, kde je signál často ovlivněn atmosférickými poruchami, úniky a rušením se chyby vyskytují v shlucích, to znamená, že v blízkosti chybného znaku se vyskytují další chybné znaky. Pro opravy shlukových chyb je použitým zabezpečením *Reedův-Solomonův kód* (RS).

RS kódy patří vůbec k nejpoužívanějších kódům pro zabezpečení a opravu chyb. Vyznačují se tím, že mají největší možnou minimální vzdálenost a oproti předchozím kódům neopravují jednotlivé bity, ale celé symboly. Své uplatnění si našel v množství aplikací, používá jej NASA pro kosmickou komunikaci, jsou jím zabezpečená data na CD-ROM a DVD a je využit i pro přenos pozemní HDTV či v modemech pro sítě kabelové televize.

Podobně jako v případě CRC je RS kód je systematický. K jeho generování se používají algebraické výpočty prováděné nad *Galoisovým tělesem (Galois field)*.

Parametry RS(n, k) jsou definovány následovně:

- s je počet bitů zahrnutý v jednom informačním znaku (symbolu),
- k je počet s-bitových symbolů v datovém bloku,
- n je počet bitů kódového slova.

RS(n, k) je schopen opravit $\frac{n-k}{2}$ chyb v k informačních symbolech. Často používaným RS kódem je $(255, 223)$, tento kód používá 223 8-bitových symbolů pro vytvoření 255 symbolového kódového slova, 32 symbolů je určeno pro opravu chyb. RS$(255, 223)$ je schopen opravit až 16 chybných 8-bitových symbolů.

9.3. Komprese dat

Obraz o rozlišení 320×240 s barevnou hloubkou 16 mil. barev (256^3) potřebuje pro své zaznamenání bez komprese soubor o velikosti 230 400 Bytů (320×240×3). Takový soubor by se pak pomocí RDFT při rychlosti 92 bytů za sekundu, přenášel 41 minut! Taková doba je ve srovnání s analogovou SSTV přímo hrůzostrašná. Proto je nutno velikost souboru zredukovat a snížit tak dobu nutnou k přenosu.

V takových případech, kdy je omezená datová propustnost přenosových cest nebo kapacita úložných a paměťových médií se v hojné míře využívá *datová komprese*.

Pojmem komprese se rozumí proces, kdy se fyzická velikost bloku dat zredukuje na určitou úroveň. Vstupní data jsou pomocí kompresních algoritmů zkomprimována a poté uložena na médium nebo přenesena po komunikačním kanále. Při opětovném načtení z média nebo po ukončení přenosu je provedena dekomprese a data jsou převedena do své původní podoby.

Jedním z důležitých parametrů kompresních algoritmů, je *ztrátovost* komprese. Zatímco u programů nebo textů vyžadujeme, aby data byla přenesena naprosto bezchybně, u obrazů, zvuku či animací se můžeme spokojit s vynecháním určitých detailů, potom mluvíme o ztrátové kompresní metodě.

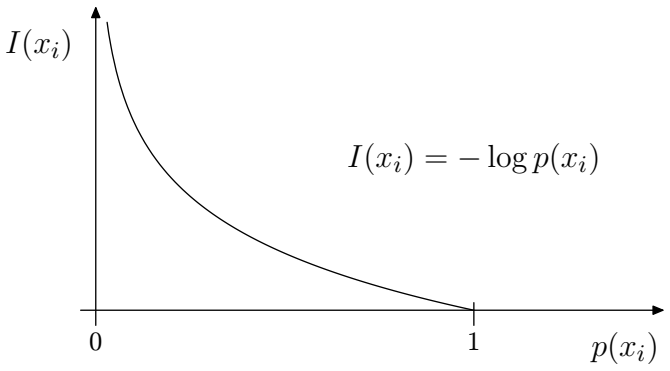
9.3.1. Informační entropie

Když se Claude. E. Shannon ve 40. letech zabýval matematikou aplikovanou na teorii komunikace, začal definicí toho, jaká je informační hodnota obsahu zprávy. Zpráva, která se opakuje často má menší informační hodnotu, než zpráva, která se vyskytuje ojediněle. Je zřejmé, že

často se opakující zpráva má větší pravděpodobnost výskytu než ta ojedinělá. V matematice pravděpodobnost představují reálná čísla v rozsahu od nuly, pro zcela nepravděpodobné jevy, do jedné pro ty jevy, které se vyskytují zcela jistě. Shannon definoval pro zprávu x_i množství informace $I(x_i)$ pomocí pravděpodobnosti jejího výskytu $p(x_i)$ takto:

$$I(x_i) = -\log_2 p(x_i).$$

Průběh funkce záporného logaritmu je obr. 9.1 – čím ze obsah zprávy méně pravděpodobný, tím je její informační hodnota vyšší.



Obrázek 9.1.: Závislost množství informace $I(x_i)$ na pravděpodobnosti obsahu $p(x_i)$.

Informační entropie H zdroje S je definována jako *střední hodnota míry informace* $I(x_i)$:

$$H = \sum_{i=1}^{N} p(x_i) I(x_i) = -\sum_{i=1}^{N} p(x_i) \log_2 p(x_i) \qquad [\text{bit}]$$

Nyní si význam entropie ukážeme na příkladu. Potřebujeme přenášet zprávy $a_1, a_2, \ldots a_8$, pravděpodobnost výskytu každé zprávy je stejná $p_i = 1/8 = 0{,}125$. Entropie zdroje je

$$H = -\sum_{i=1}^{8} p(a_i) \log_2 p(x_i) = -\left(8 \cdot \frac{1}{8} \log_2 \frac{1}{8}\right) = 3\,\text{bity}.$$

Zjištěná entropie určuje jak může být obsah zprávy zakódován pro datový přenos. Bitová délka takové zprávy v bitech je pak větší nebo rovna entropii, bez toho aby došlo ke ztrátě informace. Vidíme tedy, že zprávy můžeme bitově zakódovat jako slova délky 3: 000, 001, 010,... Maximální entropie je dosažena tehdy, když pravděpodobnost výskytu všech zpráv je stejná.

Často se ovšem zprávy vyskytují s různou pravděpodobností. Potřebujeme přenášet zprávy $a_1, a_2, \ldots a_7$. Pravděpodobnost výskytu jednotlivých zpráv je $p(a_1) = 0{,}353$, $p(a_2) = 0{,}235$, $p(a_3, a_4) = 0{,}118$ a $p(a_5, a_6, a_7) = 0{,}059$. Navíc je jejich počet o jednu nižší než v minulém případě. Entropie zdroje je

$$
\begin{aligned}
H &= -\sum_{i=1}^{7} p(a_i)\log_2 p(a_i) = \\
&= -(0{,}353\cdot(-1{,}502) + 0{,}235\cdot(-2{,}089) + 0,118\cdot 2\cdot(-3{,}083) + 0,059\cdot 3\cdot(-4{,}083))\,\text{bitů} \\
H &\approx 2{,}469\,\text{bitů}
\end{aligned}
$$

Vidíme, že entropie zdroje je nižší a protože datové bity už nejsou dále dělitelné je nutné zprávy opět zakódovat na slova délky 3. Ovšem tušíme, že takové zakódování už není optimální. Nabízí se myšlenka častěji se vyskytující zprávy zakódovat slovem kratší délky a s tím s dobře poradil Shannonův žákův David A. Huffman.

9.3.2. Huffmanův kód

Konstrukci Huffmanova kódu si můžeme ukázat na příkladě. Zpráva, kterou s jeho pomocí zakódujeme bude třeba tato:

`JELENJETELEMLETĚL`

Tato zpráva obsahující 7 symbolů (E, L, J, T, M, N, Ě) s pravděpodobností jednolivých symbolů zjistěných v předchozí části, může být vyjádřena pomocí kódových slov délky 3. Její délka je pak $3 \cdot 17 = 51$ bitů.

Při Huffmanově kódování se bude postupovat tak, že se nejprve zjistí zastoupení jednotlivých znaků a pravděpodobnost jejich výskytu:

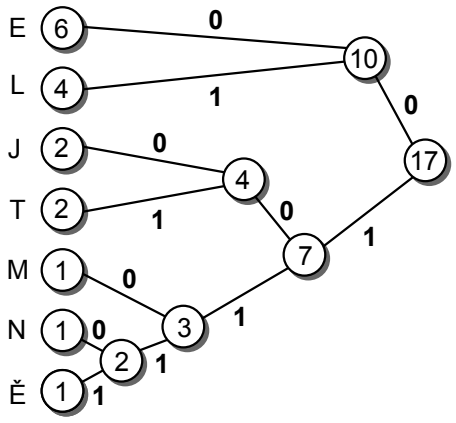
Znak	E	L	J	T	M	N	Ě
Výskyt	6×	4×	2×	2×	1×	1×	1×
Pravd.	0,353	0,235	0,118	0,118	0,059	0,059	0,059

Ke konstrukci se používá binárního stromu, což je datová struktura často používaná v programování. Znaky se seřadí podle četností, každý z nich tvoří list stromu, jehož váha je vyjádřena četností. V prvním kroku se spojí dva listy s nejnižší četností, v našem případě N a Ě a vzniká uzel, jehož váha je rovna součtu vah N a Ě. V dalším kroku se opět spojí listy nebo uzly s nejnižší četností a takto se postupuje dokud zůstane pouze jediný uzel (kořen bin. stromu). V takto zkonstruovaném stromě se nyní pokračuje od kořene směrem dolů a každé hraně se přidělí 0 nebo 1, podle toho jestli vede nahoru nebo dolu v grafové terminologii do levého nebo pravého podstromu. Vzniklý strom s ohodnocenými hranami je na obr. 9.2. K zjištění kódu jednotlivých znaků pak už stačí jenom projít všechny cesty od kořene směrem k listům. Cesta jdoucí po hranách 0, 0 končí v E, cesta jdoucí po 1, 1, 1, 0 končí v N.

Vidíme, že často zastoupené znaky s velkou pravděpodobností výskytu mají kratší kódy než znaky zastoupené ojediněle. Naše zpráva po zakódování vypadá následovně:

`1000001001110010010111110110000101000100110`

Zprávu se díky Huffmanově kódování podařilo zredukovat z původních 51 bitů na 43. Při dekódování využijeme opět strom na obr. 9.2. Začneme v kořenu a postupujeme po hranách 1, 0, 0, dokud nenarazíme na list, zde na znak J, vrátíme se zpět do kořenu a pokračujeme po hranách 0, 0 a zase narážíme na list, tentokrát E. A tímto způsobem se postupuje dokud



Znak	Kód
E	00
L	01
J	100
T	101
M	110
N	1110
Ě	1111

Obrázek 9.2.: Konstrukce Huffmanova kódování.

není celá zpráva dekódována. Protože Huffmanův kód patří k jednoznačně dekódovatelným *prexifovým* kódům, které se vyznačují tím, že žádné kódové slovo není předponou (prefixem) jiného kódového slova, není možné se splést.

Další kompresní algoritmy využívají slovníkové metody. Tyto metody jsou založené na skutečnosti, že některá slova se ve vstupním souboru vyskytují častěji. Opakující se slova jsou ukládána do slovníku. Ve výstupním souboru jsou tato slova nahrazena jim odpovídajícím kódovým slovům. Mezi zástupce tohoto typu komprese patři *LZW (Lempel-Ziv-Welch)* použitá v např. pakovacích programech ZIP nebo v grafickém formátu GIF nebo jedné z variant formátu TIFF.

9.3.3. Bezeztrátová komprese

Mnoho aplikací pro svoje potřeby vyžaduje, aby data nebyla kompresí nijak znehodnocena, třeba v případě binárních programů a dat. V oblasti počítačové grafiky a ukládání obrazu má bezeztrátová komprese také své opodstatnění. Použití ztrátové komprese se hodí na „přírodní obrazy“ a fotografie, ovšem při jejím použití na počítačem generované obrazy, jako jsou např. schemata a grafy, dochází na ostrých barevných přechodech a hranách k značnému znehodnocení, které je i při malém kompresním poměru velice patrné, jak si ukážeme v části 9.3.4.

Pro bezztrátovou kompresi bylo vyvinuto velké množství algoritmů. Mezi ty jednodušší patří třeba *Run Length Encoding (RLE)*. Tento algoritmus spočívá v tom, že opakující se byty jsou zaznamenány jako hodnota a jejich počet. Např. `AB AB AB CD EF EF EF EF EF` se uloží jako `03 AB 01 CD 05 EF`, místo 9 bytů se tak musí přenést jenom 6.

Další typy kompresních algoritmů jsou založeny na statistických metodách. Před samotnou kompresí nebo v jejím průběhu si algoritmus zjistí poměrné zastoupení jednotlivých elementů souboru a ty které se opakují nejčastěji jsou vyjádřeny krátkým kódovým slovem, ty které méně často delším. K takovým algoritmům patří třeba Huffmanovo kódování. Také Morseova abeceda patří k takovým kódům, často opakujícím se znakům jako je E (.), A (.–), I (..) jsou přiřazeny kratší kódy a těm méně častým, třeba H (....), J (.–––), F (..–.) kódy delší.

Portable Network Graphics

Vhodným grafickým formátem s bezeztrátovou kompresí je PNG – *Portable Network Graphics*. Formát PNG vznikl jako náhrada za zastaralý GIF. PNG na rozdíl od GIFu není omezen na paletu 256 barev. Dále umožňuje nastavit plynulou úroveň průhlednosti (tzv. alfa-kanál) oproti GIFu, který má možnost zvolit pouze dvě úrovně (průhlednost ano nebo ne). Pokud chceme uložit obrázek bezeztrátově je PNG právě tím vhodným formátem k použiti.

Kompresní algoritmus použitý v PNG se nazývá *deflate*, tato metoda je navíc vylepšena o to, že obrazové řádky se nejdříve zpracují filtrem, který se snaží najít podobné pixelu v okolí každého zpracovávaného pixelu, díky tomu se ve zpracovaných datech objeví velké množství dat s nulovou hodnotou a nebo hodnotou blízkou nule a tím se zvýší pravděpodobnost, že komprimační algoritmus v datech objeví delší shodné úseky a zmenší tak výslednou délku souboru.

9.3.4. Ztrátová komprese

Princip ztrátové komprese využívá toho, že vyhodnocovací zařízení, v případě obrazu lidské oko, není schopno některé informace zpracovat, takže vlastně by bylo možné určitou část informace navíc vypustit.

Hojně používaná metoda pro ztrátovou kompresi obrazů je formát *JPEG* (*Joint Photographic Experts Group*). JPEG je standard vytvořený organizacemi ISO a ITU, uvedený v roce 1992 (později vylepšený v 1997). Novější zdokonalený formát *JPEG2000* vyvíjený výborem JPEG od roku 1995 byl uveden v prosinci 2000 a ještě dále upraven v roce 2003, ale zatím se ve srovnání se svým předchůdcem tolik nerozšířil.

Kompresní formát JPEG

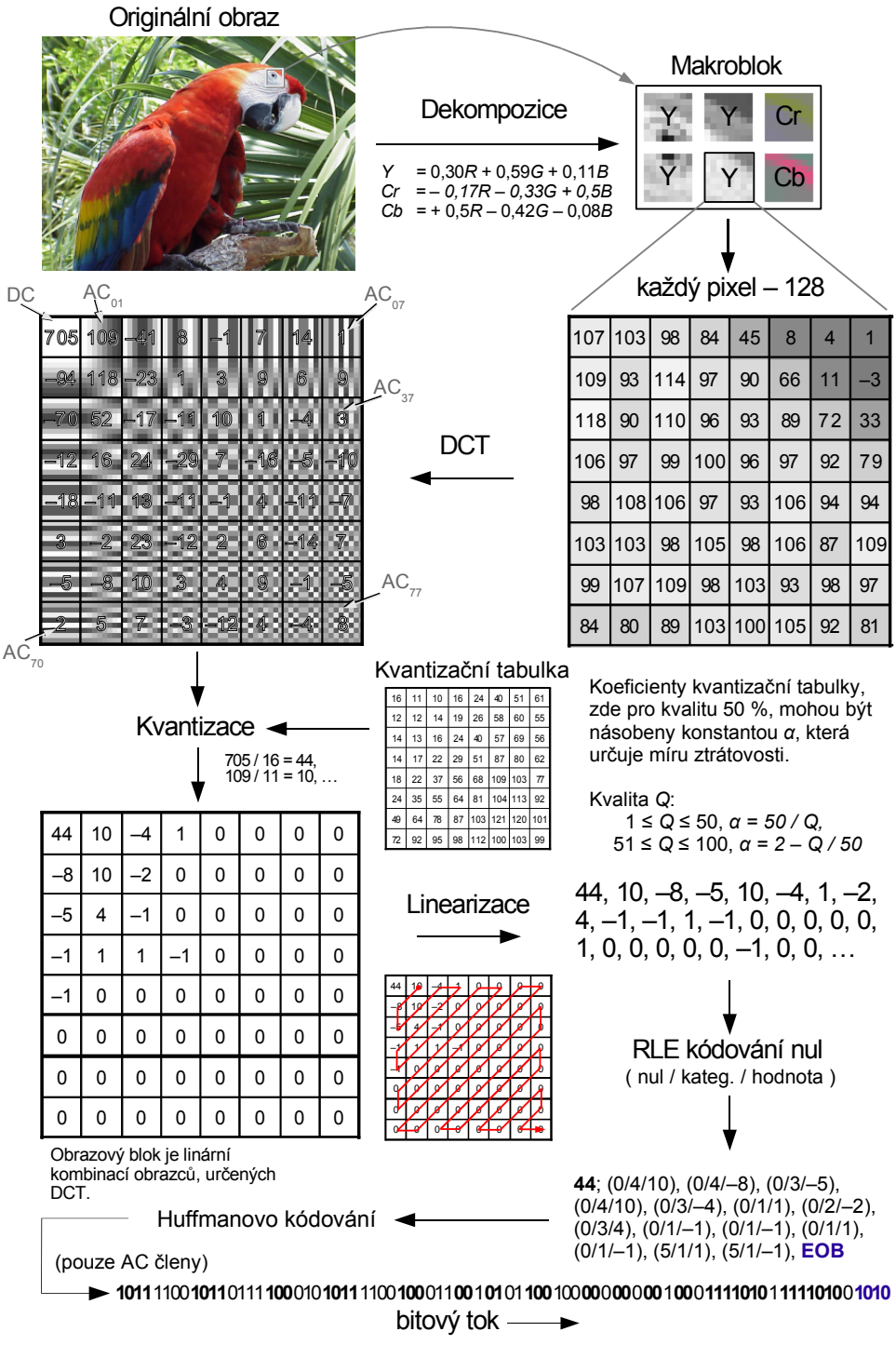
JPEG ve své podstatě neukládá obrazová data v barevném kódování RGB, ale používá YCrCb, viz kapitola 3.5.2. Je využito toho, že lidské oko vnímá jas a barvy s různou citlivostí. Uložení barev YCrCb, nejčastěji v poměru $4:2:0$, sice zredukuje velikost souboru, ale samo o sobě ještě nestačí. Obraz je dále transformován, což je schématicky nakresleno na obr. 9.3 a popsáno dále, případně lit. [50].

Nejdříve se rozdělí na čtvercové bloky o rozměrech 8×8 bodů (pixelů) a těchto 64 bodů je pak převedeno z prostorové oblasti $(x,\ y)$ na frekvenční oblast $(i,\ j)$ za pomocí diskrétní kosinové transformace (DCT). Jen pro úplnost, následovně:

$$\mathrm{DCT}(i,j) = \frac{1}{4}\,\mathrm{C}(i)\cdot\mathrm{C}(j)\sum_{x=0}^{7}\sum_{y=0}^{7}\mathrm{pixel}(x,y)\cdot\cos\left[\frac{(2x+1)i\pi}{16}\right]\cdot\cos\left[\frac{(2y+1)j\pi}{16}\right],$$

$$\text{kde } \mathrm{C}(a) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}} & \text{pro } a = 0; \\ 1 & \text{v ostatních případech.} \end{cases}$$

Na první pozici $i = 0$, $j = 0$ se pak ukládá tzv. *DC člen*, ten představuje *stejnosměrnou složku* harmonického rozkladu a obsahuje průměr všech 64 hodnot z bloku. Na ostatních pozicích jsou pak *AC členy* neboli střídavá složka a jejich hodnotu ovlivňuje odchylka jednotlivých bodů od DC členu. Zjednodušeně řečeno, DCT se snaží blok 8×8 „napasovat“ jako lineární kombinaci obrazců daných předchozím vzorcem.



Obrázek 9.3.: JPEG komprese pro jeden jasový blok 8×8.

Nyní následuje krok nejvíce ovlivní výsledné vnímání obrazu a stupeň ztrátovosti komprese, provede se kvantizace jednotlivých členů pomocí předem definované luminanční kvantizační tabulky (chrominanční složka má předdefinovanou jinou). Člen v bloku na pozici 00 se vydělí členem kv. tabulky na pozici 00 a celá část čísla se uloží na pozici 00, pokračuje 01/01, 02/02,... až se postupně vydělí každý bod jemu odpovídajícím koeficientem. Výsledkem této části procesu je čtvercová matice, kde je nejvíc informace uloženo v levém horním rohu a v okolí pravého dolního rohu bývají už jen samé nuly.

Tato matice je linearizovaná na posloupnost. Díky „cik-cak“ přečtení se nenulové členy dostanou na první pozice a zbytek vyplní nepotřebné nuly.

Posloupnost je potom rozčleněna do kategorií, na prvním místě stojí DC člen a pak pokračují ostatní hodnoty pro které se určí: (počet předchozích nul / kategorie / vlastní hodnota). Tím se nadbytečnost nul omezí RLE kódováním, od určitého místa už jsou zastoupeny jenom samé nuly, které se všechny vynechají a nahradí značkou EOB (end of block). DC členy, jasové i chrominanční členy mají každý své kódování.

Pro jasové AC členy, je potom 0 kategorie 0, pro ostatní celočíselné hodnoty číslo kategorie odpovídá bitové délce hodnoty. Pro nejčastěji zastoupené AC hodnoty $\{-1, +1\}$ je to 1, tyto dvě hodnoty stačí vyjádřit 0 nebo 1, pro $\{-3, -2, +2, +3\}$ délka 2, což je vyjádřeno jako $\{00, 01, 10, 11\}$, pro $\{-7, \ldots, -4, +4, \ldots, +7\}$ délka 3, atd. Výsledný kód pak závisí na počtu předcházejících nul a bitové délce, takže 0/1 (žádná nula/délka 1) má 00, 0/2 01, 0/3 100, 1/1 (1 nula/délka 1) 100, 5/1 1111010, atd. Výsledek Huffmanova kódování pro jeden blok obrazu je vidět na obr. 9.3.

Jako uživatelé máme možnost ovlivnit jak velký stupeň komprese se při ukládání souboru použije. Snížení kvality na 75 % je většinou ještě nepozorovatelné a přitom kompresní poměr může být 20 : 1 až 25 : 1. Možnosti formátu JPEG pro uložení snímku s rozlišením 256×192 jsou na obr. 9.4. Pří snížení kvality na méně než 50 % už začíná být patrné zkreslení obrazu, hlavně v oblastech ostrých barevných přechodů.

Ztrátová komprese JPEG se bohužel nehodí k uchování všech obrazů, na „přírodní“ snímky funguje dobře, ale na počítačem generované obrazy jako jsou schemata, 3D obrazy a další, ve kterých jsou často zastoupeny ostré barevné přechody se nehodí. Ukázka nevhodně zvolené komprese je na obr. 9.6. Velikost porovnávaných souborů je téměř shodná. Zatímco u bezztrátového formátu PNG nemůžeme vidět žádné zkreslení, na pravém obrázku uloženém v JPEG s kompresí nastavenou tak, aby se velikost souboru co nejvíc blížila tomu na levo, vidíme že použitá transformace si nedokáže poradit s ostrými hranami a v jejich okolí je patrné zřetelné zkreslení.

Další uživatelská volba je uložení pomocí *progresivního kódování*. V tomto módu se nejdříve přenášejí DC členy, potom postupně první AC člen všech bloků, poté druhý AC člen, atd. Díky tomu se nejdříve přenese a zobrazí jen velice hrubý náhled, ale s nově přijatými daty přibývají detaily a zlepšuje se zobrazení, což je velice výhodné při pomalém přenosu pomocí DSSTV.

JPEG2000

Ve srovnání s původním standardem JPEG obsahuje JPEG2000 množství vylepšení. Využité matematické metody jsou mnohem sofistikovanější. Není použitá DCT, ale používá se *diskrétní vlnková transformace* (*discrete wavelet transformation* [DWT]). Vlnková transformace je jednou z forem časově-frekvenčního popisu signálu a co se týče matematiky, je mnohem složitější než DCT. K transformaci se místo sinusovek a kosinusovek používají definované



Kvalita 75%
15 970 B



Kvalita 40%
9 564 B



Kvalita 10%
4 277 B



Kvalita 3%
2 474 B

Obrázek 9.4.: Velikost souboru v závislosti na stupni JPEG komprese.



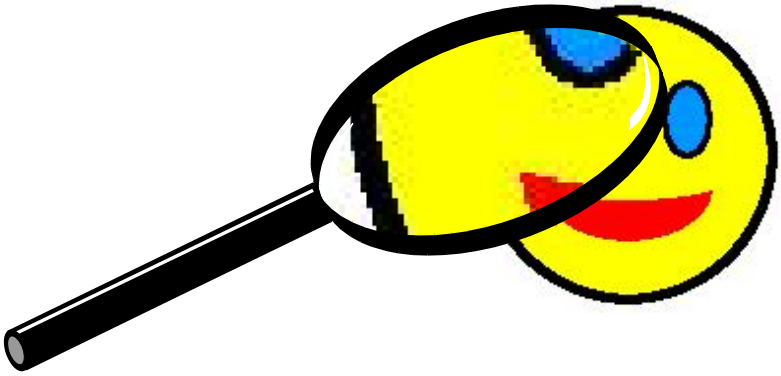
Obrázek 9.5.: Detail obrazu uloženého v 10% kvalitě.



PNG, 1 016 Bytů



JPEG 1 % kvalita, 1 378 Bytů



Detail obrazu uloženého v 75% kvalitě.

Obrázek 9.6.: Ukázka nevhodného použití ztrátové komprese

funkce ve tvaru vlnky.

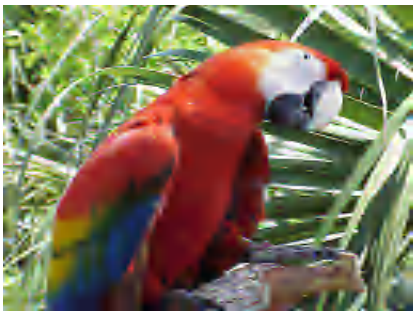
Díky nové transformační metodě je kompresní poměr zvýšen zhruba o 20 až 30 %. Také jsou mnohem lépe zpracovány obrazy s ostrými barevnými přechody.

My, jako uživatelé, asi nejvíce doceníme lepší kompresní poměr a také vyšší kvalitu obrazu při použití této ztrátové komprese. DCT u formátu JPEG vyžaduje rozdělení obrazu na malé bloky, zatímco JPEG2000 pracuje s obrazem jako celkem. Pro uložení barev se používá kódování RGB. A uživatel má ještě navíc možnost zvolit tzv. „zájmové oblasti“, to jsou místa obrazu, kde je požadováno nastavit menší či větší kompresní poměr. Pro využití v DSSTV je výhodná odolnost vůči chybám datového toku, v případě chybného přenosu se jenom malá část obrazu zobrazí špatně, ostatní dobře přenesené úseky touto chybou nejsou ovlivněny. U staršího JPEGu se může část obrazu následující za chybou datového toku úplně znehodnotit.

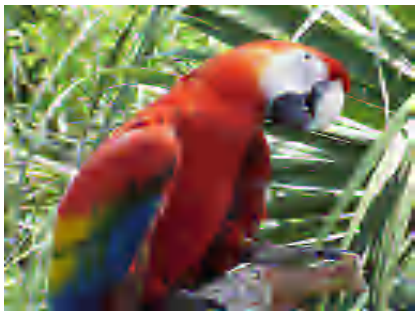
Podobně jako starý JPEG i nový formát má možnost progresivního kódování a zobrazování, díky tomu je možno sledovat snímek už během několika prvních přenesených datových bloků, což je velice výhodné pro pomalý přenos DSSTV. Jak vypadají fáze postupného zobrazování je vidět na obr. 9.8.



Poměr 10 : 1
14 628 B



Poměr 20 : 1
7 310 B



Poměr 29 : 1
4 779 B



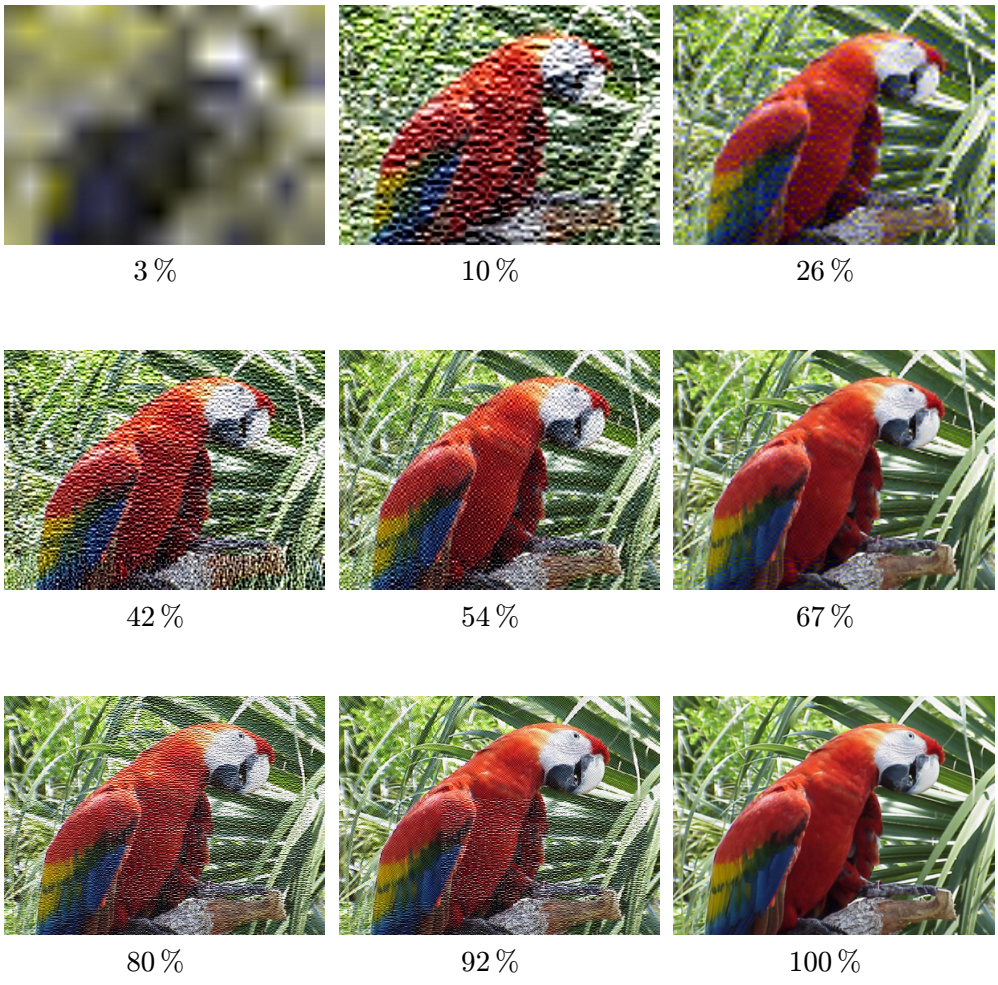
Poměr 50 : 1
2 909 B

Obrázek 9.7.: Velikost souboru v závislosti na kompresním poměru JPEG2000.

Ztrátová versus bezztrátová komprese pro obrazy — závěr

Z části o JPEGu už víme, že ztrátová komprese není vhodná pro všechny typy obrazů. Grafy, schémata a další obrázky vyznačující se ostrými barevnými přechody ztrátovost výrazně poznamená, viz 9.6. A ani přes výrazné zhoršení kvality nebývá zisk při zmenšení velikosti souborů tolik výrazný. Tabulka 9.1 obsahuje srovnání velikosti souborů v různých formátech. Jako vstupní soubor byl použit „usměvavý ksichtík“ z obr. 9.6 uložený v rozlišení 256×192 v 16 barvách.

Dokonce i relativně hloupý typ bezztrátové komprese RLE, ovšem zachovávající 100% kvalitu poráží JPEG. Je na volbě uživatele jak se vypořádat se správnou volbou formátu a výběrem vhodného kompromisu mezi rozlišením, počtem barev a kvalitou obrazu.



Obrázek 9.8.: Progresivní zobrazení JPEG2000 snímku v závislosti na množství přenesených dat, originál v rozlišení 400×298.

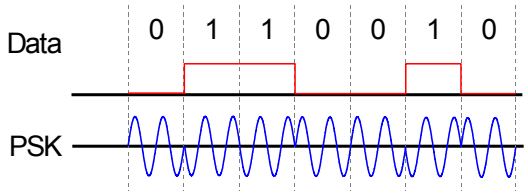
Formát	**Kvalita**	**Velikost**
Windows Bitmap	100 %	24 654 B
JPEG	100 %	17 740 B
JPEG	75 %	7 300 B
JPEG	50 %	5 298 B
TIFF, komprese PackBits	100 %	4 352 B
Windows Bitmap RLE	100 %	3 984 B
TIFF, komprese LZW	100 %	3 850 B
JPEG	25 %	3 766 B
GIF	100 %	1 569 B
JPEG	1 %	1 378 B
Portable Network Graphics	100 %	1 111 B

Tabulka 9.1.: Porovnání velikosti souborů v různých formátech a nastaveních.

10. Přenosové systémy DSSTV

10.1. Reduntant Data File Transfer

Tento druh přenosu využívá modulaci PSK (*phase shift keying*) – klíčování fázovým posuvem. Nejjednodušší způsob takovéto modulace, pak nízkofrekvenční subnosnou vlnu moduluje mezi dva fázové stavy (BPSK – *biphase shift keying*), přičemž tyto stavy odpovídající logickým úrovním nula a jedna. Toto je využito například pro digitální dálnopisný mód PSK31.



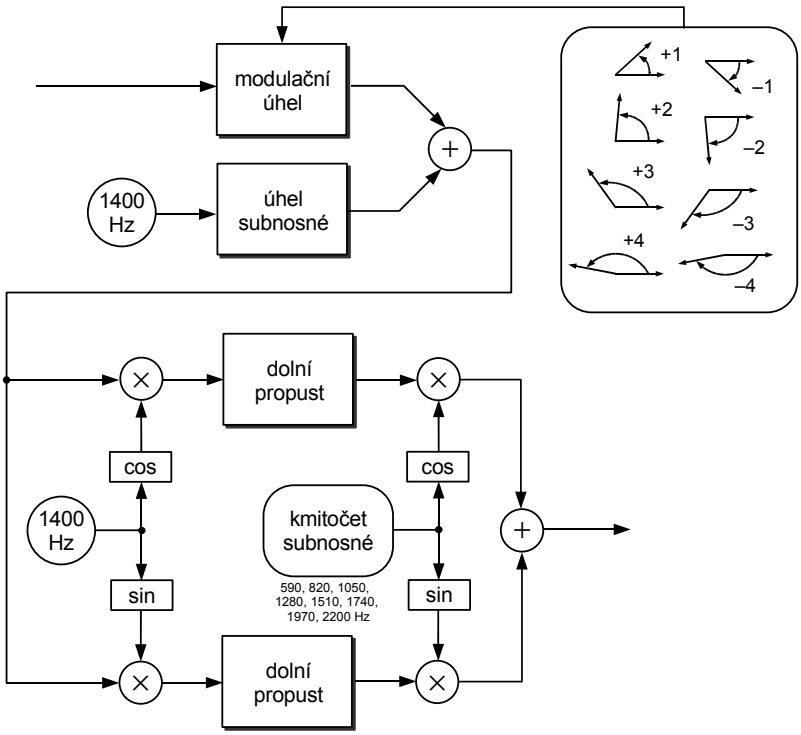
Obrázek 10.1.: Digitátní modulace BPSK – dvoufázové klíčování fázovým posuvem.

RDFT používá podobný princip ovšem značně rozšířený. Signál se skládá s celkem osmi subnosných v rozsahu od 590 Hz do 2200 Hz v 230Hz intervalech. Namísto dvou fázových stavů má každá subnosná devět možných stavů modulace – 8 fázových stavů (úhlů) a jeden stav má význam „žádná změna“. K určení fáze slouží data z vnitřního zabezpečovacího kodéru. První krok při modulačního procesu je zjištění kosinu modulačního úhlu plus úhel pomocné nosné 1400 Hz. V dalších krocích je izolována energie okolo 1400 Hz, kvůli modulaci a translaci energie na správnou subnosnou. Poté jsou subnosné sloučené dohromady a výsledné spektrum signálu je na obr. 10.3.

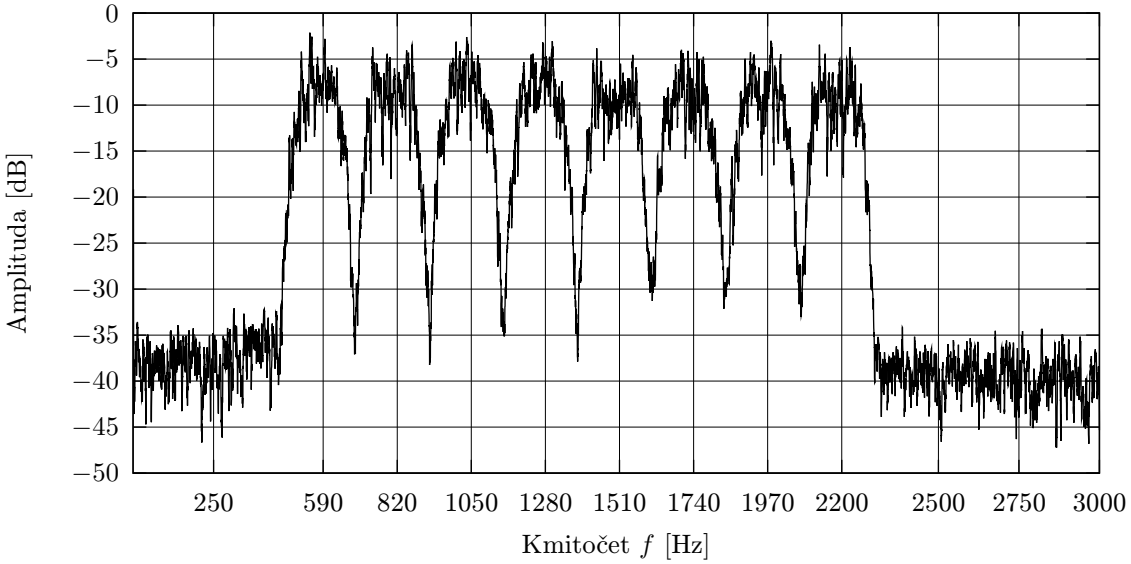
Přenášený signál zahrnuje i dvě úrovně kódu. Vnější kódové schéma používá RS kód $(306, x)$, kde x je nastaveno podle úrovně zabezpečení, viz tab. 10.1. Vnitřní kódové schéma používá kód RS$(8, 4)$, ke 4 symbolům z 307 slov příchozích z vnějšího kodéru jsou přidány 4 zabezpečovací symboly. Celkových 8 symbolů poté slouží k nastavení správné fáze pro všech 8 subnosných současně, celé slovo je tak na subnosných předáváno paralelně. Dekodér vnitřního kódu na straně přijímače je schopen opravit chybné slovo pokud se podaří bezchybně přenést 6 z 8 slov. Takže pokud rušení způsobilo chybný přenos na dvou libovolných subnosných potom dekodér je schopen chybu opravit. Pokud dojde ke 4 chybám, tak vnitřní dekodér pouze určí, které symboly byly přeneseny chybně a s těmito chybami si poradí dekodér vnějšího kódu.

Operátor má možnost zvolit jeden ze čtyř režimů, ve všech případech je stejná modulační rychlost 122,5 Bd, ale je použita jiná úroveň zabezpečení.

V tabulce 10.1 jsou uvedeny parametry jednotlivých režimů, liší se pouze v úrovni zabezpečení. Při dobrých podmínkách je možno zvolit nižší úroveň, v případě špatných podnímek a velkého rušení úroveň vyšší. V případě *Wyman 14* zabírají redundatní data 70 % z celkového přenášeného množství, díky tomu je možná vysoká samoopravitelnost chybně přijatých dat. Pro dálková spojení je doporučen mód Wyman 13, pro vnitrokontinentální spojení Wyman 12.



Obrázek 10.2.: Blokové schéma modulátoru jednotlivé subnosné RDFT.



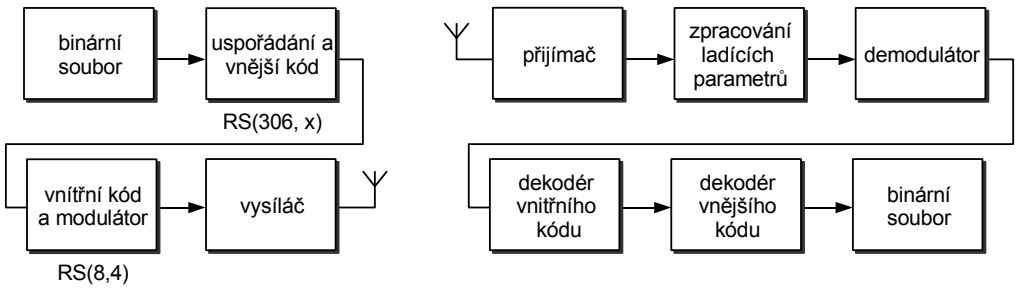
Obrázek 10.3.: Spektrum přenosového systému RDFT.

Přenášená zpráva se skládá ze tří dílčích úseků:

- První je *LEADER*, ten používá vždy stejné modulační schéma a zabezpečení, obsahuje

Režim	Počet subnosných	Kód RS	Redundance	Limit chyb	Šířka pásma	Přenosová rychlost	Modulační rychlost
Wyman 11	8	(306, 274)	10 %	16	1840 Hz	866 bit/s	122,5 Bd
Wyman 12	8	(306, 242)	20 %	32	1840 Hz	765 bit/s	122,5 Bd
Wyman 13	8	(306, 178)	40 %	64	1840 Hz	563 bit/s	122,5 Bd
Wyman 14	8	(306, 92)	70 %	107	1840 Hz	291 bit/s	122,5 Bd

Tabulka 10.1.: Přenosové režimy RDFT.



Obrázek 10.4.: Přenosový systém RDFT.

identifikaci RDFT módu a slouží ke zjištění dvou dalších parametrů. Tím první je ladící odchylka v Hz, která vzniká protože není možné se naprostro přesně naladit kvůli nejmenšímu ladícímu kroku na transceiverech, který bývá 10 Hz. Další parametr souvisí s přesným časováním signálů, které podobně jako u synchronního přenosu SSTV je odvozováno od ne zcela přesných vzorkovacích kmitočtů zvukových karet a liší se na straně přijímače i vysílače. Oba tyto dynamicky zjišťované parametry jsou pak využity při procesu demodulace.

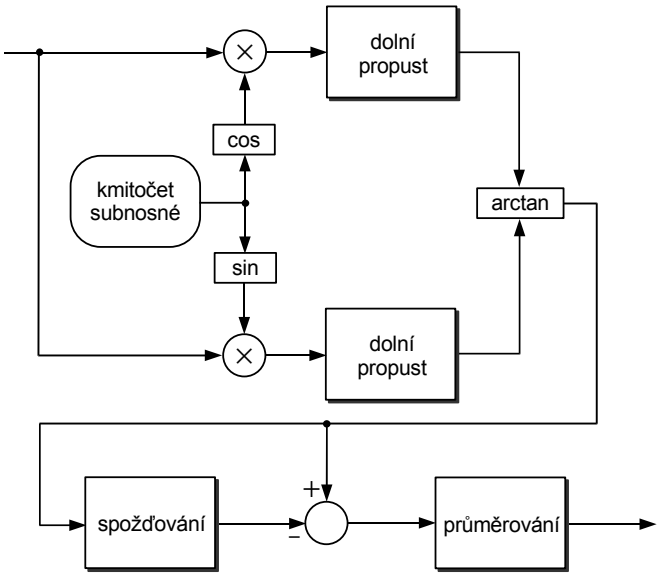
- V dalším úseku *CODEBLOCKS* je přenášena sekvence rámců s daty přenášeného souboru doplněnými o redundantní symboly.
- Přenos uzavírá *TRAILER*, podobně jako první úsek obsahuje identifikaci použitého módu.

Datová propustnost přenosu je průměrně 92 bytů za sekundu.

Vstupem demodulátoru jsou vzorky RDFT signálu, výstupem jsou fázové úrovně každé subnosné. Blokové schéma demodulátoru je na obr. 10.5. Blok *spožďování* slouží ke spoždění jedné symbolové periody. Odečet úhlu hodnot oddělených v čase pro jeden symbol je diference diferenčního fázového demodulátoru. Blok *průměrování* zprůměruje 24 sousedních diferencí a vydělí je jednotkovým fázovým krokem. Průměrování pomůže redukovat symbolovou interferenci (*ISI – Inter Symbol Interference*) vznikající v dolní propusti.

10.1.1. Provoz RDFT

Nejdůležitějším nastavením na vysílací straně je nastavení úrovně audiosignálu v lineárním rozsahu, ten bývá u zvukových karet někde v polovině jejich rozsahu. Na straně přijímače je



Obrázek 10.5.: Blokové schéma demodulátoru RDFT.

také dobré nastavit úroveň, tak aby vstupní signál zvukové karty nebyl přebuzený a nezpůsoboval nelinearity.

Pro úspěšné navázání spojení musejí být stanice na sebe velice přesně naladěny. Toho se dá docílit tím, že jedna stanice nejdříve pošle ladící signál. Ten se sestává z dvojice tónů 1180 a 1520 Hz. Tyto kmitočty jsou vyznačeny na spektroskopu a při citlivém otočení ladícího knoflíku stačí nastavit frekvenční špičky přesně v zákrytu s vyznačenými body.

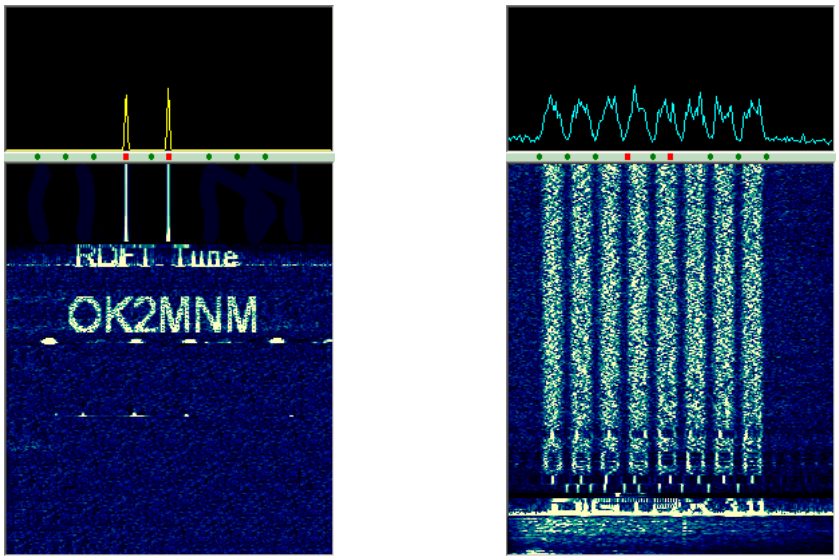
Pro vysílání a příjem obrazu je nutno provést následující operace:

1. Originální datový soubor je zpracován, v případě obrazu je nastaveno rozlišení, úroveň komprese a soubor je dále použit k vygenerování zvukového WAV souboru, který obsahuje signál jaký pak bude odvysílán rádiem. Doba protřebná k vygenerování souboru záleží na jeho velikosti a rychlosti počítače. Potřebný čas pak může být v rozsahu od sekundy nebo dvou (u 2GHz a rychlejších procesorů) až k době několika minut na pomalých systémech (400 Mhz).

2. Soubor WAV je přehrán a signál nesoucí data je přenesen vysílačem. Přijímající stanice zvuk nahrává a ukládá na pevný disk. Délka přenosu záleží na tom jak velký objem dat přenášíme.

3. Počítač příjemce zpracuje nahraný WAV soubor a rekonstruuje původní soubor. Tento krok je také výpočetně značně náročný a doba, která je nutná k rozkódování závisí nejen na objemu dat a rychlosti procesoru, ale i na tom jak moc je nutné využít algoritmus na opravu chyb. Tento krok může na pomalých počítačích trvat klidně 15 minut, na 2GHz stroji zabere 15 sekund.

Barry Sanderson KB4VAK vyvinul řadu programů pro kódování souborů pro RDFT. Tyto programy jsou určené pro práci v textové konzoly a jsou dostupné spolu se zdrojovým kódem pod licencí GNU GPL. To dává programátorům možnost portování programu na víc



Obrázek 10.6.: Vlevo ladící signál a identifikace stanice, napravo spektroskop zobrazující přenos a kmitočtové pásmo subnosných v programu DIGTRX.

typů operačních systémů a díky otevřenému zdrojovému kódu tak mohlo vzniknout několik programů, které rozšiřují funkčnost a jsou určené přimo pro provoz DSSTV.

Prezentace RDFT na konferenci v Daytonu

`http://www.svs.net/wyman/examples/hdsstv/`

Jeden z programů vyvinul Roland Zurmely, PY4ZBZ, je ho možné použít k provozu RDFT i HamDRM. Je dostupný na adrese:

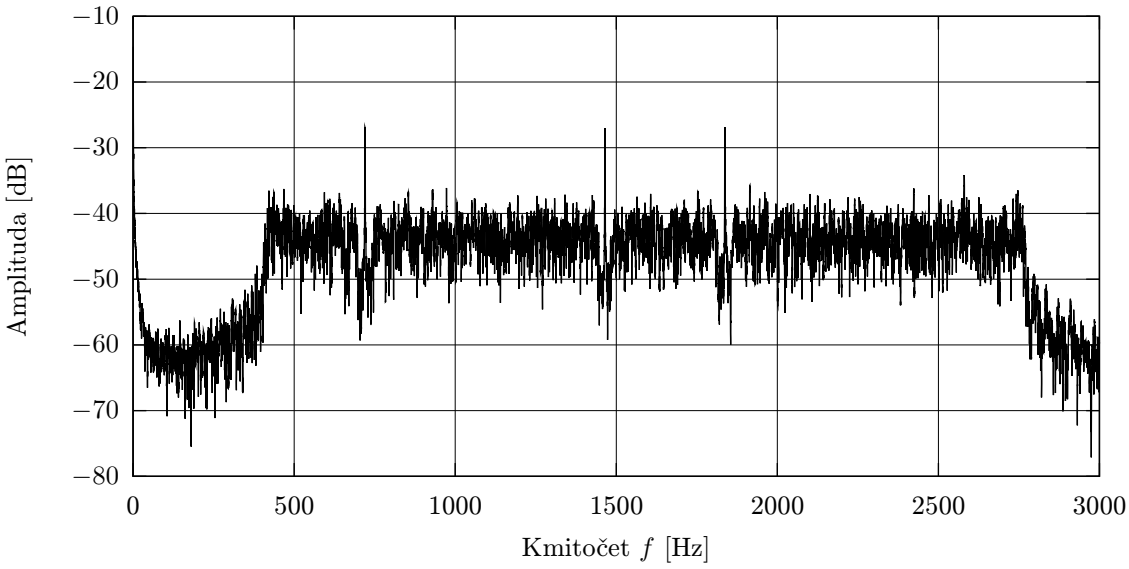
DIGTRX

`http://paginas.terra.com.br/lazer/py4zbz/`

10.2. Systém HamDRM

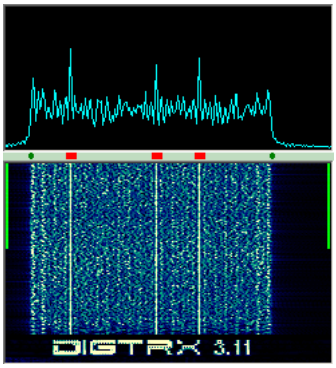
Přenosový systém *HamDRM* je odvozen od otevřeného standardu Digital Radio Mondiale (DRM) [7], který vznikl za účelem digitalizace rozhlasového vysílání v pásmech středních a krátkých vln. Standardní DRM používá přenosové pásmo široké 4,5 kHz až 20 kHz pro kvalitu zvuku srovnatelnou s FM vysíláním na VKV. Amatérskou verzi *HamDRM* vytvořil Francesco Lanza HB9TLK, je upravená tak, aby bylo možné používat tak široké pásmo jako SSB kanál, tedy 2,5 kHz. HamDRM kromě přenosu obrazových a datových souborů podporuje i digitální přenos zvuku, takže by se v budoucnu mohl stát digitálním konkurentem analogového SSB.

Použitá modulace je *COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex)*, která využívá maximálně možnosti přenosového kanálu a jako zabezpečení je využit Reedův-Solomonův kód.



Obrázek 10.7.: Spektrum přenosového systému HamDRM.

Při použití OFDM je v základním pásmu signál složen z velkého počtu subnosných, v případě HamDRM jich může být 29 až 57. Každá subnosná je modulována nezávisle na ostatních kvadraturní amplitudovou modulací (QAM) a spolu s kombinací s chybovým zabezpečením vzniká COFDM. Takováto modulace je dobře odolná proti fázovému zkreslení, útlumu, selektivním únikům a pulznímu rušení. Použité modulační techniky si popíšeme v části 10.2.2.



Obrázek 10.8.: Ladicí spektroskop v programu DIGTRX. Všimněte si tří vystupujících hodnot spektra, které slouží jako vodítko pro správné naladění.

Na rozdíl od RDFT, které potřebuje 3 dílčí operace – kódování, záznam vysílání a dekódování, HamDRM nepřenáší data v celistvém bloku, ale soubor je rozdělen na oddělené segmenty, díky tomu může být vysílaný snímek dekódován a zobrazován už v průběhu přenosu.

HamDRM lze použít ve třech základních režimech. Nejrychlejší přenos umožňuje *Mode A*, který ovšem nemá ochranu před negativními vlivy způsobenými selektivními úniky. Pomalejší než první režim je *Mode B*, který je v oblasti zabezpečení před negativními vlivy mnohem robustnější. Posledním režimem je *Mode E*, který je určen pro komunikaci prostřednictvím kanálu s velkým zpožděním a projevujícím se Dopplerovým efektem.

Použitá modulace QAM má 4, 16 nebo 64 stavů. Modulace QAM-64 je nejrychlejší, ale potřebuje velmi dobrou úroveň odstupu signál/šum, alespoň 18 dB. Modulace QAM-4 je pomalejší, ale je více odolná vůči rušení a vyžaduje menší odstup signál/šum, okolo 5–6 dB. Minimální odstup signál/šum pro QAM-16 by měl být okolo 8–10 dB. Výběr modulace závisí na uživateli a momentálních podmínkách panujících na pásmu. Z dalších vlastností HamDRM, které může ovlivnit uživatel jmenujme tyto:

- *Prokládání (interleave)* sestává ze změn přirozených symbolových sekvencí. Při dlouhém (2 sekundy) umožňuje lepší opravu chyb, ale způsobuje trochy delší zdržení při příjmu. Krátké prokládání trvá 400 ms.
- Volitelná potřebná šířka pásma pro HamDRM je buď 2,3 nebo 2,5 kHz. Menší šířka pásma umožňuje o něco pomalejší přenos, ale dovolí použít užší SSB filtr.
- *Množství instancí (amount of instances)* je hodnota udávající kolikrát má být soubor poslán během jednoho přenosu. Více než jedna instance umožní dodatečnou opravu chybně přijatých segmentů. Během příjmu první instance, kdy některé segmenty nebyly bezchybně přijaty, je možno je přijmout znovu během druhé nebo třetí a opravit tak automaticky přijímaný soubor. Množství instancí pochopitelně prodlužuje dobu přenosu.
- *Zavaděč (leadin)* je vysílán na začátku přenosu. Tato inicializaci slouží k synchronizaci přijímače, čas navíc umožňuje lepší synchronizaci a automatické nastavení parametrů přenosu.

Údaje o režimu a jeho parametrech jsou spolu s volacím znakem stanice přenášeny po celou dobu přenosu modulací QAM-4, takže je možné se na vysílání naladit kdykoliv, ale kompletní data přijmeme jenom pokud zastihneme alespoň jednu instanci přenášeného souboru.

Volba parametrů režimů HamDRM má vliv na vlastnosti přenosu a podle toho se odvíjí i přenosová rychlost, možnosti nastavení jsou v tabulce 10.2. Dvě korespondující stanice nemusejí vzájemně komunikovat ve stejném režimu. Např. stanice X má značné lokální rušení, takže stanice Y posílá v odolnějším módu, ale protože Y tento problém nemá a může X klidně vysílat v rychlejším, ale méně odolném režimu.

Pokud přenos některých segmentů selže úplně, ještě nemusí být vše ztraceno, protože protistanice má možnost vyslat report o špatně přijatých segmentech *(Bad Segment Report, BSR)* a vyžádat si jejich opakování. Je důležité, aby požadavek na opravu byl poslán ve stejném režimu. Opakování vadných segmentů může přijímat i třetí stanice a pokud postrádá některý z opakovaných segmetů jsou tato data opravena. Při špatných podmínkách a nutnosti častého opakování se nemusí celý opravný úsek vysílat pořád dokola, ale je možné na základě toho, co se už podařilo opravit a co ještě ne vygenerovat nový report a snížit tak množství následně přenášených dat.

Přenos DRM sestává ze tří kanálů – MSC, SDC a FAC. Každý je určen k přenosu určitých dat nebo služebních informací a také pro každý je použito jiné kódování a modulační schéma. Díky frekvenčnímu multiplexu jsou data těchto kanálů vysílána souběžně.

Režim	Šířka pásma	Počet nosných	Zabezpečení MSC	Přenosová rychlost [bit/s]		
				QAM-4	QAM-16	QAM-64
A	2,3 kHz	53	normální	1480	2710	4170
			nízké	1900	3470	5340
	2,5 kHz	57	normální	1760	3220	4960
			nízké	2260	4130	6360
B	2,3 kHz	45	normální	1070	1950	3000
			nízké	1370	2500	3850
	2,5 kHz	51	normální	1270	2320	3570
			nízké	1630	2970	4580
E	2,3 kHz	29	normální	690	1270	1950
			nízké	890	1620	2500
	2,5 kHz	31	normální	820	1510	2320
			nízké	1060	1930	2970

Tabulka 10.2.: Vliv parametrů režimů DRM na přenosovou rychlost.

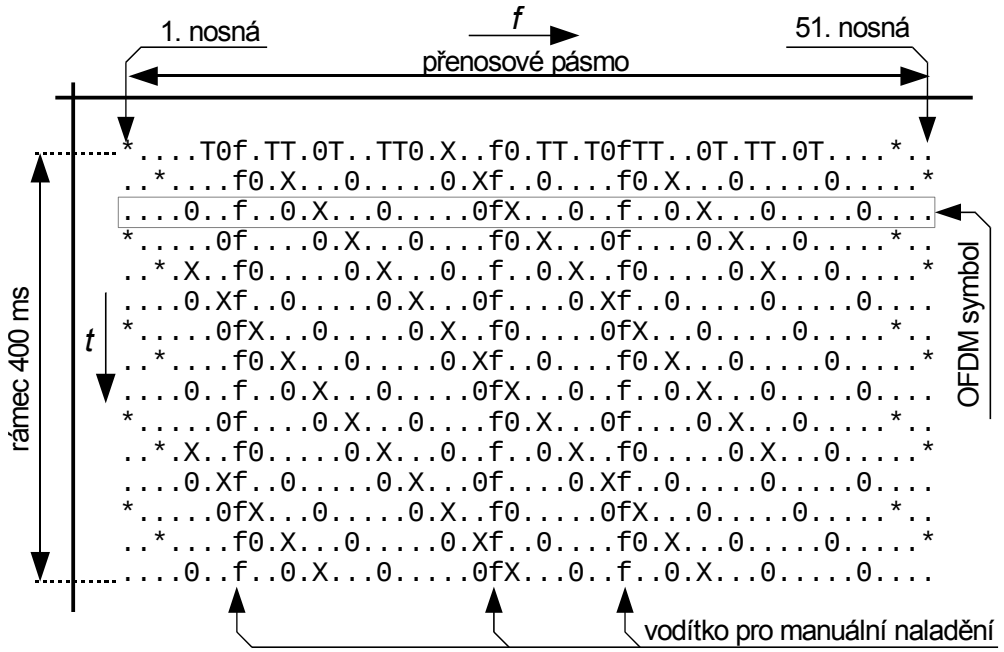
MSC – *Main Service Channel*, obsahuje data pro všechny služby DRM multiplexu. Multiplex může obsahovat od jedné do čtyř služeb, z nich každá může přenášet data nebo servisní informace.

FAC – *Fast Access Channel*, pomocný kanál, používá QAM-4, posílá se jím volací znak stanice a identifikace použitého vysílacího režimu (obsazení spektra, prokládání, mód modulace MSC a SDC,...).

FAC kanál se servisními informacemi přenáší pakety o velikosti 40 bitů:

- 2 bity, FRAME-ID, identifikace rámce v superrámci, hodnoty 0, 1, 2;
- 1 bit, Obsazení spektra (2,3 nebo 2,5 kHz);
- 1 bit, Hloubka prokládání (400 ms/2 s);
- 1 bit, modulace MSC (QAM-16/QAM-64);
- 1 bit, úroveň FEC zabezpečení (nízká/normální);
- 1 bit, přenos audio nebo data
- pokud je nastaveno *audio* následuje:
  - 2 bity, zvukový kodek: LPC, nepoužit, SPEEX;
  - 1 bit, textové příznaky;
- pokud je nastaveno *data* následuje:
  - 2 bity, ID packetu;
  - 1 bit, rozšířený MSC režim (QAM-4);
- 21 bitů, doplňková informace se sestává z 3 × 7-bitových ASCII znaků (9 znaků v superrámci)
- 1 bit, bez významu;
- 8 bitů, CRC kontrola polynomem $G(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$.

SDC – *Service Description Channel* obsahuje informace o tom jakým způsbem dekódovat MSC a přenáší servisní atributy během multiplexování.



Obrázek 10.9.: Příklad složení jednoho rámce pro *Mode B*, pásmo 2,5 kHz. Legenda: `.` – MSC buňka, `X` – FAC buňka, `T` – časové vodítko, `f` – ladící vodítko, `0` – rozptýlená a `*` – posílená ladící vodítka pro synchronizaci.

10.2.1. Porovnání HamDRM a RDFT

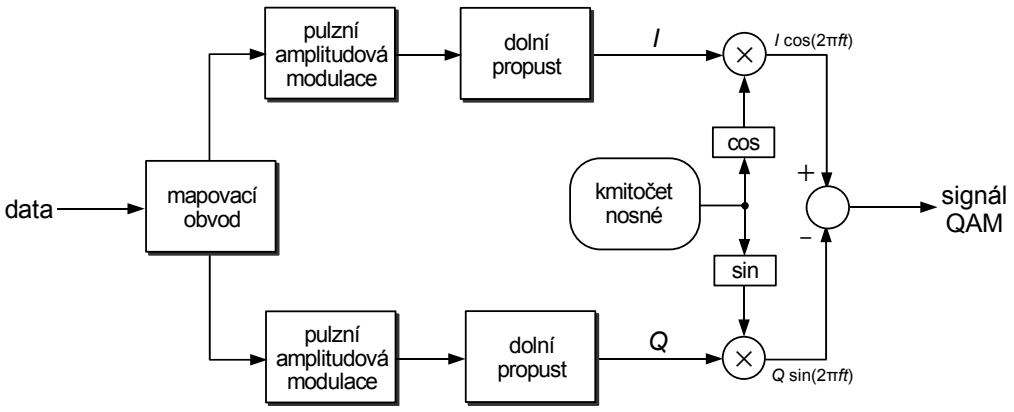
Jak pro RDFT, tak i pro HamDRM existuje řada programů, takže vlastně záleží na preferencích uživatelů, který z obou systémů se ujme dozná širšího využití. V tuhle chvíli se dá říct, že v oblibě mezi radioamatéry vítězí HamDRM. Hlavní důvody proč je HamDRM populárnější jsou následující:

- přenos HamDRM dovoluje dekódovat a zobrazovat snímek už během přenosu;
- přenos probíhá rychleji a to až 3×;
- HamDRM vysílá identifikaci stanice průběžně během přenosu, díky tomu přijímající operátor má možnost rychleji zareagovat a např. natočit směrovou anténu;
- díky většímu počtu instancí při přenosu nemusí být vždy nutné zaznamenat celý přenos od začátku až do konce;
- při chybném přenosu není nutné přenášet celý snímek znova, ale přenést opakovaně jenom chybně přijaté úseky.
- Mezi hlavní nevýhody HamDRM patří to, že je vyžadován rychlý počítač s operačním systémem Windows 2000 nebo XP.

10.2.2. Kvadraturní amplitudová modulace — QAM

Kvadraturní amplitudová modulace v sobě spojuje amplitudovou a fázovou modulaci. HamDRM pro modulaci jednotlivých subnosných (OFDM buněk) využívá několik modulačních schémat lišících se počtem stavů modulace – QAM-4, QAM-16 a QAM-64.

Počet modulačních stavů QAM-m se rozděluje na $\sqrt{m}$ stavů pro fázové klíčování a $\sqrt{m}$ úrovní amplitudy. Díky použitím vícestavové modulace není nutná tak velká šířka pásma, na druhou stranu s rostoucím počtem stavů modulace se signál stává více náchylnější na rušení.



Obrázek 10.10.: Modulátor QAM.

Zkombinováním různé amplitudy a fáze vzniká jeden modulační stav, kterým je možno vyjádřit bitové slovo délky l. Pro QAM-4 je to délka slova $l = \log_2 m = \log_2 4 = 2$, pro QAM-16 je $l = 4$ a pro QAM-64 vychází délka slova 6. Modulace se pak mění mezi těmito stavy:

$$A_k = 2k - 1 - \sqrt{m} \quad \text{pro} \quad k = 1, 2, \ldots \sqrt{m}.$$

Např. pro QAM-16 jsou to úrovně $-3, -1, 1, 3$.

Signálu, který můžeme vyjádřit jako

$$S_k(t) = A_k \cos(2\pi f t + \phi_k)$$

je přiděleno 16 různých kombinací amplitud A_k a fází ϕ_k.

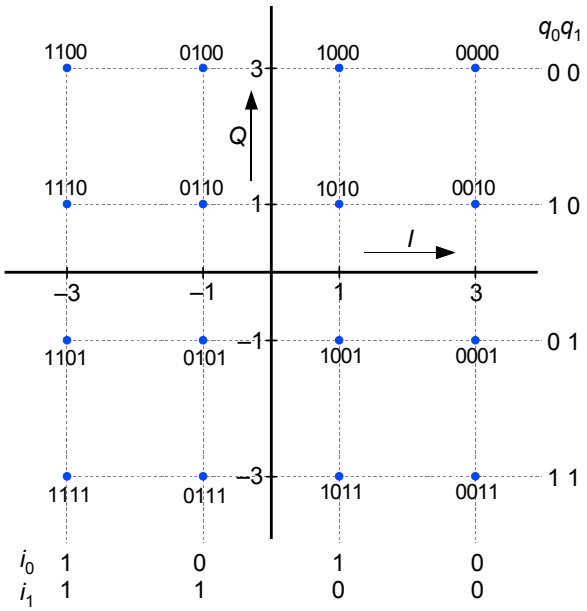
Blokové schéma QAM modulátoru je na obr. 10.10. Nyní si ukážeme, jakým způsobem se modulace QAM-16 vytváří na příklad pro vstupní posloupnost dat $N = \{0, 13, 5, 2, 10, 7, 6, 5, 1, 15\}$. Výsledek je na obr. 10.12. Informační slovo délky 4 bity je v mapovacím obvodu rozděleno na dvě části a první dvoubitová kombinace je zakódována pomocí pulzní amplitudové modulace do jedné ze čtyř úrovní. To jakým způsobem je vstupní čtveřici bitů $\{i_0, i_1, q_0, q_1\}$ přidělena dvojice amplitud vyčteme z *konstelačního diagramu* na obr. 10.11. Např. pro vstup 0 je $i_0 i_1 = 00$, $q_0 q_1 = 00$, to odpovídá $I = 3, Q = 3$, pro následující 13, jejíž binární vyjádření je 1101 odpovídá $i_0 i_1 = 11$ výstup $I = -3$ a pro $q_0 q_1 = 01$ výstup $Q = -1$, atd.

Výsledkem PAM jsou pulzy o dané amplitudě, které jsou filtrovány dolní propustí kvůli redukci šířky pásma pro získání soufázové cesty I a podobně i pro kvadraturní cestu Q.

Signály I a Q představují vstupní signály pro modulátory s nosnou frekvencí f posunutou pro kvadraturní cestu o 90°. Výsledný signál se získá spojením obou cest:

$$S_k(t) = I_k \cos(2\pi f t) - Q_k \sin(2\pi f t).$$

.



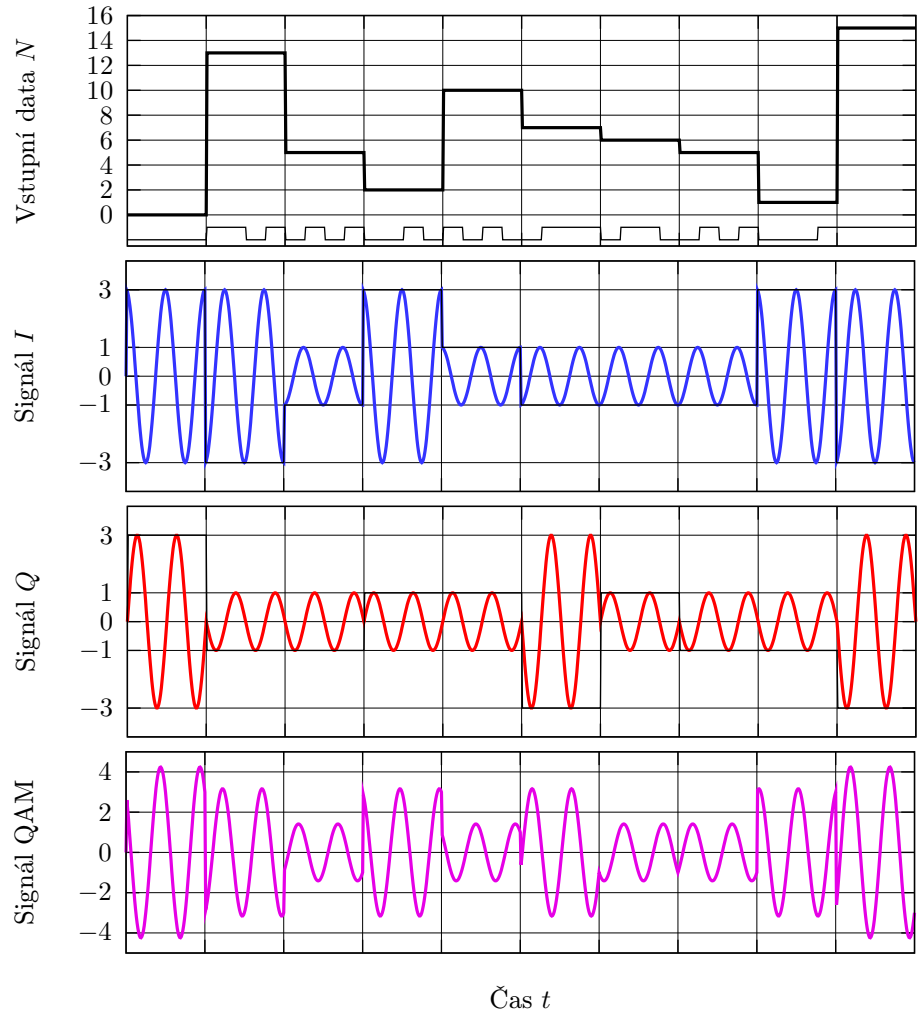
Obrázek 10.11.: Konstelační diagram pro QAM-16 s pořadím bitů $\{i_0, i_1, q_0, q_1\}$ použitým v DRM.

10.2.3. Ortogonální frekvenční multiplex — OFDM

OFDM je zástupce modulačního formátu s více nosnými vlnami *MCM (Multicarrier Modulation)*. Pro své vlastnosti si OFDM našel uplatnění v mnoha moderních techologií např. v ADSL, bezdrátových sítích WiFi (IEEE 802.11a/g), WiMAX a standardech pro digitální rozhlas a pozemní digitální televizi DVB-T, atd.

OFDM má velice dobrou spektrální účinnost, je odolný vůči impulzní interferenci díky tomu, že přenášená informace je rozptýlena v širokém spektru a interference poškodí jen několik sousedících symbolů. Je odolný vůči mezisymbolové interferenci, únikům způsobeným mnohacestným šířením a má nízkou citlivost na chyby v časové synchronizaci.

OFDM generuje velký počet subnosných vln v případě HamDRM jich je v nejlepším případě *jenom* 57, ale pro některé aplikace jako je digitální televizní vysílání nebo širokopásmový datový přenos se jejich počet může vyšlhat od stovek až do tisíců! Tyto subnosné mají velmi malé vzájemné rozestupy, dokonce takové, že se spektra subnosných překrývají. Příklad spektra OFDM je na obr. 10.13, jako spektrum každé subnosné se uvažuje spekrum nefitrovaného pravoúhlého signálu, které je vyjádřeno funkcí $\sin(x)/x$. Subnosné mají přesně dané rozestupy, takže maximum spektra dané subnosné se nachází přesně v místě, kde je spektrum ostatních subnosných nulové, takže jsou vzájemně *ortogonální*.

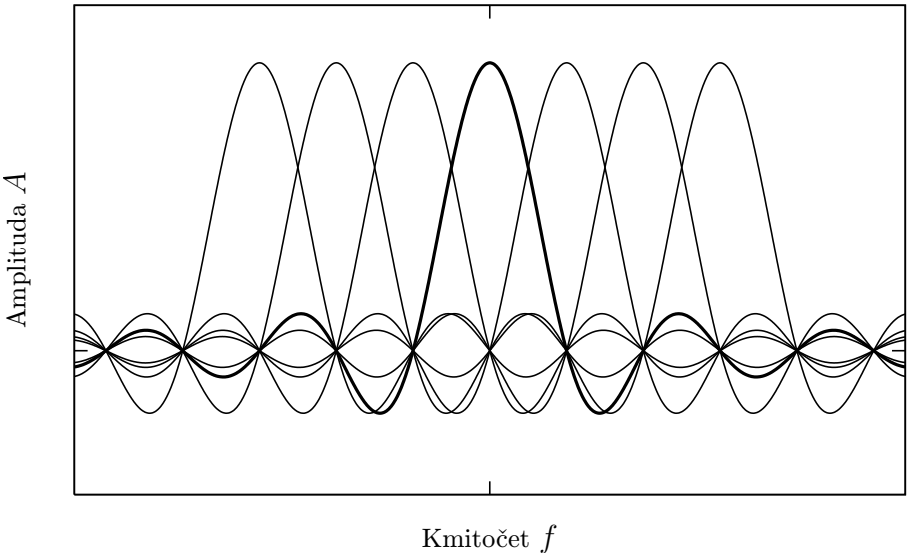


Obrázek 10.12.: Příklad vytvoření signálu QAM-16 pro danou posloupnost vstupních dat.

Přenos OFDM

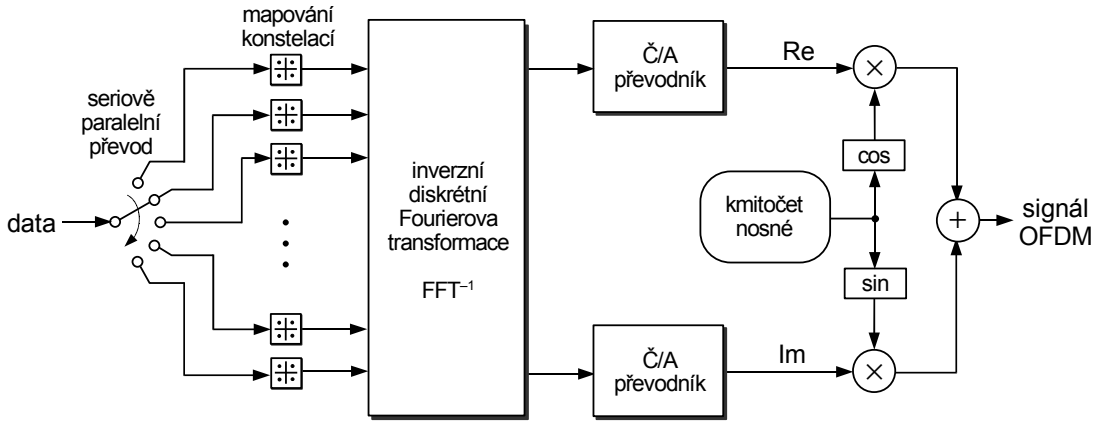
Na blokovém schématu modulátoru na obr. 10.14 přichází na vstup sériový datový tok, který se v sériově-paralelním převodníku cyklicky rozdělí do většího počtu paralelních složek. Tyto paralelní složky vysílané souběžně vytvoří jeden kompletní symbol OFDM. Složky se dále modulují na ortogonální soustavu N subnosných vln, jejichž kmitočet je zvolen tak, aby byla zaručena jejich ortogonalita. Subnosné vlny v našem případě využívají modulace QAM-4, QAM-16 nebo QAM-64, ale pro některé jiné aplikace jsou použity např. vícestavové fázové modulace BPSK nebo QPSK.

Modulaci velkého počtu ortogonálních subnosných provádí digitální signální procesor (v našem případě software, který zajišťujě jeho funkce na výkonném PC) a realizuje jí pomocí inverzní diskrétní Fourierovy transformace (DFT^{-1}). Jelikož je aloritmus DFT výpočetně hodně náročný používají DSP jeho rychlou variantu *FFT (Fast Fourier Trnasform)*. Inverzní FFT (FFT^{-1}) převádí vstupní data z frekvenční do časové oblasti. Cesta na straně přijímače naopak využívá přímou FFT pro získání individuálních subnosných.



Obrázek 10.13.: Spektra několika ortogonálních nosných vln.

Výstupem FFT^{-1} jsou dva datové proudy, které jsou převedeny číslicově/analogovými převodníky na dva analogové signály, které jsou dále modulovány na hlavní nosnou a vzájemně jsou posunuty o 90°. Signál Re představuje amplitudovou a Im fázovou komponentu signálu, sloučeny dohromady vytváří OFDM signál, který je odvysílán.



Obrázek 10.14.: Modulátor OFDM využívající rychlou Fourierovu transformaci (FFT^{-1}) pro vytvoření množství modulovaných nosných.

Na straně přijímače vše probíhá přesně obráceně. Po té co je přijímaný signál zesílen a zkonvertován na nižší kmitočet míří výsledné signály Re a Im přes dolnopropustné filtry, do analogově/číslicových převodníků z nichž vystupující data zpracuje DSP pomocí přímé FFT a rozdělí je na jednotlivé subnosné ze kterých po demodulaci jsou data sloučena paralelně-sériovým převodníkem.

10.3. Výběr software pro DSSTV

Pro provoz DSSTV je na výběr řada programů pro HamDRM i RDFT. Programy pro HamDRM jsou zatím k dispozici pouze pro operační systém Windows.

Software	RDFT	DRM	Webová stránka
DIGTRX 3.11	⋆	⋆	http://paginas.terra.com.br/lazer/py4zbz
DigiACE V1.9	⋆		http://homepage.ntlworld.com/mhemmerson/
EasyPAL		⋆	http://members.iinet.net.au/~crac/
HamPAL		⋆	http://www.tima.com/~djones/hampal.htm
RDFT	⋆		http://www.svs.net/wyman/examples/hdsstv/
Softrock RXTX 6.1		⋆	http://212.254.198.33/softrock/index.html
SSTV-PAL Multimode	⋆		http://www.kb1hj.com/vk4aes.html
WinDRM MELP ver. 3		⋆	http://n1su.com/windrm/

10.4. Navazování spojení

Digitální SSTV se prozatím příliš nerozšířilo. V pásmu 14 MHz se stanice objevují velice sporadicky. Zato na pásmu 80 metrů v okolí kmitočtu 3 733 kHz téměř denně ve večerních hodinách pracuje kroužek německých stanic a komunikace probíhá výhradně systémem HamDRM. Poslech jejich signálů je dobrou příležitostí vyzkoušet si příjem DSSTV v praxi i zkusit navázat spojení. Po té, co už víme jak jsou využívány speciální modulace a samoopravné kódování je důležité zjistit, jestli to vůbec v praxi celé funguje a jak. Dočkáme se i v SSTV úplné digitalizace?

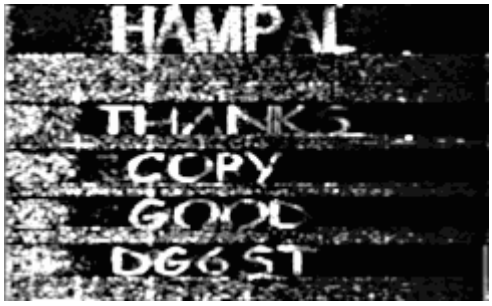
Odpůrci digitálního televizního vysílání tvrdí, že tam, kde jsme schopni ještě přijímat zašumělý, ale přesto koukatelný signál analogové TV se už na digitální televizi nepodíváme. A stejně argumentovat můžou i odpůrci digitální SSTV. Při dobrých podmínkách se stačí přesně naladit, obrázky přicházejí automaticky a operátor se nemusí vůbec o nic starat. Se vzrůstajícím rušením a klesající silou signálu začnou v obraze přibývat nepřijaté segmenty, které v menším množství ještě doplní větší počet instancí nebo dodatečné poslání reportu o špatně přijatých blocích a dodatečném opakování vadných bloků. Ovšem ve chvíli, kdy tak nějak v šumu a praskání nějaký signál HamDRM ještě tušíme by už ani analogová SSTV příliš nepomohla.

Provoz probíhá v úsecích pásem a nebo poblíž volacího kmitočtu pro analogovou SSTV. I zde je potřeba dodržovat pravidla hamspiritu a být ohleduplný k již probíhajícímu provozu na pásmu. Občas to vyžaduje i trochu taktu a vysvětlování neinformované stanici, že ten chrčivý zvuk ozývající se z reproduktorů, je zrovna digitální snímek od vaší protistanice.

Na volném kmitočtu výzvu voláme tak, že vyšleme snímek. HamDRM po celou dobu přenáší identifikaci stanice, takže i přesto, že vy nebo protistanice nepřijme kompletní data, už během prvních pár vteřin příjmu víte, jaká stanice vysílá. Po skončení přenosu je nejlepší ozvat se fonicky.

Pro potvrzování příjmu a pro výměnu krátkých zpráv se ujaly „zprávy ve vodopádu“ – zobrazené na ladícím indikátoru. Princip je popsán v následující sekci 10.5 a příklad takové zprávy je na obr. 10.15.

Reporty se předávají jako u fonického provozu a to ve formátu RS (čitelnost a síla), parametr V vyjadřující kvalitu obrazu u digitálního přenosu ztrácí na významu. Pětistupňová čitelnost může vyjádřit situaci stupněm 5 pro dokonalý bezchybný přenos, stupněm 4 pořád přijatelný



Obrázek 10.15.: Potvrzení přijetí snímku od protistanice zobrazené v ladicím spektroskopu.

přenos s občasnými výpadky segmentů a případné nutnosti zvýšení počtu instancí až po nejhorší stupeň 1, kdy nelze digitální data vůbec přijímat.

Na rozdíl od rozšířeného způsobu provozování SSTV, kdy se stanice omezí jenom na výměnu snímků se u DSSTV se mnohem více využívá fonie.

Volba obrázků není omezena na obvyklý formát 320×240, ale rozlišení je naprosto libovolné. Omezujícím faktorem je pouze doba přenosu, kterou např. v programu DIGTRX známe už dopředu při přípravě vysílaného snímku, a tak je možné si pohrát se stupně komprese, rozlišením či počtem barev a dosáhnout rozumného kompromisu.

Také přenášený datový formát souboru je libovolný, poslechem na pásmu se snadno přesvědčíte, že kromě statických snímků nejčastěji ve formátu JPEG2000 se často vysílají i animované GIFy nebo textové soubory s ASCII artem.

10.5. Obrázky ve vodopádu

Pro digitální SSTV přenosy RDFT i HamDRM se jako ladící indikátor používá zobrazené spektrum SSB kanálu. Obrazec v indikátoru je vytvářen pomocí diskrétní Fourierovy transformace pomocí které se zjišťuje spektrum právě přijímaného signálu. Protože se na obrazci, podle přijímaných signálů, neustále nahoře vykreslují nové řádky, ty staré dole mizí a celý obrazec se pohybuje směrem dolů vžil se pro ladící indikátor název *vodopád*.

Na obr. 10.6 a 10.8 je ve vodopádu kromě spektra vidět i identifikaci stanice a programu a dají se pomocí něho posílat i další zprávy jako potvrzení přijetí, žádost o opakování přenosu, ale také složitější obrázky.

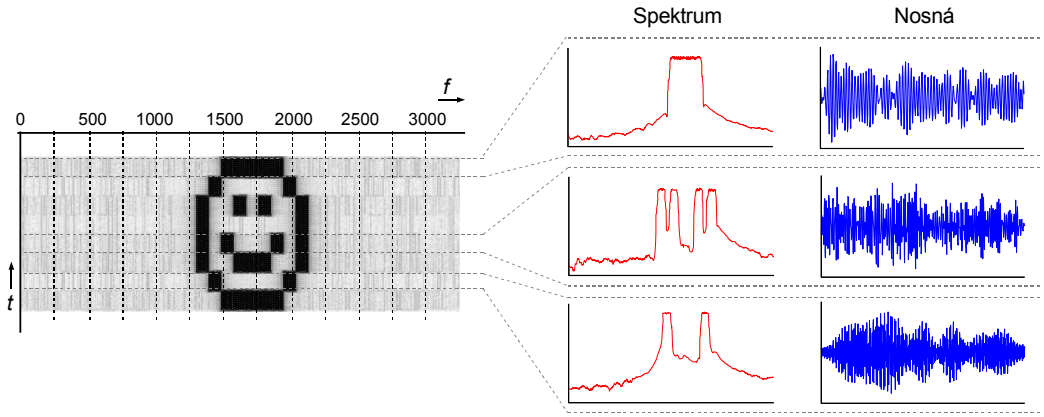
Princip obrázků ve vodopádu ze založen na Fourierově transformaci a tom, že signál může být složen z velkého počtu harmonických. A pokud se zvolí ty správné harmonické a složí se dohromady vzniká nosná vlna jejíž spektrum po vykreslení ve vodopádu vytvoří požadovaný obrazec.

Příklad jednoduchého obrázku a spekter několika úseků je na obr. 10.16.

Utilitku pro vygenerování zvukového souboru z obrazu je možné najít na stránkách tvůrce programu DIGTRX, vstupní soubor je bitmapa v formátu BMP a výstupem je zvukový WAV.

Generování pomocí programu `PicFall.exe`

`http://paginas.terra.com.br/lazer/py4zbz`



Obrázek 10.16.: Princip vykreslení obrázku ve vodopádu.

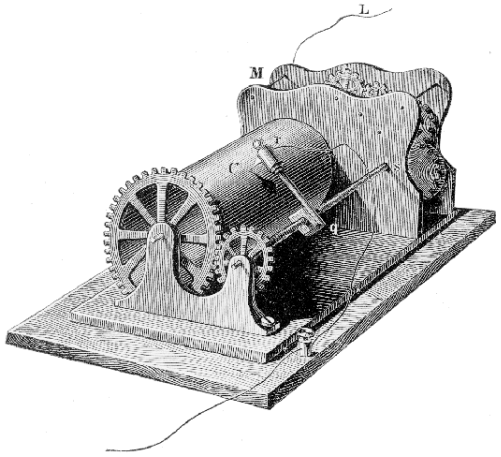
11. Faksimile

Faksimile, (z lat. *facere* – udělej a *simile* – podobné) je jeden z nejstarších způsobů komunikace, sloužící k předávání obrazu. Faksimile je provoz, který využívají profesionální služby pro přenos meteorologických map a informací, odtud plyne i název – *Weather Facsimile* (WEFAX). Pro přenos obrazu jej samozřejmé mohou použít i radioamatéři.

11.1. Historie přenosu obrazu

Už v roce 1843 skotský hodinář Alexandr Bain navrhl, aby se obrazy elektricky snímané po řádcích a bod po bodu přenášely telegraficky. To byla základní myšlenka telegrafického přenosu obrazu.

Bainově příkladu brzy následovaly další podnikavci. V roce 1847 Angličan Frederick Collier Bakewell navinul obrázek ve vysílači a list papíru v přijímači na válec, kterým otáčel hodinový stroj, obraz se pořizoval tukem na list staniolu.



Obrázek 11.1.: Bakewellův obrazový telegraf.

Čest za první faxovou službu však náleží Givanni Casellimu, itaskému opatovi. Ten v roce 1856 zkonstruoval zařízení jež pojmenoval „pantelegraf“, kterým mohly být posílány obrázky nebo text.

Caselli obdržel nadšenou podporu od francouzského císaře. Napoleon III. dokonce v roce 1860 osobně navštívil jeho dílnu a zabezpečil Cassellimu přístup k telegrafním linkám, které potřeboval, a tak mohl zahájit v roce 1865 v Paříži první komerční faxovou službu, která spojovala na několika linkách větší města Francie. Přenos však probíhal velmi pomalu. Za hodinu se přeneslo nejvýš 1500 slov rukopisu, takže poplatky byly vysoké a zájemců málo. Provoz se nevyplácel a musel být postupně zastavován.

V roce 1901 Dr. Arthur Korn, německý vědec, vynalezl princip fotoelektrického čtení a začal s přenosem pozitivních fotografických obrazů na průhledné podložce. Tento diapozitiv prosvětloval bod po bodu a řádek po řádku a pronikající světlo nechal dopadat na selenovou buňku. Ta vlivem změn svého odporu v závislosti na intenzitě osvětlení přeměňovala na elektrický proud, jehož okamžitá velikost odpovídala odstínu právě snímaného obrazového bodu. V přijímači se nacházelo „světelné relé“, zařízení s jakousi primitivní výbojkou. Intenzita záblesku a tím i expozice příslušného bodu fotografického papíru se měnila podle velikosti proudu, který právě přitékal z přijímače.

První fototelegraf sestrojil Korn v roce 1902 a již v březnu roku 1904 se mu podařilo reprodukovat v Norimberku fotografii, která byla snímána z diapozitivu v Mnichově. Přenos pohlednice trval 24 minuty. V roce 1907 přenášel fotografie z Berlína do Mnichova, Paříže a Londýna a měl takový úspěch, že si jeho aparáty zakoupily redakce novin a zavedly tak první pravidelnou fototelegrafickou službu.

K zjednodušení přenosu došlo při použití fotonky, zvýšila se rychlost přenosu a odpadla nutnost předem zhotovovat diapozitivy. Díky své citlivosti fotonky reagovaly i na odražené světlo a umožnili přenášet přímo fotografie. Fotonku použil v obrazové telegrafii poprvé americký kapitán Richard H. Ranger při pokusech konaných mezi Clevelandem a New Yorkem. Dne 30. listopadu 1924 přenesl po éteru z Londýna do New Yorku zdařilé snímky britského královského páru a už od 1. května 1926 byl s Rangerovým zařízením zaveden pravidelný fototelegrafní provoz mezi Amerikou a Evropou.

11.2. Provoz faksimile

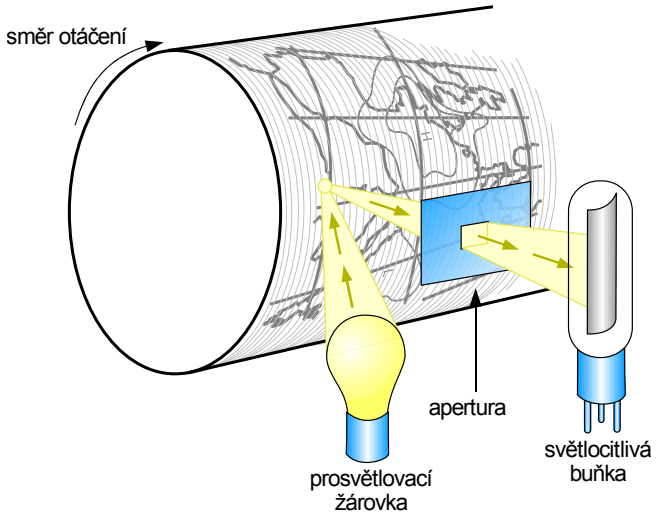
Moderní faksimile (FAX), představuje provoz pro předávání obrazů o velkém rozlišení (nejčastěji 1810 bodů na řádek) s velikostí obrazu až po několik tisíc řádek. Aby se mohly obrazy o tak vysokém rozlišení přenést v malé šířce pásma používá se relativně dlouhá doba přenosu od 3 do 20 minut (podle rychlosti a počtu řádků).

11.2.1. Vysílání obrazu

Typický mechanický vysílač se skládá z válce otáčeného synchronním motorkem řízeným krystalem. Vysílaný materiál je připevněn na tento válec, který se otáčí konstantní rychlostí. Malý bod světla je ohniskově zaměřen na vysílaný materiál (mapa, text, fotografie, atd.), světlo odražené od objektu je zpracováváno fotosnímačem. Fotosnímač, opatřený tímto světelným zdrojem a fotočlánkem, se pohybuje podél válce konstantní rychlostí. Jak se nosič pohybuje z jednoho konce na druhý, snímá řádek po řádku obraz. Rozdíly napětí ze světelného snímače jsou zesíleny a použity k modulaci nosné.

Faxový přenos na krátkých vlnách má jen málo co společného s tím faxem, který znáte z kanceláří. Standard ovšem vychází z doporučení CCITT Fascimile Group 1 (T.2) z roku 1968, doporučení pro rádiové vysílání je uvedeno v kap. 11.6. CCITT ve svém doporučení udává kmitočty 1500 Hz pro bílou a 2300 Hz pro černou. V severní Americe je to 1500 Hz pro bílou a 2300 nebo 2400 Hz pro černou. Rychlost přenosu je 180 lpm. Faxové přístroje tohoto typu bylo možno po úpravě použít i pro amatérský provoz. Pozdější doporučení T.3, T.4 nebo T.30 se pro přenos na KV použít nedají a své uplatnění nacházejí v telefonních sítích.

Pro přenos na krátkých vlnách se používá frekvenční modulace *F3C* (F – frek. modulace, 3 – jeden kanál obsahující analogovou informaci, C – faksimile). Vysílač mění kmitočet nosné



Obrázek 11.2.: Princip elektromechanického snímání ve vysílači.

vlny a to v rozmezí ±400 Hz na krátkých vlnách a ±150 Hz na dlouhých. Tato odchylka se nazývá *signal deviation*.

Faxový signál je možno také vytvářet přímou modulací kmitočtu vysílače nebo kmitočtovou modulací subnosné o kmitočtu 1900 Hz. Vysílač potom mění kmitočet v rozsahu mezi černou a bílou barvou. Černá barva odpovídá 1500 Hz a bílá 2300 Hz.

Systémy s amplitudově modulovanou nosnou jsou typicky používané na VKV a mikrovlnných FM linkách (meteorologické satelity používají pozitivní AM). Pro pozitivní AM je modulace úměrná jasu, pohybující se od 4 % pro černou a 90 % až 100 % pro bílou. Negativní (invertovaná) modulace obrací poměr, minimální úroveň modulace odpovídá bílé a maximum černé.

Většina komerčních stanic používá *APT* (*Automatic Picture Transmision*) pro plně automatizovaný příjem přenášených obrázků, nevyžadující přítomnost obsluhy.

Před přenosem fázovacího signálu je po dobu několika sekund přenášen tzv. startovací tón, kdy vysílač moduluje nosnou kmitočtem, nejčastěji, 300 Hz. Tento signál je rozpoznán přijímací jednotkou, která se pak přepne z pohotovostního režimu do pracovního a čeká na fázovací signál.

Fázovací – synchronizační signál je vysílán po dobu několika sekund a identifikuje okraj přenášeného obrázku. Normálně sestává z řádků s 95 % černé barvy a 5 % bílé barvy. Tím je generovaná svislý bílý sloupec, která slouží jako vodítko pro nastavení okraje obrázku.



Obrázek 11.3.: Začátek přenosu snímku facsimile.

Po skončení přenosu obrazu je odeslán další signál – ukončovací APT, modulace 450 Hz, který přepne přijímající stanici zpět do pohotovostního režimu.

11.2.2. Příjem

Příjem krátkovlnné faksimile lze realizovat použitím přijímače v horním postranním pásmu (USB). Z tohoto důvodu se budete muset naladit na kmitočet, který je o 1 900 Hz pod kmitočtem uváděným stanicí, takže pokud stanice udává svůj kmitočet 3 855 kHz, musí se ladit USB na 3 853,1 kHz, tj. o 1 900 Hz níž. Všechny programy jsou vybaveny spektroskopy, stejnými jako pro SSTV, takže přesné naladění nemůže být problém. Můžete se řídit tím, že největší podíl na obraze má většinou bílá barva.



Obrázek 11.4.: Moderní přijímač Sony CRF-V21 pro příjem FAX a RTTY vybavený tiskárnou.

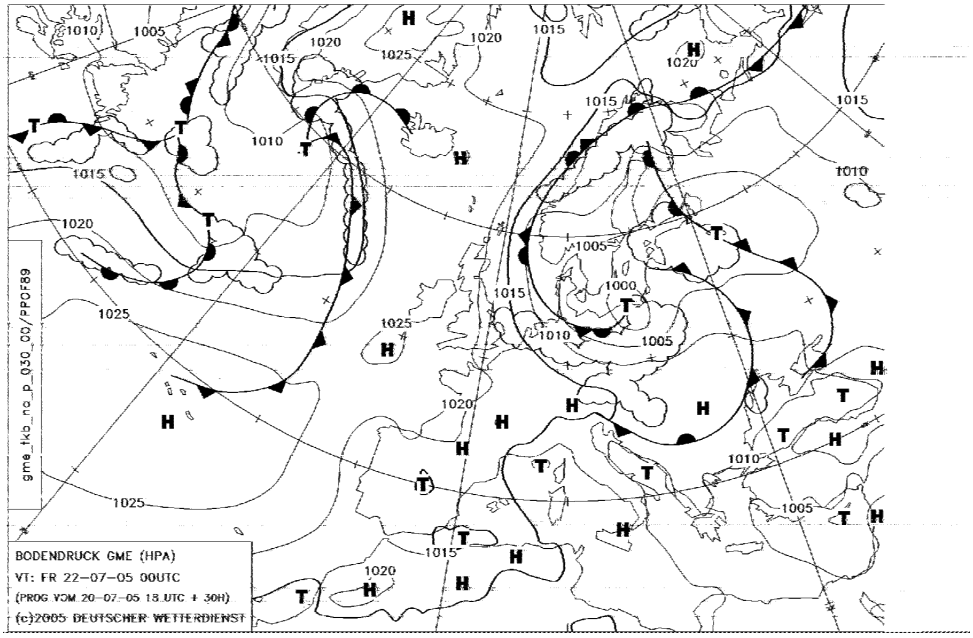
Pro zobrazení existuje několik způsobů od laserového vykreslování na fotografický papír, který se pak musí nechat vyvolat až po elektromechanické řádkové systémy, kde se informace zobrazují na elektrocitlivý papír jehož, zčernání je přímo úměrné procházejícímu proudu. Řádek bývá dlouhý až 40 cm a vzdálenost mezi řádky je 0,25 mm.

V našem případě si vystačíme s počítačem PC a některým s programů které podporují zvukovou kartu nebo Hamcomm modem.

Nejdůležitějšími parametry pro přenos jsou rychlost otáčení válce a IOC – index kooperace. IOC udává horizontální snímací poměr, pomocí jednoduchého vzorce lze převést na body:

$$\text{řádek} = \pi \times IOC \text{ bodů.}$$

Nejčastěji se používá 576 (1810 bodů) a o něco méně 288 (900 bodů), pro radioamatérské účely se používá pro některý z typů i 204 (pro rozlišení 640 bodů na řádek). I tady platí čím větší rozlišení tím delší doba přenosu a naopak.



Obrázek 11.5.: Typická synoptická mapa vysílaná na KV pomocí faksimile, zde ze stanice DDH3, rychlostí 120 lpm s IOC 576.

Rychlost otáčení válce za minutu *rpm* je ekvivalentní rychlosti vyjádřené v řádcích přenesených za minutu *lpm*. Profesionální stanice používají nejčastěji 120 lpm, v zemích východní Evropy a bývalého SSSR je to 90 lpm, tiskové agentury 60 lpm a meteo satelity používají 240 lpm. Pro radioamatérské účely se je možno použít i rychlosti 240, 360 a 480 lpm.

Většina stanic vysílá obrázky povětrnostních map pouze ve dvou barvách. Pro počítačový provoz byl vyvinut i barevný způsob předávání faksimile v režimu JV-Color (v JVFAXu). Takto vysílané barevné faksimile je velmi podobné SSTV. Jeden řádek je vysílán třikrát, v barevné sekvenci RGB, což dovoluje zobrazovat snímek už během příjmu.

Používané režimy vysílání

Označení	IOC	lpm	APT Start	d	APT Stop	d	Poznámka
Wefax 288	288	120 / 90 / 60	675 Hz	3 s	450 Hz	3 s	
Wefax 576	576	120 / 90 / 60	300 Hz	3 s	450 Hz	3 s	
Ham Color	204	360	200 Hz	5 s	450 Hz	5 s	barevný
Ham 288b	240	240 / 120	675 Hz	5 s	450 Hz	5 s	
Color 240	288	240	200 Hz	3 s	450 Hz	5 s	barevný
FAX 480	204	480	500 Hz	3 s	450 Hz	3 s	
Photopress	352	60	?	?	450 Hz	?	

d – minimální doba trvání (*duration*) APT signálu.

11.3. Profesionální stanice

Na krátkých vlnách funguje několik desítek stanic, z nichž některé jsou dobře zachytitelné i u nás, jiné jen při zlepšení podmínek. Vysílanými snímky jsou ve většině případů nejrůznější meteorologické mapy, synoptické mapy, grafy tlaku a nadmořské výšky, směru větu, předpovědi počasí, retransmise satelitních snímků a novinové zprávy tiskových agentur.

I v dnešní době Internetu má vysílání své opodstatnění. Hlavními odběrateli jsou námořní lodě, armáda, odlehlá letiště či ostrovy, kde je krátkovlnný přenos faksimile jedinou možností, jak si opatřit aktuální informace. Ty jsou často životně důležité, protože stanice vysílají i meteorologická varování před blížícími se bouřemi a hurikány.

Každá stanice má daný svůj denní rozpis vysílání, například viz obr. 11.6, podle kterého můžeme zjistit jaké snímky budou vysílány v určitou denní dobu.

Silné evropské stanice jsou vhodné pro první pokusy s příjmem faksimile. Po celý den je aktivní německá stanice DDHx na kmitočtech 3 855,0, 7 880,0 a 13 882,5 kHz. Jak bylo již řečeno, stanici přijímáme vždy v režimu USB a ladíme ji o 1 900 Hz níž než je uvedeno v rozpisu. Tudíž DDH3 ladíme na kmitočtu 3853,1 kHz. Vysílací rychlost je v tomto případě 120 lpm a IOC 576.

Dalším u nás dobře slyšitelným vysílačem je např. anglická stanice GYA vysílající z Northwoodu (120/576) na kmitočtech 2 618,5, 4 610,0, 8 040,0, 11 085,5 kHz (aktivní jsou minimálně dva současně).

Ze vzdálených vysílačů se dá téměř denně přijímat tokijská stanice JMH4, i když ji někdy ruší AM rozhlasová stanice na blízkém kmitočtu. Ze tří vysílačů je nejvhodnější JMH4 na 13597,0 kHz s výkonem 5 kW. Mimo obvyklých map, je na programu i retransmise snímků z družice GEOS-9 a to v 01:10 a 13:10 UTC.

Další tokijskou stanicí je JJC, jedná se o tiskovou agenturu Kyodo News Agency. Vysílání probíhá rychlostí 60 lpm a IOC 576, někdy i 120 lpm při vysílání synopt. map. Stanice vysílá současně na několika kmitočtech, z nichž pro nás přichází v úvahu některý z následujících 12 745,5, 16 971,0, 17 069,6, 22 542,0 kHz. Je nutno nutno poslechem zjistit, který je aktivní a podmínky příjmu jsou vyhovující. Zajímavé je, že provozovatelé stanice JJC už v roce 1997 uvažovali o ukončení provozu, pokud najdou nějaký jiný způsob pro šíření zpráv, zatím se tak nestalo a stanice stále noviny distribuuje pomocí faksimile.

Z radioamatérského hlediska je asi nejzajímavější samotný příjem stanic, takže ti co se zabývají dálkovým příjmem rozhlasu na KV si Při poslechu zajímavých DXů pak bude odměnou přijatý obrázek.

Kompletní seznam stanic seřazený podle zemí kmitočtů najdete na v kapitole 12.

Detailní seznam kmitočtů stanic a jejich rozpis programu je možno získat z publikace [55] *Worldwide Marine Radiofacsimile Broadcast Schedules*, kterou vydává National Oceanic and Atmospheric Administration's (NOAA) a která je volně přístupná ke stažení na Internetu.

Worldwide Marine Radiofacsimile Broadcast Schedules

`http://www.nws.noaa.gov/om/marine/rfax.pdf`

Dalším výborným zdrojem informací pro zájemce o příjem meteorologických dat jsou webové stránky světové meteorologické organizace W.M.O. Kromě všeobecných informací o meteorologii je zde možno nalézt i několik přehledů kmitočtů a prodrobných rozpisů vy-

sílání a to nejen pro fax, ale i pro další profesionální stanice, které pro distribuci meteodat používají radiodálnopis (RTTY), NAVTEX i další druhy digitálních provozů.

World Meteorological Organization

`http://www.wmo.ch/`

11.4. Retransmise satelitních snímků

Následující výčet je sestaven podle [55]. Je to seznam stanic, které na KV přeposílají obrázky z meteorologických družic. Všechny stanice v seznamu vysílají rychlostí 120 lpm a IOC 576.

UTC	Stanice	Ident.	Kmitočty [kHz]	Poznámka
00:30	Hawai USA	KVM70	9 982,5; 11 090; 16 135; 23 331,5	Vých. Pacifik, GEOS IR
00:45	Hawai USA	KVM70	9 982,5; 11 090; 16 135; 23 331,5	Záp. Pacifik, GEOS IR
01:10	Japonsko	JMHx	3 622,5; 7 305; **13597**	GEOS-9
01:01	Kanada	CFH	122,5; 4 271; 6 496,4; 10 536; 13 510;	IR spektrum
01:10	Čína	BAFx	8121,9; 10116,9; 14366,9; 16025,9; 18236,9	
01:30	Čína	BMF	5 250; 8 140; 13 900; 18 560;	GMS
01:43	Kalifornie USA	NMC	8 682; 12 786; 17 151,2; 22 527	SV Pacifik, GEOS IR
01:54	Kalifornie USA	NMC	8 682; 12 786; 17 151,2; 22 527	Pacifik, GEOS IR
02:00	Louisiana USA	NMG	4317,9; 8503,9; 12789,9; 17146,4	Tropy, GEOS IR
03:51	Massachusetts USA	NMF	4 235; 6 340,5; 9 110; 12 750	GEOS IR spektrum
05:06	Aljaška USA	NOJ	2 054; 4 298; 8 459; 12 412,5	GEOS IR spektrum
06:00	Indie	ATPxx	7404,9; 14 842,0	INSAT IR spektrum
06:30	Hawai USA	KVM70	9 982,5; 11 090; 16 135; 23 331,5	Vých. Pacifik, GEOS IR
06:45	Hawai USA	KVM70	9 982,5; 11 090; 16 135; 23 331,5	Záp. Pacifik, GEOS IR
07:10	Čína	BAFx	8 121,9; 10 116,9; 14 366,9; 16 025,9; 18 236,9	
07:10	Japonsko	JMHx	3 622,5; 7 305; **13597**	GEOS-9
07:30	Čína	BMF	5 250; 8 140; 13 900; 18 560;	GMS
07:37	Kalifornie USA	NMC	8 682; 12 786; 17 151,2; 22 527	Tropy, GEOS IR
08:00	Louisiana USA	NMG	4 317,9; 8 503,9; 12 789,9; 17 146,4	Tropy, GEOS IR
09:08	Kalifornie USA	NMC	8 682; 12 786; 17 151,2; 22 527	Pacifik, GEOS IR
09:51	Massachusetts USA	NMF	4 235; 6 340,5; 9 110; 12 750	GEOS IR spektrum
10:22	Kanada	CFH	122,5; 4 271; 6 496,4; 10 536; 13 510	IR spektrum
11:17	Aljaška USA	NOJ	2 054; 4 298; 8 459; 12 412,5	GEOS IR spektrum
11:30	Čile	CBV	4 228,0; 8 677,0; 17 146,4	
12:30	Hawai USA	KVM70	9 982,5; 11 090; 16 135; 23 331,5	Vých. Pacifik, GEOS IR
12:45	Hawai USA	KVM70	9 982,5; 11 090; 16 135; 23 331,5	Záp. Pacifik, GEOS IR
13:10	Čína	BAFx	8121,9; 10116,9; 14366,9; 16025,9; 18236,9	
13:10	Japonsko	JMHx	3 622,5; 7 305; **13 597**	GEOS-9
13:30	Čína	BMF	5 250; 8 140; **13 900**; 18 560	GMS
14:00	Louisiana USA	NMG	4 317,9; 8 503,9; 12 789,9; 17 146,4	Tropy, GEOS IR
14:03	Kalifornie USA	NMC	8 682; 12 786; 17 151,2; 22 527	SV Pacifik, GEOS IR
14:14	Kalifornie USA	NMC	8 682; 12 786; 17 151,2; 22 527	Pacifik, GEOS IR
15:03	Massachusetts USA	NMF	4 235; 6 340,5; 9 110; 12 750	GEOS IR spektrum
16:45	Čile	CBV	4 228,0; 8 677,0; 17 146,4	
17:06	Aljaška USA	NOJ	2 054; 4 298; 8 459; 12 412,5;	GEOS IR spektrum
18:27	Hawai USA	KVM70	9 982,5; 11 090; 16 135; 23 331,5	Vých. Pacifik, GEOS IR
18:42	Hawai USA	KVM70	9 982,5; 11 090; 16 135; 23 331,5	Záp. Pacifik, GEOS IR
19:02	Kalifornie USA	NMC	8 682; 12 786; 17 151,2; 22 527	Tropy, GEOS IR

19:10	Čína	BAFx	8 121,9; 10 116,9; 14 366,9; 16 025,9; 18 236,9	
19:10	Japonsko	JMHx	3 622,5; 7 305; **13 597**	GEOS-9
19:30	Čína	BMF	5 250; 8 140; **13 900**; 18 560;	GMS
19:30	Čile	CBV	4 228,0; 8 677,0; 17 146,4	
20:00	Louisiana USA	NMG	4 317,9; 8 503,9; 12 789,9; 17 146,4	Tropy, GEOS IR
21:13	Kalifornie USA	NMC	8 682; 12 786; 17 151,2; 22 527	Pacifik, GEOS IR
21:51	Massachusetts USA	NMF	4 235; 6 340,5; **9 110**; **12 750**	GEOS IR spektrum
23:17	Aljaška USA	NOJ	2 054; 4 298; 8 459; 12 412,5;	GEOS IR spektrum
23:25	Čile	CBV	4 228,0; 8 677,0; 17 146,4	

Stanice v seznamu patří k těm hodně vzdáleným, proto nelze spoléhat na to, že vždy budou podmínky příjmu takové, aby bylo možno signály zachytit a úspěšně zobrazit snímky. Tučně vyznačené jsou časy a kmitočty na kterých se mi podařilo snímky přijmout zde v ČR.

Žádná ze stanic nevysílá snímky, které by byli zajímavé z hlediska určování počasí v Evropě. Ovšem není zde nouze na snímky hurikánů a tajfunů a dalších nám nezvyklých meteorologických úkazů.

11.4.1. Meteorologické satelity

Protože tuto publikaci může držet v ruce někdo koho příjem snímků z meteo satelitů zajímá více, věnujme tomuto tématu několik řádků.

Pro možnosti amatérského příjmu je možno využít družic NOAA na nízké orbitální dráze. Tyto družice vysílají v pásmu 137 MHz provozem WEFAX s amplitudovou modulací, takže je možné použít zvukovou kartu a některý z programů (JVComm32, WXtoIMG) k dekódování. Ke kvalitnímu příjmu by se měl používat přijímač se šířkou mezifrekvence 30 kHz, což bohužel běžné přijímače a TRXy nesplňují. Užší mezifrekvence má za následek zkreslení obrazu, také použití přijímače se širokopásmovou FM (okolo 200 kHz) není vhodné protože signál může být v šumu. Dále je nutné použít anténní systém s pravotočivou kruhovou polarizací např. antény typu turnstile (zkřížené dipóly) nebo QFH (Quadrifillar Helix Antenna).

Družice NOAA, MetOP a Fengyun své palubě navíc nesou snímače a vysílače pro přenos obrazu ve velkém rozlišení – HRPT (High Resolution Image Transmission). Vysílání probíhá v pásmu 1,6 GHz, ale použitý systém je digitální a pro příjem dat je nutno použít kromě konvertoru i speciální modem a příjem je ještě ztížen o to, že je nutno antény během přeletu směřovat na družici. K tomu je třeba využít počítačem řízený rotátor s nastavením azimutu a elevace.

Další možností je příjem z geostacionární družice Meteosat. V červnu 2006 bylo ukončeno analogové vysílání WEFAX v pásmu 1,6 GHz. K příjmu bylo nutno doplnit přijímač NOAA konvertorem a jako anténní systém bylo možno využít parabolu nebo yagi.

Náhradou za starý systému Meteosat je nový systém MSG (Meteosat Second Generation) fungující od roku 2004 v ostrém provozu. Digitální data LRIT (*Low Rate Information Transmission*) a HRIT (*High Rate Information Transmission*) jsou vysílána přes televizní transpondér EuroBird 9 (v pásmu Ku 10,7 – 12,75 GHz) na kmitočtu 11 976,82 MHz (EUMETCAST). K jejich dekódování je potřeba karta pro příjem digitální televize DVB-S do PC. Jedná se např. o TechniSat SkyStar 2, která se vyrábí buď v interním provedení pro sběrnici PCI nebo jako externí zařízení fungující přes rozhraní USB, k příjmu je nutné použít software tq®-TELLICAST. Nevýhodou je, že téměř všechna data jsou distribuována zašifrovaná, takže je nutno se zaregistrovat u provozovatele Eumetsatu a zakoupit klíč, jehož cena pro amatérské

účely je €100 (software je za €60 a klíč za €40). Také jsou kladeny vyšší nároky na konfiguraci PC – 2 GHz CPU, 1 GB RAM, 36 GB HDD.

Radiometr Meteosatu 8 a 9 poskytuje snímky v 11 kanálech o rozlišení 3 kilometry na pixel a v jednom kanále (HRV – High Resolution Visible channel) s obrazovou informací ve viditelném spektru o rozlišení 1 km, i když vzhledem k šikmé projekci povrchu Země je třeba pro Evropu a okraje glóbu rozlišení trochu horší. Obrazová data (High Rate SEVIRI) mají standardně velikost 3712×3712 bodů a ve velkém rozlišení 5568×11136 bodů. Data jsou z družice nejprve odeslána primární stanici v německém Darmstadtu, kde se provede jejich zpracování a poté následná distribuce uživatelům přes EuroBird 9.

Meteosat 9 poskytuje kompletní snímek Země každých 15 minut, na Meteosatu 8 jsou v intervalech 5 minut snímána oblast Evropy (Rapid Scanning Service). Kromě těchto dat jsou EUMETCASTem přenášeny další meteorologické produkty jako HRPT snímky NOAA a MetOp a zpracovaná data z dalších družicových snímačů (infračervená oblast, mikrovlny).

Data základní služby

Družice	Interval	Čas vysílání [UTC]
Meteosat 9 HRIT/LRIT	6 hodin	5:45, 11:45, 17:45, 23:45
Meteosat 7	6 hodin	00:00, 06:00, 12:00, 18:00
GOES 9, 10, 12, MTSAT-1R	3 hodiny	00:00, 03:00, 06:00, 09:00, 12:00, 15:00, 18:00, 21:00

11.5. Amatérský provoz

Provoz faksimile se v minulosti mezi radioamatéry nerozšířil tak jako SSTV. Je to především z důvodu složitosti vysílání pomocí mechanického zapisovače a snímače a relativně dlouhá doba přenosu ubírá tomuto komunikačnímu provozu na atraktivitě. Určitý rozvoj nastal až při použití počítače, ale i tak je zaslechnout na pásmu amatérský FAX velkou vzácností.

Použití faksimile se vyplatí používat při přenosu obrazu s opravdu velkým rozlišením, tedy pokud se nespokojíme s SSTV módy s vyšším rozlišením.

Počet řádků není přesně dán, ale měl by se dodržovat poměr stran obrazu 4:3. Nejčastěji se mezi radioamatéry používá IOC 288 a 576 s rychlostí 120 lpm nebo 240 lpm, použití dalších typů pak závisí na dohodě obou protistanic. Report se předává v obvyklém kódu RST (*Readibility, Strenght, Tone*).

Příležitost pro zachycení vzácně se vyskytujících amatérů je 3. víkend v srpnu, kdy probíhá *The International HF – FAX – Contest by DARC*. Zájemci o tento druh provozu se také mohou pokusit získat diplom vydávaný DARC za oboustranná spojení FAX.

11.5.1. EU – FAX – Diplom

Vydává se za oboustranná spojení provozem faksimile. Diplom se vydává ve třech třídách za spojení s Evropskými zeměmi a prefixy: za 10 prefixů v pěti zemích, 20 prefixů v 10 zemích a 40 prefixů v 20 zemích. Evropské země jsou určeny seznamem WAE. Bez ohledu na pásma platí spojení od 1. 1. 1980 a QSL musí mít poznámku 2-way FAX. Potvrzený seznam QSL a 10DM nebo 15 IRC se zasílá na: *DARC FAX Manager, Werner Ludwig DF5BX, Post Box 1270, D-49110 Georgmarienshutte, Germany*.

11.5.2. The International HF – FAX – Contest by DARC

Tento kontest je pořádán organizací Deutscher Amateur Radio Club. Probíhá 3. víkend v měsíci srpnu, začíná v sobotu 8:00 UTC a končí v neděli 20:00 UTC. Probíhá na všech KV pásmech s výjimkou WARC. Vyhodnocují se dvě třídy – posluchači a jeden operátor. Všechna spojení musí proběhnout provozem faksimile, snímek výzvy by měl obsahovat CQ FAX TEST. Předává se report RST a číslo spojení od 001. Každé platné spojení je oceněno 1 bodem, násobiče jsou země WAE/DXCC a distrikty W, VE a JA. Se stejnou stanicí jsou platná spojení na více pásmech. Deník je třeba zaslat do 2 týdnů po závodě na adresu: *Werner Ludwig DF5BX, Post Box 1270, D-49110 Georgsmarienshuette, Germany*, email: `df5bx@darc.de`.

11.6. Mezinárodní doporučení pro vysílání faksimile

- Rychlost otáčení válce:

  60, 90, 120, 240 otáček za minutu, vyšší rychlosti než 120 rpm by měli být násobky 60 rpm.

- Průměr válce:

  152 mm, pro ploché zapisovače toto číslo udává šířku obrazového řádku (zahrnuje mrtvý sektor).

- Index of Co-operation (IOC):

  – 576 pro nejmenší černobílé obrazové elementy velikosti 0,4 mm,

  – 288 pro nejmenší element 0,7 mm

- Délka válce:

  Délka válce by měla být nejméně 550 mm.

- Snímací hustota:

  snímací hustota = IOC / průměr válce

  Je přibližně: 4 řádky na mm pro index 576, 2 řádky na mm pro index 288;

- Směr snímání:

  zleva doprava, od shora dolů.

- Prázdný sektor:

  4,5 % ± 0,5 % délky obrazového řádku. Signál vysílaný při průchodu snímače prázdným sektorem by měl odpovídat bílé barvě, ale je dovoleno, aby v prázdném sektoru byl vysílán černý pulz jehož délka nepřesáhne polovinu sektoru.

- Výběr IOC:

  Pro automatické nastavení IOC je vysílán střídající se signál pro černou a bílou barvu. Pro 576 střídání 300 Hz, pro 288 střídání 675 Hz. Průběh signálu by měl být zhruba obdélníkový.

- Synchronizace:

  Rychlost vysílání by měla být dodržena s přesností 5 ppm.

- Spuštění zapisovače:

  Má být automatické, nemělo by záviset na dalších signálech.

- Fázování:

  Vysílání by mělo být uvozeno šestisekundovým fázovacím signálem, kdy se střídá černá a bílá barva s následujícím kmitočtem:

  – 1,0 Hz pro 60 rpm,
  – 1,5 Hz pro 90 rpm,
  – 2,0 Hz pro 120 rpm.

- Ukončení vysílání:

  Vysláním střídajících se černých a bílých pulzů s kmitočtem střídání 450 Hz nasledovaným 10 sekundami signálu odpovídajícímu bíle barvě.

- Modulační charakteristiky:

  – Amplitudová modulace:

    Maximální úroveň modulace odpovídá signálu pro černou barvu. Hodnota nosného kmitočtu je 1800 Hz.

  – Frekvenční modulace:

    * Střední kmitočet je 1900 Hz.
    * Kmitočet pro černou barvu: 1500 Hz.
    * Kmitočet pro bílou barvu: 2300 Hz.

    Stabilita kmitočtů pro černou a bílou by měla být lepší než 8 Hz pro periodu 30 s a 16 Hz pro periodu 15 minut.

- Úrovně signálu pro AM:

  Přijímací zařízení by mělo rozlišit libovolné úrovně mezi +5 dB a −20 dB, nulová referenční úroveň odpovídá výkonu 1 mW rozptýlených na rezistoru hodnoty 600 Ω.

- Kontrast:

  Kontrast obrazu by měl být stejný pro vysíláni v rozsahu 12 až 25 dB.

- Přenos meteorologických map pomoci faksimile:

  – Při frekvenční modulaci pomocné nosné by měl být:

    * Střední kmitočet: 1900 Hz.
    * Kmitočet odpovídající černé: 1500 Hz.
    * Kmitočet odpovídající bíle: 2300 Hz.

  – Pokud je použitá modulace FSK, potom na krátkých vlnách (3 – 30 MHz):

    - Střední kmitočet: f_0.
    - Kmitočet odpovídající černé $f_0 - 400\,\mathrm{Hz}$.
    - kmitočet odpovídající bíle $f_0 + 400\,\mathrm{Hz}$.
- Pásmo kilometrových vln (30 kHz – 300 kHz):
    - Střední kmitočet: f_0.
    - Kmitočet odpovídající černé: $f_0 - 150\,\mathrm{Hz}$.
    - kmitočet odpovídající bíle: $f_0 + 150\,\mathrm{Hz}$.

FLEET WEATHER AND OCEANOGRAPHIC CENTRE, NORTHWOOD, ENGLAND

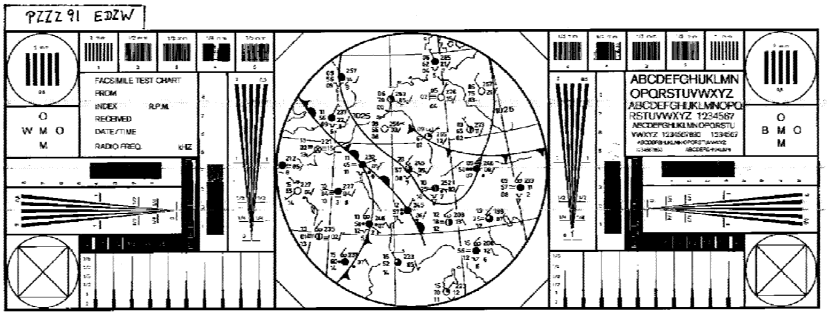
AMENDED B14A RADIOFAX SCHEDULE WITH EFFECT FROM 190001Z JAN 05

TIME	PRODUCT	TIME	PRODUCT
ALL TIMES IN ZULU			
0000	18Z SFC ANALYSIS	1200	06Z SFC ANALYSIS
0012	18Z SFC PROGNOSIS T+24	1212	06Z SFC PROGNOSIS T+24
0024	18Z 850MB WBPT/PPTN T+24	1224	06Z 850MB WBPT/PPTN T+24
0036	18Z OAT AND TD CONTOUR T+24	1236	06Z OAT AND TD CONTOUR T+24
0048	12Z SHIP ICE ACCRETION	1248	00Z SHIP ICE ACCRETION
0100	MAIN SCHEDULE	1300	MAIN SCHEDULE
0124	QSL REPORT	1324	QSL REPORT
0136	OCEAN FRONTS	1336	OCEAN FRONTS
0148	18Z 300MB GPH	1348	06Z 300MB GPH
0212	SYMBOLOGY	1400	00Z SEA SURFACE TEMP T+12
0236	00Z SFC ANALYSIS	1436	12Z SFC ANALYSIS
0300	00Z SFC ANALYSIS	1500	12Z SFC ANALYSIS
0348	04Z GALE WARNING SUMMARY	1548	16Z GALE WARNING SUMMARY
0400	00Z SFC ANALYSIS	1600	12Z SFC ANALYSIS
0412	00Z OAT AND TD CONTOUR T+24	1612	12Z OAT AND TD CONTOUR T+24
0424	00Z 850MB WBPT/PPTN T+24	1624	12Z 850MB WBPT/PPTN T+24
0436	00Z SFC PROGNOSIS T+24	1636	12Z SFC PROGNOSIS T+24
0448	06Z SCEXAS TAFS	1648	18Z SCEXAS TAFS
0500	00Z SFC ANALYSIS	1700	12Z SFC ANALYSIS
0512	00Z SFC PROGNOSIS T+24	1712	12Z SFC PROGNOSIS T+24
0524	00Z SFC PROGNOSIS T+48	1724	12Z SFC PROGNOSIS T+48
0536	06Z SCEXAS TAFS	1736	18Z SCEXA TAFS
0548	06Z GALE WARNING SUMMARY	1748	18Z GALE WARNING SUMMARY
0600	00Z SFC ANALYSIS	1800	12Z SFC ANALYSIS
0612	00Z SFC PROG T+24	1812	12Z SFC PROG T+24
0624	00Z JMC T+12	1824	12Z JMC T+12
0636	00Z JMC T+24	1836	12Z JMC T+24
0648	07Z SCEXA TAFS	1848	19Z SCEXA TAFS
0700	07Z SPARE SCEXA TAFS	1900	19Z SPARE SCEXA TAFS
0712	00Z SIG WINDS T+24	1912	12Z SIG WINDS T+24
0724	00Z SFC PROGNOSIS T+48	1924	12Z SFC PROGNOSIS T+48
0736	00Z SFC PROGNOSIS T+72	1936	12Z SFC PROGNOSIS T+72
0748	00Z SFC PROGNOSIS T+96	1948	12Z SFC PROGNOSIS T+96
0800	00Z SFC PROGNOSIS T+120	2000	12Z SFC PROGNOSIS T+120
0812	00Z THICKNESS/GPH ANALYSIS	2012	12Z THICKNESS/GPH ANALYSIS
0824	00Z SIG WINDS T+48	2024	12Z SIG WINDS T+48
0836	00Z SIG WINDS T+72	2036	12Z SIG WINDS T+72
0848	00Z SIG WINDS T+96	2048	12Z SIG WINDS T+96
0900	06Z SFC ANALYSIS	2100	18Z SFC ANALYSIS
0912	00Z THICKNESS/GPH ANALYSIS	2112	12Z THICKNESS/GPH ANALYSIS
0924	00Z THICKNESS/GPH T+24	2124	12Z THICKNESS/GPH T+24
0936	00Z 850MB SPOT WINDS T+24	2136	12Z 850MB SPOT WINDS T+24
0948	00Z 700MB SPOT WINDS T+24	2148	12Z 700MB SPOT WINDS T+24
1000	06Z SFC ANALYSIS	2200	18Z SFC ANALYSIS
1012	06Z SFC PROGNOSIS T+24	2212	18Z SFC PROGNOSIS T+24
1024	06Z REDUCED VIS T+24	2224	18Z REDUCED VIS T+24
1036	06Z 850MB WBPT/PPTN T+24	2236	18Z 850MB WBPT/PPTN T+24
1048	06Z OAT AND TD CONTOUR T+24	2248	18Z OAT AND TD CONTOUR T+24
1100	06Z SFC ANALYSIS	2300	18Z SFC ANALYSIS
1112	06Z SFC PROGNOSIS T+24	2312	18Z SFC PROGNOSIS T+24
1124	06Z SEA AND SWELL T+24	2324	18Z SEA AND SWELL T+24
1136	00Z THICKNESS/GPH T+24	2336	12Z THICKNESS/GPH T+24
1148	00Z GALE WARNING SUMMARY	2348	12Z GALE WARNING SUMMARY

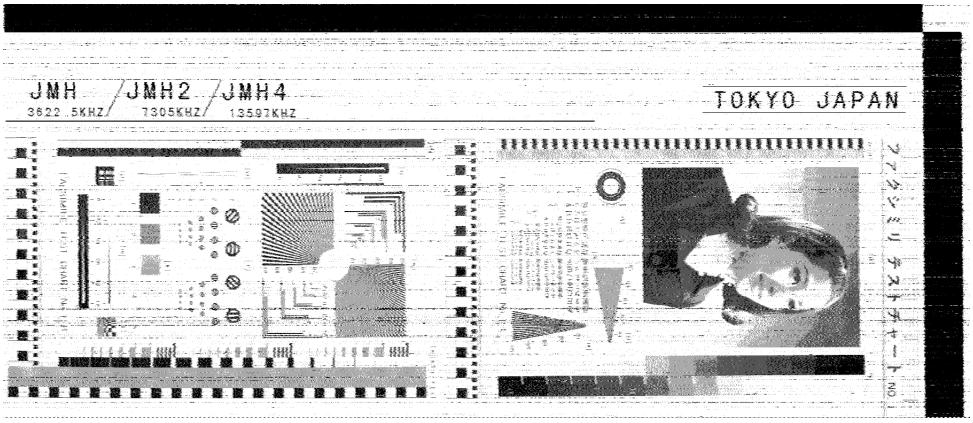
FREQS

2618.5KHZ
4610.0KHZ
8040.0KHZ
110885.5KHZ

Obrázek 11.6.: Rozpis vysílání stanice GYA.



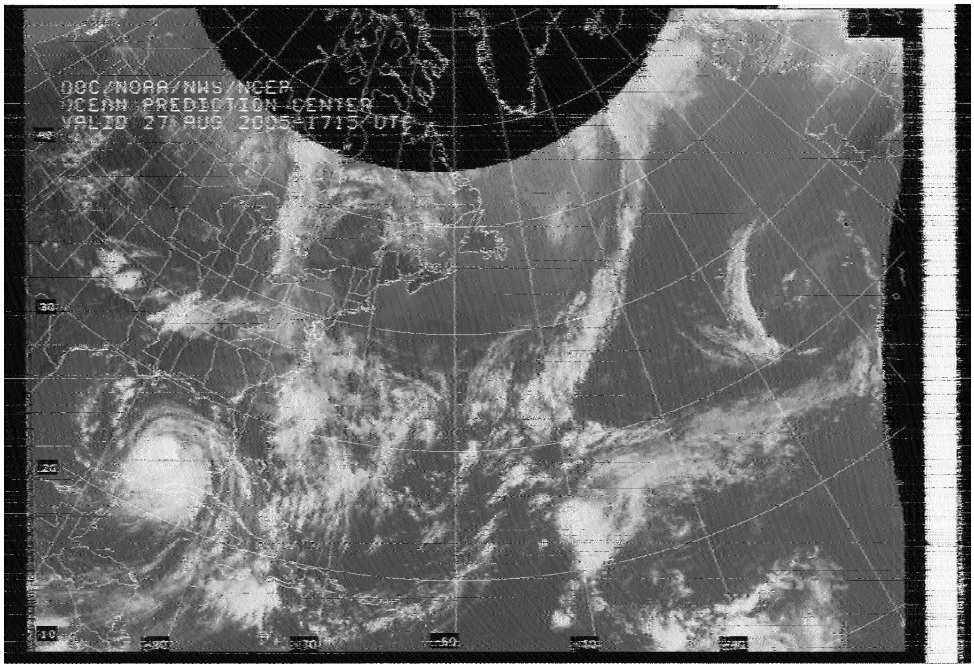
Obrázek 11.7.: Testovací snímek DDH3 vysílaný denně v 11:10 UTC.



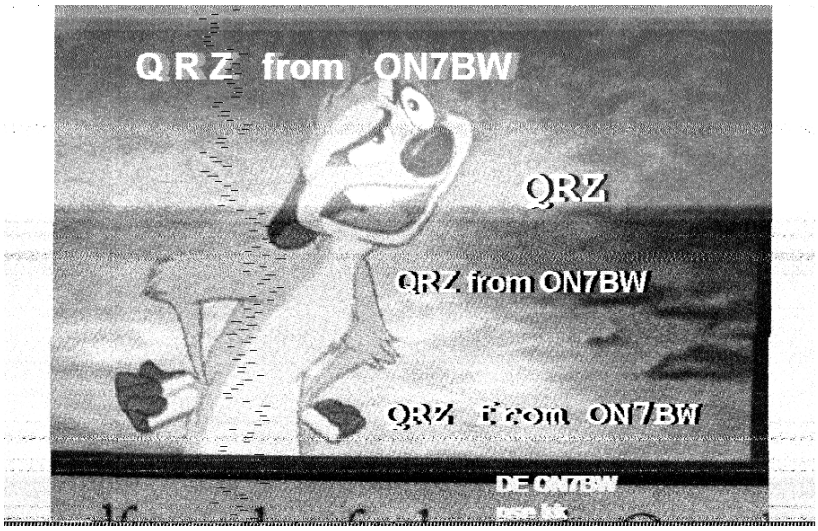
Obrázek 11.8.: Testovací snímek JMH4 vysílaný denně v 13:00 UTC.



Obrázek 11.9.: Obvyklé vysílání stanice JJC.



Obrázek 11.10.: Retransmise družicových snímků stanice NMF z Bostonu, přijaté na 12 750 kHz, hurikán Katrina se právě nachází v Mexickém zálivu.



Obrázek 11.11.: Radioamatérská faksimile ON7BW zachycená v pásmu 14 MHz, rychlost 240 lpm, IOC 288.

12. Přehled profesionálních stanic

Stanice svůj kmitočet udávají jako kmitočet nosné, nezapomeňte tedy ladit při navolené modulaci USB o 1,9 kHz níž. Čas je udávaný v UTC (*Coordinated Universal Time*) (mínus 2 hodiny středoevropského letního času nebo mínus 1 hodina SEČ v zimě).

12.1. Evropa

Atény, Řecko

Ident.	Kmitočet	lpm / IOC	Výkon	Poznámka
SVJ4	4 481,0 kHz	120 / 576	8 kW	08:45–10:44
SVJ4	8 105,0 kHz	120 / 576	8 kW	08:45–10:44

Čas vysílání: 08:45–10:44.

Hamburg/Pinnenberg, Německo

Ident.	Kmitočet	lpm / IOC	Výkon	Poznámka
DDH3	3 855,0 kHz	120 / 576	10 kW	
DDK3	7 880,0 kHz	120 / 576	20 kW	
DDK6	13 882,5 kHz	120 / 576	20 kW	

Čas vysílání: 04:30–11:45, 15:20-22:00.

Řím, Itálie

Ident.	Kmitočet	lpm / IOC	Výkon	Poznámka
IMB51	4 777,5 kHz	120 / 576	5 kW	
IMB55	8 146,6 kHz	120 / 576	5 kW	
IMB56	13 597,4 kHz	120 / 576	5 kW	

Čas vysílání: nepřetržité.

Moskva, Rusko

Ident.	Kmitočet	lpm / IOC	Výkon	Poznámka
	3 830,0 kHz	90, 120 / 576, 288		
	5 008,0 kHz	90, 120 / 576, 288		
	6 987,0 kHz	90, 120 / 576, 288		
	7 695,0 kHz	90, 120 / 576, 288		
RCC76	10 980,0 kHz	90, 120 / 576, 288		
RDD78	11 617,0 kHz	90, 120 / 576, 288		
RCC76	10 980,0 kHz	90, 120 / 576, 288		

Čas vysílání: nepřetržité.

Murmansk, Rusko

Ident.	Kmitočet	lpm / IOC	Výkon	Poznámka
RBW41	5 336,0 kHz	90, 120 / 576		
RBW41	6 445,5 kHz	90, 120 / 576		hlavní kmitočet
RBW41	7 908,8 kHz	90, 120 / 576		19:00–06:00
RBW48	10 130,0 kHz	90, 120 / 576		06:00–19:00

Čas vysílání: 07:00–08:00, 14:00–14:30, 18:50, 20:00.

Northwood, Velká Británie

Ident.	Kmitočet	lpm / IOC	Výkon	Poznámka
GYA	2 618,5 kHz	120 / 576	10 kW	20:00–06:00
GYA	4 610,0 kHz	120 / 576	10 kW	
GYA	8 040,0 kHz	120 / 576	10 kW	
GYA	11 086,5 kHz	120 / 576	10 kW	06:00–20:00

Čas vysílání: nepřetržité, na minimálně dvou kmitočtech zároveň.

12.2. Afrika

Cape Naval, Jižní Afrika

Ident.	Kmitočet	lpm / IOC	Výkon	Poznámka
ZSJ	4 014,0 kHz	120 / 576	10 kW	pouze od 16 h do 06 h
ZSJ	7 508,0 kHz	120 / 576	10 kW	
ZSJ	13 538,0 kHz	120 / 576	10 kW	
ZSJ	18 238,0 kHz	120 / 576	10 kW	pouze od 06 h do 16 h

Čas vysílání: 04:30–11:00, 15:30, 17:00, 22:30.

12.3. Asie

Peking, Čína

Ident.	Kmitočet	lpm / IOC	Výkon	Poznámka
BAF6	5 526,9 kHz	120 / 576	6-8 kW	
BAF36	8 121,9 kHz	120 / 576	6-8 kW	
BAF4	10 116,9 kHz	120 / 576	10 kW	
BAF8	14 366,9 kHz	120 / 576	15 kW	
BAF9	16 025,9 kHz	120 / 576	?? kW	
BAF33	18 236,9 kHz	120 / 576	6-8 kW	

Čas vysílání: 00:08–11:58, 13:40, 19:04–22:40.

Peking, Čína

Ident.	Kmitočet	lpm / IOC	Výkon	Poznámka
3SD	8 461,9 kHz	120 / 576	10 kW	
3SD	12 831,9 kHz	120 / 576	10 kW	
3SD	16 903,9 kHz	120 / 576	30 kW	

Čas vysílání: 07:55, 11:30.

Shanghai, Čína

Ident.	Kmitočet	lpm / IOC	Výkon	Poznámka
BDF	3 241,0 kHz	120 / 576		
BDF	5 100,0 kHz	120 / 576		
BDF	7 420,0 kHz	120 / 576		
BDF	11 420,0 kHz	120 / 576		
BDG	18 940,0 kHz	120 / 576		

Čas vysílání: 00:10, 01:30, 18:10, 20:30.

New Delhi, Indie

Ident.	Kmitočet	lpm / IOC	Výkon	Poznámka
ATP57	7 404,9 kHz	120 / 576	10 kW	14:30–02:30
ATP65	14 842,0 kHz	120 / 576	10 kW	02:30–14:30

Čas vysílání: nepřetržité.

Tokyo, Japonsko

Ident.	Kmitočet	lpm / IOC	Výkon	Poznámka
JMH	3 622,5 kHz	120 / 576	5 kW	
JMH2	7 305,0 kHz	120 / 576	5 kW	
JMH4	13 597,0 kHz	120 / 576	5 kW	

Čas vysílání: nepřetržité.

Pevek, poloostrov Čukotka

Ident.	Kmitočet	lpm / IOC	Výkon	Poznámka
	148,0 kHz	90 / 576		

Čas vysílání: 05:30–07:30, 11:30–13:30, 14:30–16:30.

Taipei, Čína

Ident.	Kmitočet	lpm / IOC	Výkon	Poznámka
BMF	4 616,0 kHz	120 / 576	10 kW	
BMF	5 250,0 kHz	120 / 576	10 kW	
BMF	8 140,0 kHz	120 / 576	10 kW	
BMF	13 900,0 kHz	120 / 576	10 kW	
BMF	18 560,0 kHz	120 / 576	10 kW	

Čas vysílání: 00:40–10:10, 13:10–22:10.

Soul, Jižní Korea

Ident.	Kmitočet	lpm / IOC	Výkon	Poznámka
HLL1	3 585,0 kHz	120 / 576	3 kW	
HLL2	5 857,5 kHz	120 / 576	3 kW	
HLL3	7 433,5 kHz	120 / 576	3 kW	
HLL4	9 165,0 kHz	120 / 576	3 kW	
HLL5	13 570,0 kHz	120 / 576	3 kW	

Čas vysílání: 00:00–10:40, 12:00–22:40.

Bangkok, Thajsko

Ident.	Kmitočet	lpm / IOC	Výkon	Poznámka
HSW64	7 396,8 kHz	120 / 576	3 kW	

Čas vysílání: 00:50–06:00, 07:20–10:20, 13:00, 17:00, 23:00.

Kyodo News Agency, Japonsko

Ident.	Kmitočet	lpm / IOC	Výkon	Poznámka
JJC	4 316,0 kHz	60 / 576	5 kW	meteo. mapy 120 lpm
JJC	8 467,5 kHz	60 / 576	10 kW	meteo. mapy 120 lpm
JJC	12 745,5 kHz	60 / 576	15 kW	meteo. mapy 120 lpm
JJC	16 971,0 kHz	60 / 576	15 kW	meteo. mapy 120 lpm
JJC	17 069,6 kHz	60 / 576	15 kW	meteo. mapy 120 lpm
JJC	22 542,0 kHz	60 / 576	15 kW	meteo. mapy 120 lpm

Čas vysílání: 01:45–07:45, 11:00–11:30, 13:35–22:15.

Kyodo News Agency, Singapur

Ident.	Kmitočet	lpm / IOC	Výkon	Poznámka
9VF/252	16 035,0 kHz	60 / 576	10 kW	07:40–10:10, 14:15–18:15
9VF/252	17 430,0 kHz	60 / 576	10 kW	07:40–10:10, 14:15–18:15

Čas vysílání: 07:40–10:10, 14:15–18:15.

Northwood, základna v Perském Zálivu

Ident.	Kmitočet	lpm / IOC	Výkon	Poznámka
GYA	6 834,0 kHz	120 / 576	10 kW	18:00–08:00
GYA	14 436,0 kHz	120 / 576	10 kW	nepřetržitý provoz
GYA	18 261,0 kHz	120 / 576	10 kW	08:00–18:00

12.4. Jižní Amerika

Rio de Janeiro, Brazílie

Ident.	Kmitočet	lpm / IOC	Výkon	Poznámka
PWZ-33	12 665,0 kHz	120 / 576	1 kW	
PWZ-33	16 978,0 kHz	120 / 576	1 kW	

Čas vysílání: 07:45–08:50,16:30–17:35.

Valparaiso Playa Ancha, Čile

Ident.	Kmitočet	lpm / IOC	Výkon	Poznámka
CBV	4 228,0 kHz	120 / 576	1 kW	
CBV	8 677,0 kHz	120 / 576	1 kW	
CBV	17 146,4 kHz	120 / 576	1 kW	

Čas vysílání: 11:15–23:25.

12.5. Severní Amerika

Halifax, Nova Scotia Kanada

Ident.	Kmitočet	lpm / IOC	Výkon	Poznámka
CFH	122,5 kHz	120 / 576	10 kW	
CFH	4 271,0 kHz	120 / 576	6 kW	
CFH	6 496,4 kHz	120 / 576	6 kW	
CFH	10 536,0 kHz	120 / 576	6 kW	
CFH	13 510,0 kHz	120 / 576	6 kW	

Čas vysílání: nepřetržité.

Iqaluit, NWT Kanada

Ident.	Kmitočet	lpm / IOC	Výkon	Poznámka
VFF	3 253,0 kHz	120 / 576	5 kW	21:00–23:30
VFF	7 710,0 kHz	120 / 576	5 kW	00:10–09:00

Čas vysílání: vysílá od půlky června do konce listopadu.

Resolute, NWT Kanada

Ident.	Kmitočet	lpm / IOC	Výkon	Poznámka
VFR	3 253,0 kHz	120 / 576	5 kW	00:10–09:00
VFR	7 710,0 kHz	120 / 576	5 kW	21:00–23:30

Čas vysílání: vysílá od půlky června do konce listopadu.

Sydney, Nova Scotia Kanada

Ident.	Kmitočet	lpm / IOC	Výkon	Poznámka
VCO	4 416,0 kHz	120 / 576		11:21, 11:42, 17:41
VCO	6 915,0 kHz	120 / 576		22:00, 23:31

Čas vysílání: dle kmitočtu.

Kodiak, Alaska USA

Ident.	Kmitočet	lpm / IOC	Výkon	Poznámka
NOJ	2 054,0 kHz	120 / 576	7.5 kW	
NOJ	4 298,0 kHz	120 / 576	7.5 kW	
NOJ	8 459,0 kHz	120 / 576	7.5 kW	
NOJ	12 412,5 kHz	120 / 576	7.5 kW	

Čas vysílání: 04:00–11:59, 16:00-00:18.

Pt. Reyes, California USA

Ident.	Kmitočet	lpm / IOC	Výkon	Poznámka
NMC	4 346,0 kHz	120 / 576	4 kW	01:40–16:08
NMC	8 682,0 kHz	120 / 576	4 kW	
NMC	12 786,0 kHz	120 / 576	4 kW	
NMC	17 151,2 kHz	120 / 576	4 kW	
NMC	22 527,0 kHz	120 / 576	4 kW	18:40–23:56

Čas vysílání: nepřetržité.

New Orleans, Louisiana USA

Ident.	Kmitočet	lpm / IOC	Výkon	Poznámka
NMG	4 317,9 kHz	120 / 576	4 kW	
NMG	8 503,9 kHz	120 / 576	4 kW	
NMG	12 789,9 kHz	120 / 576	4 kW	
NMG	17 146,4 kHz	120 / 576	4 kW	12:00–20:45

Čas vysílání: 00:00–08:45, 12:00–20:45.

Boston, Massachusetts USA

Ident.	Kmitočet	lpm / IOC	Výkon	Poznámka
NMF	4 235,0 kHz	120 / 576	4 kW	02:30–10:28
NMF	6 340,5 kHz	120 / 576	4 kW	
NMF	9 110,0 kHz	120 / 576	4 kW	
NMF	12 750,0 kHz	120 / 576	4 kW	14:00–22:28

Čas vysílání: 02:30–10:28, 14:00–22:28.

Inuvik, Kanada

Ident.	Kmitočet	lpm / IOC	Výkon	Poznámka
VFA	8 457,8 kHz	120 / 576	1 kW	02:00, 16:30

Čas vysílání: 02:00, 16:30.

12.6. Austrálie a Oceánie

Charleville, Austrálie

Ident.	Kmitočet	lpm / IOC	Výkon	Poznámka
VMC	2 628,0 kHz	120 / 576	1 kW	09:00–19:00
VMC	5 100,0 kHz	120 / 576	1 kW	
VMC	11 030,0 kHz	120 / 576	1 kW	
VMC	13 920,0 kHz	120 / 576	1 kW	
VMC	20 469,0 kHz	120 / 576	1 kW	19:00–09:00

Čas vysílání: nepřetržité.

Wiluna, Austrálie

Ident.	Kmitočet	lpm / IOC	Výkon	Poznámka
VMW	5 755,0 kHz	120 / 576	1 kW	11:00–21:00
VMW	7 535,0 kHz	120 / 576	1 kW	
VMW	10 555,0 kHz	120 / 576	1 kW	
VMW	15 615,0 kHz	120 / 576	1 kW	
VMW	18 060,0 kHz	120 / 576	1 kW	21:00–11:00

Čas vysílání: nepřetržité.

Wellington, Nový Zéland

Ident.	Kmitočet	lpm / IOC	Výkon	Poznámka
ZKLF	3 247,4 kHz	120 / 576	5 kW	09:45–17:00
ZKLF	5 807,0 kHz	120 / 576	5 kW	
ZKLF	9 459,0 kHz	120 / 576	5 kW	
ZKLF	13 550,5 kHz	120 / 576	5 kW	
ZKLF	16 340,1 kHz	120 / 576	5 kW	21:45–05:00

Čas vysílání: 00:00–04:00, 09:00–16:00, 21:00–23:00 (začátek vždy v celou hodinu).

Honolulu, Hawaii USA

Ident.	Kmitočet	lpm / IOC	Výkon	Poznámka
KVM70	9 982,5 kHz	120 / 576	5 kW	05:19–15:56
KVM70	11 090,0 kHz	120 / 576	5 kW	
KVM70	16 135,0 kHz	120 / 576	5 kW	17:19–03:56

Čas vysílání: nepřetržité, dle kmitočtu.

12.7. Přehled podle kmitočtů

Kmit. [kHz]	Identif. kód	Stanice	lpm/IOC	Poznámka
122,5	CFH	Halifax, Nova Scotia Kanada	120/576	
148,0		Pevek, poloostrov Čukotka	90/576	
2 054,0	NOJ	Kodiak, Alaska USA	120/576	
2 618,5	GYA	Northwood, Velká Británie	120/576	20:00–06:00
2 628,0	VMC	Charleville, Austrálie	120/576	09:00–19:00
3 241,0	BDF	Shanghai, Čína	120/576	
3 247,4	ZKLF	Wellington, Nový Zéland	120/576	09:45–17:00
3 253,0	VFF	Iqaluit, NWT Kanada	120/576	21:00–23:30
3 253,0	VFR	Resolute, NWT Kanada	120/576	00:10–09:00
3 585,0	HLL1	Soul, Jižní Korea	120/576	
3 622,5	JMH	Tokyo, Japonsko	120/576	
3 830,0		Moskva, Rusko	90, 120/576	IOC 288
3 855,0	DDH3	Hamburg/Pinnenberg, Německo	120/576	
4 228,0	CBV	Valparaiso Playa Ancha, Čile	120/576	
4 235,0	NMF	Boston, Massachusetts USA	120/576	02:30–10:28
4 271,0	CFH	Halifax, Nova Scotia Kanada	120/576	
4 298,0	NOJ	Kodiak, Alaska USA	120/576	
4 316,0	JJC	Kyodo News Agency, Japonsko	60/576	meteo. mapy 120 lpm
4 317,9	NMG	New Orleans, Louisiana USA	120/576	
4 346,0	NMC	Pt. Reyes, California USA	120/576	01:40–16:08
4 416,0	VCO	Sydney, Nova Scotia Kanada	120/576	11:21, 11:42, 17:41
4 481,0	SVJ4	Atény, Řecko	120/576	08:45–10:44
4 610,0	GYA	Northwood, Velká Británie	120/576	
4 616,0	BMF	Taipei, Čína	120/576	
4 777,5	IMB51	Řím, Itálie	120/576	
5 008,0		Moskva, Rusko	90, 120/576	IOC 288
5 100,0	BDF	Shanghai, Čína	120/576	
5 100,0	VMC	Charleville, Austrálie	120/576	
5 250,0	BMF	Taipei, Čína	120/576	
5 526,9	BAF6	Peking, Čína	120/576	
5 755,0	VMW	Wiluna, Austrálie	120/576	11:00–21:00
5 807,0	ZKLF	Wellington, Nový Zéland	120/576	
5 857,5	HLL2	Soul, Jižní Korea	120/576	
6 340,5	NMF	Boston, Massachusetts USA	120/576	
6 496,4	CFH	Halifax, Nova Scotia Kanada	120/576	
6 834,0	GYA	Northwood, základna v Perském Zálivu	120/576	18:00–08:00
6 915,0	VCO	Sydney, Nova Scotia Kanada	120/576	22:00, 23:31
6 987,0		Moskva, Rusko	90, 120/576	IOC 288
7 305,0	JMH2	Tokyo, Japonsko	120/576	
7 396,8	HSW64	Bangkok, Thajsko	120/576	
7 420,0	BDF	Shanghai, Čína	120/576	

(pokračování na další stránce)

Kmit. [kHz]	Identif. kód	Stanice	lpm/IOC	Poznámka
7 433,5	HLL3	Soul, Jižní Korea	120/576	
7 535,0	VMW	Wiluna, Austrálie	120/576	
7 695,0		Moskva, Rusko	90, 120/576	IOC 288
7 710,0	VFF	Iqaluit, NWT Kanada	120/576	00:10–09:00
7 710,0	VFR	Resolute, NWT Kanada	120/576	21:00–23:30
7 880,0	DDK3	Hamburg/Pinnenberg, Německo	120/576	
8 040,0	GYA	Northwood, Velká Británie	120/576	
8 105,0	SVJ4	Atény, Řecko	120/576	08:45–10:44
8 121,9	BAF36	Peking, Čína	120/576	
8 140,0	BMF	Taipei, Čína	120/576	
8 146,6	IMB55	Řím, Itálie	120/576	
8 457,8	VFA	Inuvik, Kanada	120/576	02:00, 16:30
8 459,0	NOJ	Kodiak, Alaska USA	120/576	
8 461,9	3SD	Peking, Čína	120/576	
8 467,5	JJC	Kyodo News Agency, Japonsko	60/576	meteo. mapy 120 lpm
8 503,9	NMG	New Orleans, Louisiana USA	120/576	
8 677,0	CBV	Valparaiso Playa Ancha, Čile	120/576	
8 682,0	NMC	Pt. Reyes, California USA	120/576	
9 110,0	NMF	Boston, Massachusetts USA	120/576	
9 165,0	HLL4	Soul, Jižní Korea	120/576	
9 459,0	ZKLF	Wellington, Nový Zéland	120/576	
9 982,5	KVM70	Honolulu, Hawaii USA	120/576	05:19–15:56
10 116,9	BAF4	Peking, Čína	120/576	
10 536,0	CFH	Halifax, Nova Scotia Kanada	120/576	
10 555,0	VMW	Wiluna, Austrálie	120/576	
10 980,0	RCC76	Moskva, Rusko	90, 120/576	IOC 288
10 980,0	RCC76	Moskva, Rusko	90, 120/576	IOC 288
11 030,0	VMC	Charleville, Austrálie	120/576	
11 086,5	GYA	Northwood, Velká Británie	120/576	06:00–20:00
11 090,0	KVM70	Honolulu, Hawaii USA	120/576	
11 420,0	BDF	Shanghai, Čína	120/576	
12 412,5	NOJ	Kodiak, Alaska USA	120/576	
12 745,5	JJC	Kyodo News Agency, Japonsko	60/576	meteo. mapy 120 lpm
12 750,0	NMF	Boston, Massachusetts USA	120/576	14:00–22:28
12 786,0	NMC	Pt. Reyes, California USA	120/576	
12 789,9	NMG	New Orleans, Louisiana USA	120/576	
12 831,9	3SD	Peking, Čína	120/576	
13 510,0	CFH	Halifax, Nova Scotia Kanada	120/576	
13 538,0	ZSJ	Cape Naval, Jižní Afrika	120/576	
13 550,5	ZKLF	Wellington, Nový Zéland	120/576	
13 570,0	HLL5	Soul, Jižní Korea	120/576	
13 597,0	JMH4	Tokyo, Japonsko	120/576	
13 597,4	IMB56	Řím, Itálie	120/576	

(pokračování na další stránce)

Kmit. [**kHz**]	**Identif. kód**	**Stanice**	**lpm/IOC**	**Poznámka**
13 882,5	DDK6	Hamburg/Pinnenberg, Německo	120/576	
13 900,0	BMF	Taipei, Čína	120/576	
13 920,0	VMC	Charleville, Austrálie	120/576	
14 366,9	BAF8	Peking, Čína	120/576	
14 436,0	GYA	Northwood, základna v Perském Zálivu	120/576	nepřetržitý provoz
14 842,0	ATP65	New Delhi, Indie	120/576	02:30–14:30
15 615,0	VMW	Wiluna, Austrálie	120/576	
16 025,9	BAF9	Peking, Čína	120/576	
16 035,0	9VF/252	Kyodo News Agency, Singapur	60/576	07:40–10:10, 14:15–18:15
16 135,0	KVM70	Honolulu, Hawaii USA	120/576	17:19–03:56
16 340,1	ZKLF	Wellington, Nový Zéland	120/576	21:45–05:00
16 903,9	3SD	Peking, Čína	120/576	
16 971,0	JJC	Kyodo News Agency, Japonsko	60/576	meteo. mapy 120 lpm
17 069,6	JJC	Kyodo News Agency, Japonsko	60/576	meteo. mapy 120 lpm
17 146,4	CBV	Valparaiso Playa Ancha, Čile	120/576	
17 146,4	NMG	New Orleans, Louisiana USA	120/576	12:00–20:45
17 151,2	NMC	Pt. Reyes, California USA	120/576	
17 430,0	9VF/252	Kyodo News Agency, Singapur	60/576	07:40–10:10, 14:15–18:15
18 060,0	VMW	Wiluna, Austrálie	120/576	21:00–11:00
18 236,9	BAF33	Peking, Čína	120/576	
18 261,0	GYA	Northwood, základna v Perském Zálivu	120/576	08:00–18:00
18 560,0	BMF	Taipei, Čína	120/576	
18 940,0	BDG	Shanghai, Čína	120/576	
20 469,0	VMC	Charleville, Austrálie	120/576	19:00–09:00
22 527,0	NMC	Pt. Reyes, California USA	120/576	18:40–23:56
22 542,0	JJC	Kyodo News Agency, Japonsko	60/576	meteo. mapy 120 lpm
Konec seznamu				

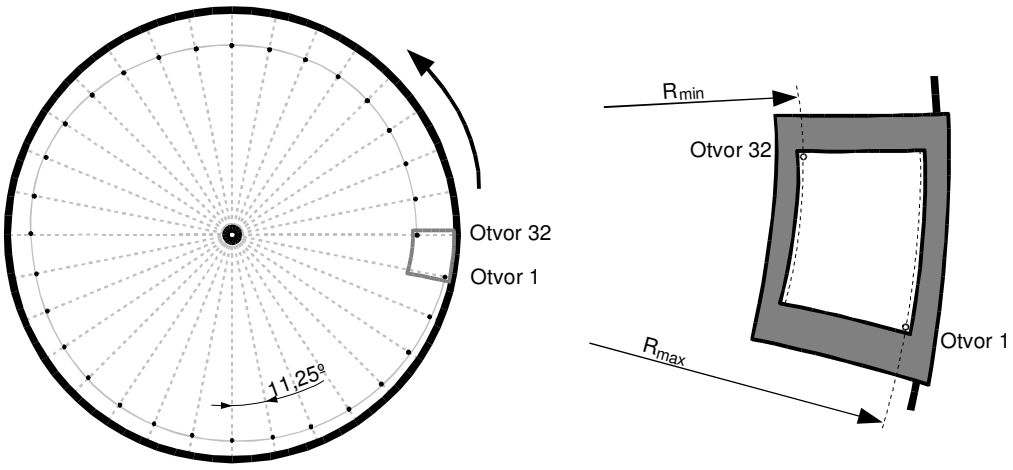
13. Úzkopásmová televize

Úzkopásmová televize (NBTV –*Narrow Band Television*) má své prvopočátky už na konci 19. století, kdy se začali konat praktické pokusy s přenosem pohyblivého obrazu a i dnešní parametry vychází z televizní soustavy, kterou navrhl v roce 1924 britský vynálezce John Logie Baird (*1888–†1946). Systém byl pak předveden světu a následovala řada úspěchů. V roce 1927 se podařilo pohyblivý televizní obraz přenést po 705 km dlouhé telefonní lince z Londýna do Glasgowa. Také prvenství přenosu televizního obrazu přes Atlantik náleží Bairdovi, v roce 1928 spojil Londýn a New York. Bairdův systém byl použit British Broadcasting Company (BBC) k prvnímu pravidelnému vysílání, od roku 1930.

13.1. Mechanická televize

Snímač obrazu i obrazovka Bairdovy televizní soustavy jsou založeny na mechanickém zařízení, jehož hlavní část tvoří rotující disk, který je po obvodu opatřen otvory umístěnými ve spirále. Tento disk vymyslel polský inženýr Paul Nipkow v roce 1884. Nipkowův disk v té době značně zjednodušil snímání a rozklad obrazu. Do té doby se totiž prováděly pokusy se snímači, kde každý obrazový bod musel být snímán vlastním fotočlánkem. Nipkowův kotouč vyžaduje fotočlánek pouze jeden a rozklad obrazu provádí rotující kotouč s otvory.

Baird tohoto principu využil a tak se na straně vysílání i příjmu použil Nipkowův disk, citlivější fotonky a pro zobrazení tlumivky s malou setrvačností. Elektronickou část tvořily elektronkové zesilovače. Bairdův systém má 30 otvorů, moderní adaptace 32.



Obrázek 13.1.: Nipkowův disk s 32 otvory.

Velikost obrazových prvků určují otvory umístěné po obvodu. Před kotoučem se nachází průhled. V každé poloze disku je vidět pouze jediný otvor. Při rotaci disku postupně pro-

běhnou všechny otvory celou plochu průhledu. Každý otvor tedy svým pohybem určuje který vertikální scan-řádek snímku bude právě zobrazen. Během jedné otáčky disku se zobrazí jeden snímek. Na straně vysílače se dopadající světlo ve fotonce převede na elektrický proud a tento signál může být dál zpracován a poté odvysílán.



Obrázek 13.2.: Bairdova televizní soustava s Nipkowovým diskem.

Na straně příjmu byla jako světelný zdroj použita tlumivka se svítícím výbojem v plynu. Její plocha byla o něco větší než je plocha průhledového rámečku. Celá plocha tlumivky svítí rovnoměrně jasem, který odpovídá přijímanému signálu v daném okamžiku. Pozorovatel, ale vidí jenom malou část této plochy přes pohybující se otvory. Díky synchronnímu otáčení disků na na straně vysílače a přijímače je pak v průhledovém rámečku viděn obraz.

Norma Bairdovy televize měla 30 řádků na snímek, kterých za sekundu přeneslo 12,5. Takového parametry samozřejmě neumožňují přenášet obraz v dobré kvalitě, ale i tak byl systém nasazen. Vysílání BBC používalo i dokonalejší systém se 60 otvory a americké stanice dokonce 80 a 96 otvorů pro kvalitnější obraz. Baird dokonce demonstroval i barevný a stereoskopický přenos. Majitelé přijímače si mohli v Anglii zakoupit gramofonové desky se zaznamenaným vysíláním, takže tu máme i předchůdce dnešních DVD disků :-)

Vysílání BBC trvalo až do roku 1935, kdy byl mechanický systém zcela nahrazen plně elektronickou televizí (s 405 řádky), kterou v Americe vyvinul Marconi.

13.2. Amatérská NBTV

Zájemce o provoz NBTV a nadšence, kteří si staví repliky mechanické televizní soustavy sdružuje *Narrow-bandwidth Television Association* (NBTVA).

Členové NBTVA kromě mechanických monitorů a snímačů navrhli a úspěšně vyzkoušeli převodníky FSTV/NBTV, nejrůznější generátory zkušebních obrazců a další. Také existují programy, které umožňují jako zdroj NBTV signálu použít zvukovou kartu.

Bohužel šířka pásma, kterou vyžaduje NBTV pro svůj přenos neumožňuje použít běžné komunikační transceivery.

13.2.1. Doporučený standard NBTVA

- Řádkovy rozklad: 400 Hz z dola nahoru;
- Počet řádků: 32 řádků;
- Snímkový rozklad: 12,5 Hz z prava do leva;
- Řádkové synchro. impulzy: min. 4 %, max. 10 % z řádku;
- Výška synchro. impulzu: 30 % pod úrovní černé;
- Šířka řádkového impulzu: 0,1 až 0,25 ms;
- Vertikální synchro. impulzy: normálně se nepoužívají;
- Poměr stran obrazu (šířka : výška): 2:3;
- Směr otáčení disku: protisměru hodin. ručiček;
- Umístění průhledu: na pravo;
- Vysílání obrazu amplitudovou modulací:
  - polarita: negativní, maximální amplituda synchronizace, minimální bílá;
  - modulační hloubka: 90 %, bílá odpovídá 10 % maxima;
  - Šířka pásma: 20 kHz;
- Vysílání obrazu frekvenční modulací:
  - polarita: pozitivní, maximální kmitočet odpovídá bílé, minimální synchronizaci;
  - odchylka: 15 kHz špička-špička;
  - šířka pásma: 35 kHz, 3 kanály v 12,5kHz rozteči;



Obrázek 13.3.: Snímky z vysílání BBC.

Narrow Band Television Association

`http://www.nbtv.org/`

13.3. Krátkovlnná pomalá televize

Proto, aby NBTV bylo možno vysílat běžným KV transceiverem je nutno snížit počet snímků za sekundu. Snížení je dosti razantní, z 12,5 snímků, které jsou ještě dostačující pro vytvoření dojmu souvislého pohybu na 2,6 nebo při použití 60 řádkového snímku na 1,3. V tomto případě se už nedá o plynulosti pohybu vůbec mluvit, pohyb je trhaný a vysílání spíš připomíná rychlý sled statických snímků.

Krátkovlnná NBTV, software HB9TLK:

`http://www.qsl.net/hb9tlk/`

14. Zpracování obrazů pomocí počítače

V této kapitole se zaměříme na přípravu obsahu našeho vysílání – úpravu obrazů a fotografií, před tím než je vypustíme do éteru.

K těmto účelům lze použít celou řadu programů od nejrůznějších komplexních editorů rastrových obrazů až po jednoduché prohlížeče s možností některých editačních funkcí. Některé editační funkce mají i samotné programy pro provoz SSTV, takže i ty je možné použít.

Při výběru vhodného programu záleží na uživateli a jeho potřebách a ačkoliv se ovládání programů může mírně odlišovat budou popsané postupy natolik obecné, že by neměl být problém dosáhnout za pomocí vašeho oblíbeného editoru kýžené výsledky. Vhodný editor je obecně jakýkoliv program pro úpravu rastrových obrazů např.: GIMP, Paint Shop Pro, Adobe Photoshop, Pixel32, ... Méně vhodné, ale přesto použitelné jsou programy pro editaci vektorových obrazů, např.: Corel Draw!, Inkscape, atd.

Popíšeme si obecně některé základní principy a postupy, které se používají ve většině programů. I když jsou v dalším textu některé věci ukázány v programu GIMP, viz. 14.4, neměl by být pro znalého uživatele problém najít stejné funkce v jeho oblíbeném editoru.

V části 14.4 je potom popsáno několik konkrétních postupů v kreslícím editoru GIMP.

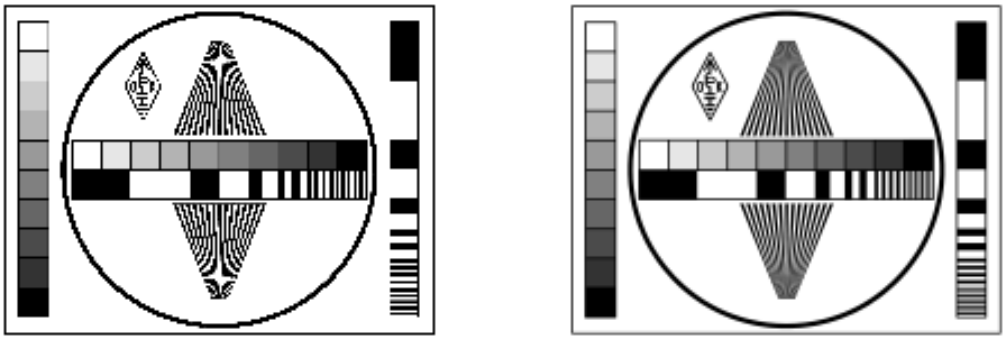
14.1. Změna rozměrů

SSTV používá na dnešní dobu relativně malé rozlišení v porovnání s tím jak velké snímky získáme z digitálních fotoaparátů, skenerů nebo různých internetových galerií. Před odvysíláním snímku tedy bude nutné upravit jeho velikost na konvenční rozlišení 320×240 pixelů. To samozřejmě zvládne většina SSTV programů, ale mnohdy snímky nemají poměr stran $4:3$ nebo chceme vybrat jen určitou část snímku, a tak je dobré upravit snímky už předem.

Změna velikosti obrazu s sebou přináší určitá rizika, z nichž nejvážnější je ukázáno na obr. 14.1, kde nám jako předloha posloužil testovací snímek ze stránky 183.

Zde je dobře patrný efekt vzniklý použitím dvou různých algoritmů pro zmenšování obrazů. Obrázek vlevo byl zmenšen tak, že v obraze byli pravidelně vypouštěny řádky a sloupce, ovšem obrázek vpravo byl zmenšen pomocí lineární interpolace. Rozdíl je patrný na první pohled, pixelové zmenšení způsobilo značné zkreslení a úplnou ztrátu některých detailů, např. zmizí tenké čáry nebo šikmé čáry začnou být znatelně zubaté. Lineární interpolace je k detailům mnohem šetrnější, přesto i tady dojde v závislosti na míře zmenšení k potlačení některých detailů a vzniku *moiré*, zde na šikmém rastru střídajících se černých a bílých čar.

Většina programů má možnost výběru použitého zmenšovacího algoritmu, zvolte tedy lineární interpolaci. Rastrový obraz vhodný pro interpolování musí mít alespoň 16 bitovou barevnou hloubku, pro indexované soubory (s paletou 256 a méně barev) nefunguje.

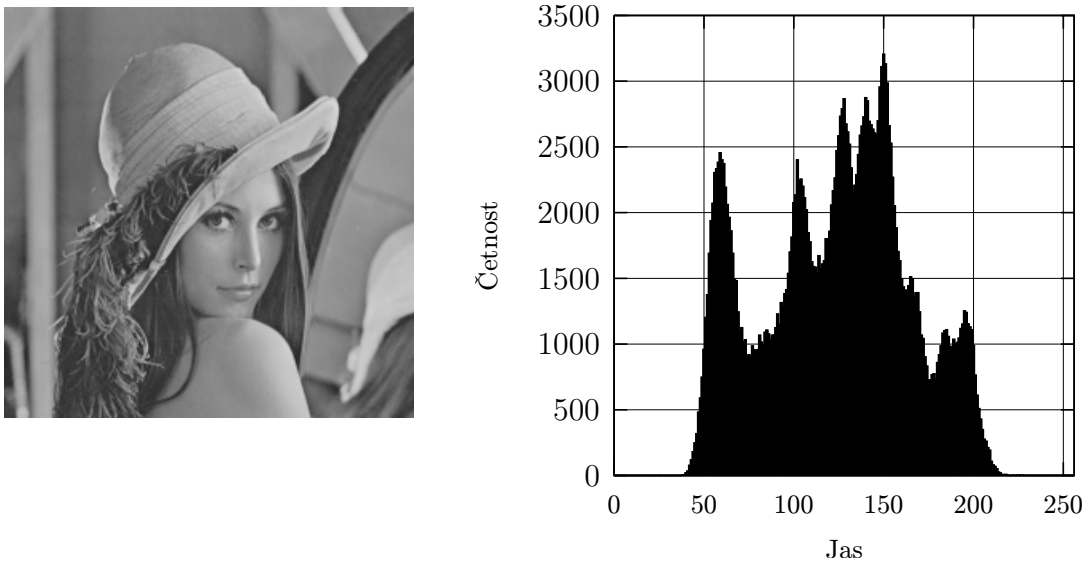


Obrázek 14.1.: Výsledky změny velikosti při použití dvou různých algoritmů.

14.2. Úpravy barev

K základním nástrojům při úpravě barev patří nastavení kontrastu, jasu, sytosti a odstínu barev. Pomocí nich lze do jisté míry opravit např. fotografie se špatnou expozicí, pokusit se je ztmavit nebo zesvětlit. K pokročilým nástrojům patří nastavení *křivky* a úpravy *histogramu*.

Histogram v aplikacích počítačové grafice je sloupcový graf, který zobrazuje rozložení jasových úrovní v digitálním obraze (obr. 14.2).

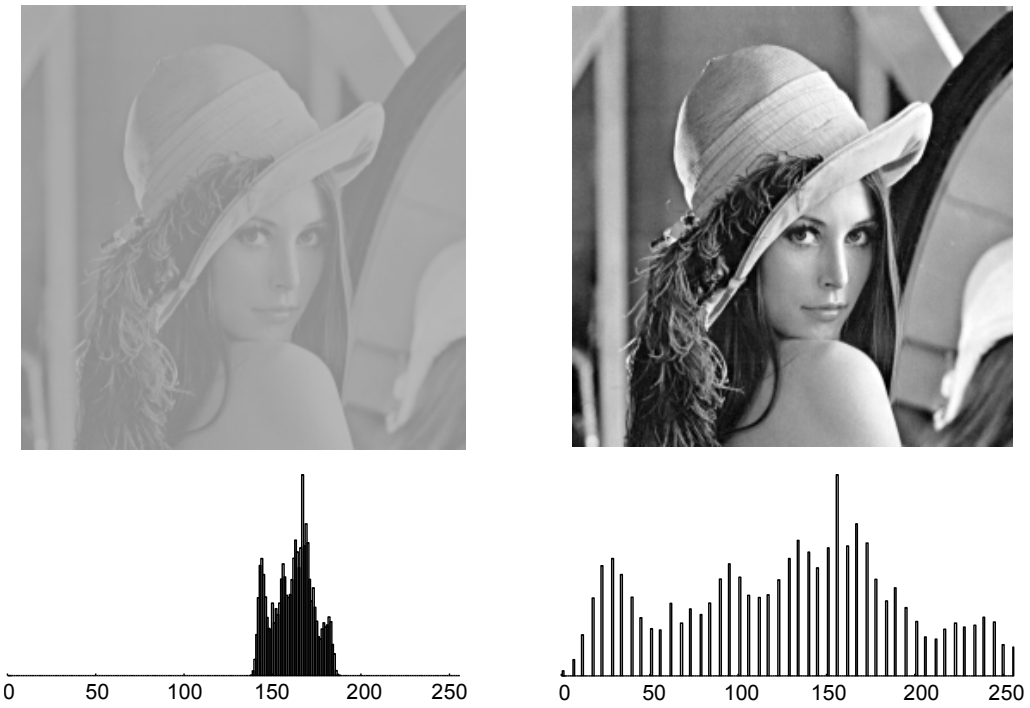


Obrázek 14.2.: Obrázek a jeho histogram pro 256 jasových úrovní.

Fotografové s digitální kamerou mají možnost posoudit kvalitu expozice právě pomocí histogramu. Pokud je snímek podexponován jsou sloupce posunuty výrazně doleva a oříznuty rozsahem – jsou hodně zastoupeny tmavé jasové složky, pokud je přeexponován a obraz je

hodně světlý jsou sloupce grafu výrazně vpravo. V takovém případě je dobré pokusit se scénu vyfotit znovu, tedy pokud jsme nefotografovali výrazně tmavý nebo světlý objekt, kde by ty nebo ony jasové složky byli zastoupeny už z principu.

V ideálním případě jsou všechny jasové složky rozprostřeny uvnitř jasového rozsahu. V případě nízkého kontrastu jsou jasové sloupce četnosti nahuštěny v jednom místě. Tady nám pomůže ekvalizace histogramu – rovnoměrné rozprostření jasových složek v celém rozsahu. Výsledek takové úpravy je dobře patrný na obr. 14.3.



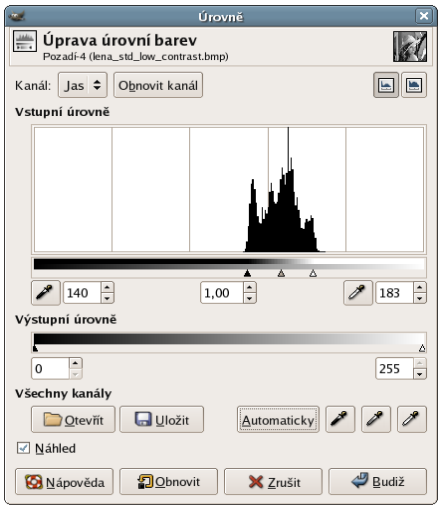
Obrázek 14.3.: Pozitivní vliv ekvalizace histogramu na kontrast obrazu.

V programu GIMP se nástroj pro úpravy histogramu skrývá v menu *Barvy* → *Úrovně*. V případě nekontrastního obrazu na obr. 14.3 bylo nutno nastavit vstupní úrovně na okraje vystupujících sloupců, ale program si s tím umí poradit i sám při automatické volbě, viz dialog 14.4.

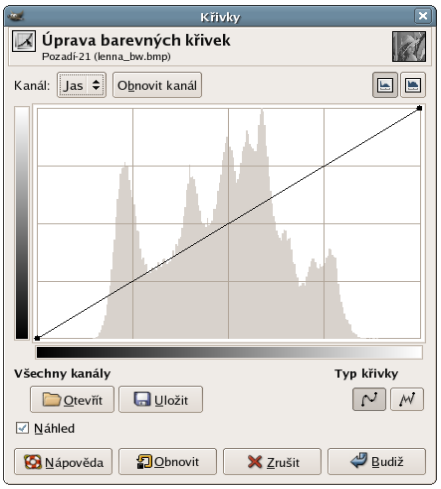
Druhým jmenovaným nástrojem je nastavení křivky, které patří asi k nejdůležitějšímu nástroji v profesionálních grafických editorech. Slouží ke komplexnímu nastavování barevného tónu, jasu i kontrastu. Na obr. 14.5 je vidět dialog *Úprava barevných křivek* použitý v programu GIMP (*Barvy* → *Křivky*), v ostatních programech je velice podobný a funkčnost je stejná.

Práce s křivkou je docela jednoduchá. Editační okénko má na ose x zobrazeny vstupní úrovně na ose y výstupní jasové úrovně, které jsou znázorněny graficky. Křivka sama představuje funkci $y = f(x)$ jakou se transformuje vstupní úroveň jasu na výstupní a právě jejím tvarováním uživatel nastavuje parametry transformace.

Na počátku je transformační funkce $y = x$ a tedy výstupní úrovně se rovnají vstupním. Úpravy začínají v případě, že uchopíte bod křivky myší a pohnete kurzorem. Na křivce se objeví bod, kterým je možno táhnout a pokud zapnete volbu *Náhled* výsledek vaší úpravy



Obrázek 14.4.: Úprava úrovní barev pomocí histogramu v programu GIMP.



Obrázek 14.5.: Úprava úrovní barev pomocí nastavení křivky.

je hned patrný. Transformace může být spojitá nebo nespojitá a je možné přidat libovolný počet řídících bodů.

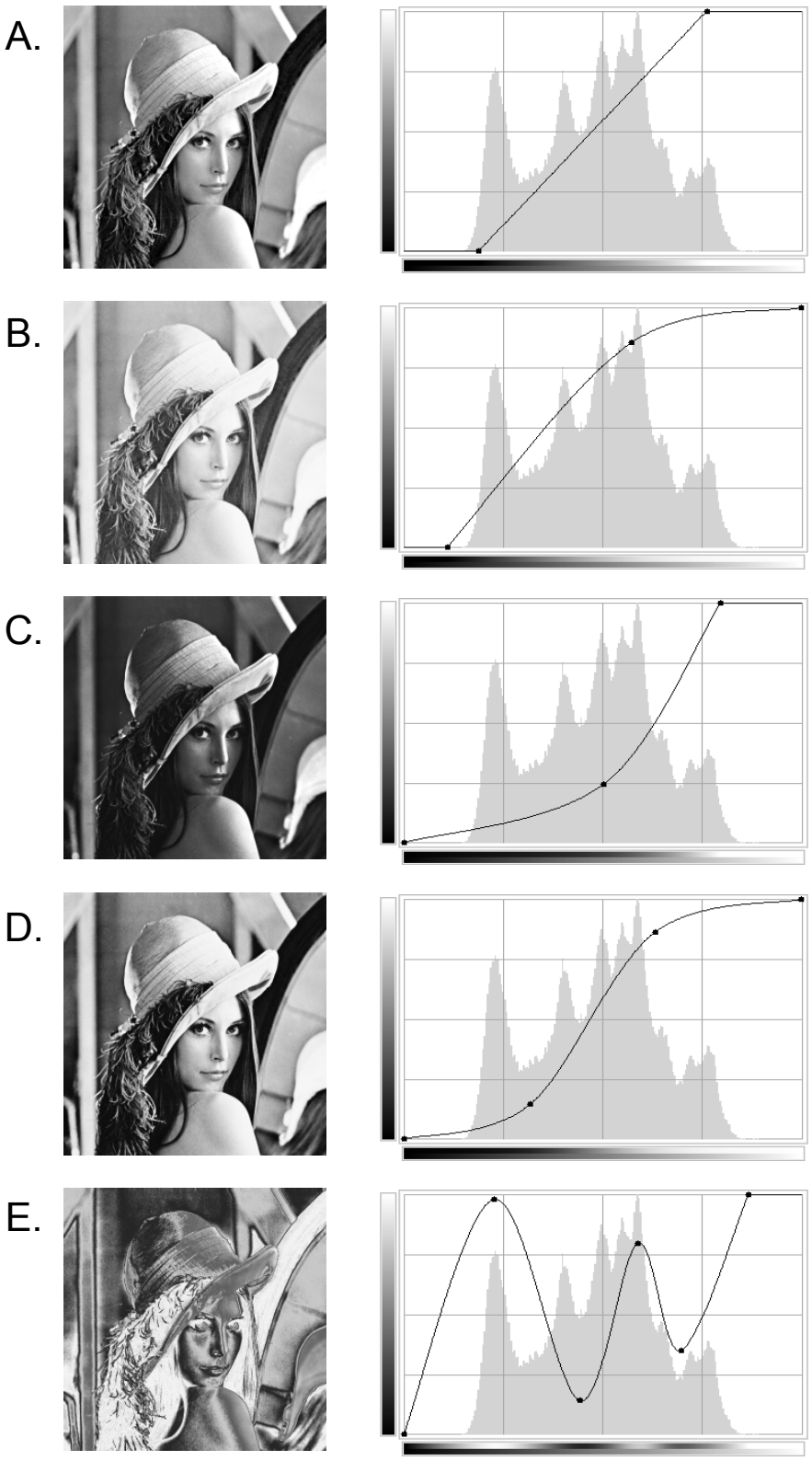
Co všechno se dá s křivkou dělat? Výsledky transformace i křivka je na obr. 14.6. Pomocí konců křivky lze zúžit vstupní úrovně podle zobrazeného histogramu a zlepšit tím kontrast – 14.6A.

Dalším použitím je ztmavení nebo zesvětlení obrázku, tady nám křivka dává ovšem mnohem víc možností než by bylo pouhé nastavení úrovně. Díky křivce je možné zaměřit se jenom na určitý rozsah barev, můžeme zachovat světlost černých a bílých bodů a zesvětlit jenom středotónovou část obrazu, v takovém případě uchopíme křivku někde uprostřed a posuneme kontrolní bod směrem nahoru, případně můžeme vychýlit kontrolní bod více doprava resp. doleva a podle toho se zesvětlí tmavší nebo světlejší úrovně. V příkladu 14.6B jsou více zesvětleny světlejší odstíny a dolní okraj křivky je mírně posunut doprava tím se tmavé body staly ještě víc černější a zvětšil se kontrast. Ztmavení obrazu provedeme přesně opačně, kontrolní bod se posune směrem dolů, to je vidět na příkladu 14.6C, kde je navíc posunut pravý okraj křivky a zvýrazněny tak hodně světlá místa obrazu.

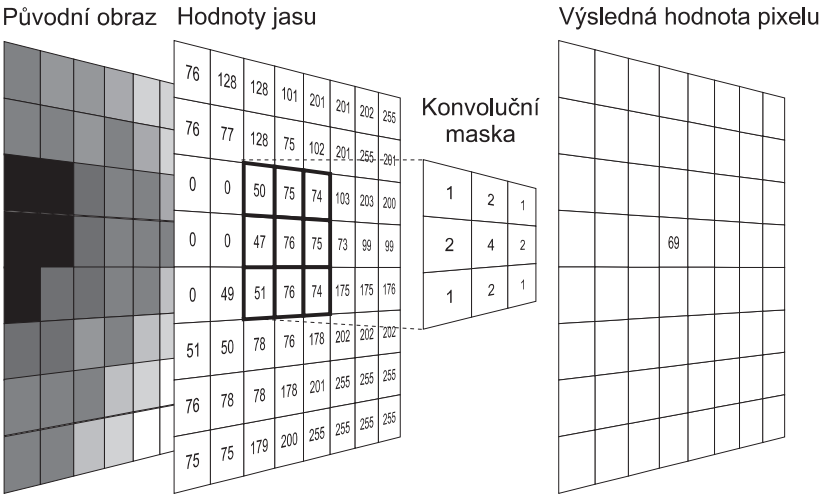
Zvýšení kontrastu je možné dosáhnout pomocí křivky v příkladu 14.6D, kde jsou nastaveny dva kontrolní body. Křivka ve tvaru „S“ způsobí ztmavení tmavších tónů a zesvětlení světlejších.

Kromě základních úprav můžeme křivku využít k nejrůznějším efektům, viz příklad 14.6E. Tvar křivky je zde dosti divoký a výsledný vzhled obrazu ztratil na reálnosti. Všimněte si, že díky oblouku v levé části, kde část křivky klesá způsobil invertování tmavých odstínů. V tomto snímku podobné hrátky nemají příliš velké opodstatnění, ale v některých případech se může taková křivka hodit.

Úpravy křivek i histogramu je možné provádět jak pro jas obrazu, tak i pro jeho jednotlivé barevné složky, takže je možné výrazně ovlivnit barevné podání obrazu.



Obrázek 14.6.: Nastavení tvaru křivky a výsledný efekt na barvy obrazu.



Obrázek 14.7.: Výpočet diskrétní konvoluce.

14.3. Filtrace

Obraz můžeme dále vylepšit pomocí nejrůznějších filtrů. Ty mohou sloužit k různým účelům, především k vyhlazování a potlačení šumu, zvýšení ostrosti, detekci hran, maskování rozostření a dalším.

Digitální obraz sám představuje diskrétní dvourozměrný (2D) signál, který se vyznačuje svým kmitočtovým spektrem, jehož složky podobně jako v případě 1D signálu můžeme určit pomocí diskrétní Fourierovy transformace. Díky tomu, je možné obraz upravovat pomocí filtrů jako dolní nebo horní propust a potlačením či zvýrazněním některých složek ovlivnit výsledný vzhled.

Pro konkrétní případ, se můžeme vrátit do kapitoly 3.2 (str. 16), zde je popsáno jakým způsobem je ovlivněn SSTV přenos v závislosti na šířce přenosového pásma. Omezená šířka pásma způsobila, že jemný rastr testovacího obrazce (obr. 3.3) se přenesl zkreslený. Jemný rastr a ostré barevné přechody v obraze zastupují právě vyšší kmitočtové složky a omezené přenosové pásmo zafungovalo jako pásmová propust, která vyšší složky potlačila. Také šum v obraze je zastoupen vysokými frekvenčními složkami, které se můžeme pokusit odstranit pomocí dolní propusti. Oproti tomu filtr horní propust je určen pro zvýraznění hran a zlepšení ostrosti.

14.3.1. Konvoluční matice

Jako jedna z metod lineárních filtrů se používá postupů z vyšší matematiky – *diskrétní konvoluce*. To jakým způsobem se obraz změní je zadáno tzv. *konvolučním jádrem*, který se zadává jako matice, nejčastěji o rozměrech 3×3 nebo 5×5, ale i dalších.

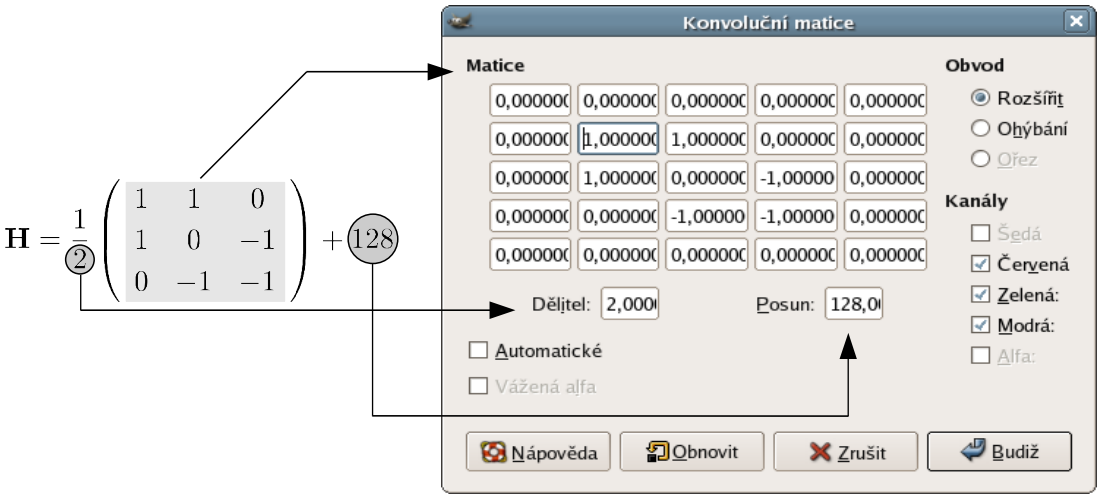
Matice se při výpočtu posouvá pixel po pixelu po řádku a sloupcích obrazu a postupně podle zadaných hodnot přepočítává body, viz obr. 14.7. Postupuje se od prvního pixelu na pozici 0,0, pak 0,1, atd. Pro každý zpracovávaný pixel se okolní pixely, tedy jim odpovídající hodnoty jasové škály, vynásobí hodnotou v matici, sečtou a výsledná hodnota uloží na místo zpracovávaného pixelu. Po té se matice přesune o pixel v řádku vedle a výpočet se opakuje.

Podle hodnoty v konvoluční matici se potom obraz změní určitým způsobem, např. matice $\mathbf{H}_2$ v obr. 14.7 vezme bod a jeho okolí o rozměru 3×3 a vypočítá vážený průmer z těchto devíti pixelů pomocí zadaného jádra:

$$\mathbf{H}_2 = \frac{1}{16}\begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}, \qquad \begin{array}{l} \frac{1}{16}(1 \cdot 50 + 2 \cdot 75 + 1 \cdot 74 + \\ +2 \cdot 47 + 4 \cdot 76 + 2 \cdot 75 + \\ +1 \cdot 51 + 2 \cdot 76 + 1 \cdot 74) \end{array} = 69$$

Výsledkem je vyhlazení obrazu a snížení šumu. Jiné matice slouží k zvýšení ostrosti, k detekci hran nebo k vytvoření reliéfu.

V programu GIMP se filtr ukrývá v menu *Filtry* → *Obecné* → *Konvoluční matice*. Nejdůležitějšími parametry jsou kromě samotné matice také *dělitel (divisor)*, který upravuje hodnoty v matici a *posun (offset)* sloužící k úpravám barev. Jakým způsobem se matice zadává je ukázáno na obr. 14.8. Dále se ještě volí barevné kanály, které mají být konvolucí ovlivněny a to jakým způsobem se má výpočet chovat v krajních pixelech obrazu a případně je možno nechat pro danou matici určit dělitel a posun automaticky.



Obrázek 14.8.: Vkládání parametrů konvoluční matice v programu GIMP.

14.3.2. Potlačení šumu

Díky potlačení šumu máme možnost dodatečně vylepšit přijaté SSTV nebo faxové snímky, tím že se obrázek vyhladí. Je to možné provést několika způsoby. Jelikož SSTV přenos trvá relativně dlouho často bývají úrovně rušení nerovnoměrné, ovlivněné momentálními přenosovými podmínkami a rušením, v takovém případě se vyplatí za pomocí nástroje *Výběr (Selection)* označit oblasti na které chceme filtr aplikovat.

Průměrování

Nejjednodušší způsob jak odstranit šum v obraze je *průměrování* za použití konvoluční s matice $\mathbf{H}_1$.

$$\mathbf{H}_1 = \frac{1}{9}\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

Další vhodné matice pro průměrování jsou $\mathbf{H}_2$ a $\mathbf{H}_3$, ty při odstranění šumu neberou v potaz okolní body se stejným zastoupením, ale bližší body jsou násobeny vyššími koeficienty než vzdálenější. Hodnoty koeficientů jsou založené na binomických řadách.

$$\mathbf{H}_2 = \frac{1}{16}\begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix} \qquad \mathbf{H}_3 = \frac{1}{256}\begin{pmatrix} 1 & 4 & 6 & 4 & 1 \\ 4 & 16 & 24 & 16 & 4 \\ 6 & 24 & 36 & 24 & 6 \\ 4 & 16 & 24 & 16 & 4 \\ 1 & 4 & 6 & 4 & 1 \end{pmatrix}$$

Všimněte si, jedné důležité podmínky, průměrovací filtry mají střední hodnotu všech členů 1, např. pro $\mathbf{H}_2$ je průměr $\frac{1}{16}(1+2+1+2+4+2+1+2+1) = 1$.

Nevýhodou průměrovacích filtrů je to, že při vyhlazení dojde na ostrých barevných přechodech k mírnému rozmazání a kvůli tomu utrpí i tenké čáry a další detaily.

Další filtry pro vyhlazení šumu se v GIMPu skrývají v menu *Filtry* → *Rozostření* → .... Pro filtrování SSTV snímků se hodí např. *Gaussovo rozostření*, kde uživatel volí poloměr rozostření, čím větší tím více je obrázek vyhlazený a rozostřenější. Pro přípravu snímků k vysílání je možné využít *Selektivní Gaussovo rozostření*, tento filtr odstraňuje šum v jednolitých plochách obrazu a zachovává hrany, pro přijaté snímky se nehodí.

Medián

Medián ze statistiky je hodnota pro kterou se pravděpodobnost jevu rovná jedné polovině. Obrazový filtr pracuje tak, že vezme okolí pixelu o velikost např. 3×3, číselné hodnoty odpovídající jasu se vzestupně seřadí a jako nový pixel se vezme medián, tedy prostřední hodnota této posloupnosti:

21	22	20
21	19	231
19	21	20

Pixely : $\{21, 22, 20, 21, 19, 231, 19, 21, 20\}$
Seřázené : $\{19, 19, 20, 20, \underline{21}, 21, 21, 22, 231\}$
Průměr $\doteq 43$, Medián $= 21$

Vidíme, že pokud bychom použili průměrování, výrazně vychýlená hodnota 231, kterou může způsobit šum, značně ovlivní výsledek. Oproti tomu medián není extrémními odchylkami ovlivněn. Nevýhodou filtrování mediánem, je to, že porušuje tenké čáry a ostré rohy v obraze.

V GIMPu se skrývá v menu *Filtry* → *Vylepšení* → *Vyčistit*. Samotné vlastnosti filtru máte možnost nastavit pomocí několika voleb. Je zde nastavení poloměru (1 je pro okolí 3×3 až 20 pro okolí 41×41) a úroveň černé (0–256) a bílé (−1–255), tyto dvě volby způsobí, že pixely tmavší resp. světlejší než daná úroveň budou odstraněny, při krajních hodnotách −1 a 256 se filtr propustí všechny barvy. Navíc je možno vybrat ještě *adaptivní* medián, kdy se program snaží určit optimální poloměr pro daná místa v obraze sám (uživatelská volba poloměru se při tom nebere v potaz).



Přijatý snímek



Průměrování $\mathbf{H}_1$



Binom. filtr 3×3 $\mathbf{H}_2$



Binom. fitr 5×5 $\mathbf{H}_3$

Obrázek 14.9.: Výsledky vyhlazení zašumělého obrazu.

14.3.3. Ostření

Často se stává, že obraz pro sejmutí kamerou, vyfotografování nebo naskenování nemá moc ostré hrany. V takovém případě lze vyzkoušet filtry pro ostření, které zvýrazní hrany v obrazu.

Pro zvýraznění hran slouží následující konvoluční matice $\mathbf{H}_4$ a matice $\mathbf{H}_5$ s ještě výraznějším efektem. Na rozdíl od vyhlazovacích matic dělá součet všech členů 1.

$$\mathbf{H}_4 = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 5 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{pmatrix} \qquad \mathbf{H}_5 = \begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 9 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{pmatrix}$$

V GIMPu se nachází ostřící filtry v menu *Filtry* → *Vylepšení* → .... Prvním je *Doostřit*, kterým lze dosáhnout stejných výsledků jako výše uvedenými maticemi, navíc je možnost uživatelsky nastavit *ostrost* a rychle z náhledu určit vhodné nastavení.

Nevýhoda výše uvedených filtrů je to, že kromě hran zvýrazní v obraze také šum a ně-



Přijatý snímek | Binom. 3×3 $\mathbf{H}_2$

Medián 3×3 | Medián 5×5

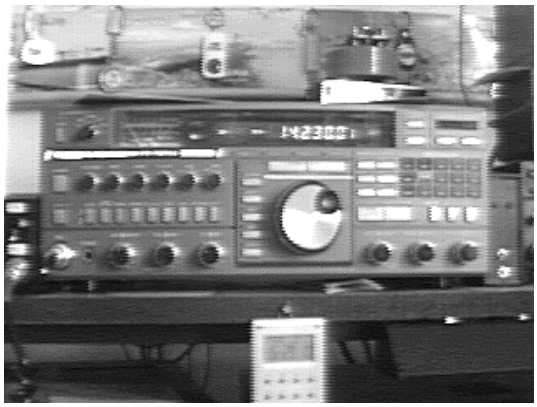
Obrázek 14.10.: Výsledky vyhlazení zašumělého obrazu pomocí mediánu.

které další nechtěné detaily, což je vidět na obr. 14.11 při použití silnějšího filtru $\mathbf{H}_5$, kdy jsou v obraze na svislých hranách silně patrné zuby způsobené prokládanými půlsnímky použité kamery. V takových případech bývá výhodné aplikovat filtr pojmenovaný *maskování rozostření (unsharp mask)*. Pří maskování rozostření se nejprve na kopii obrazu aplikuje Gaussovo rozostření a poté provede porovnání kopie a originálu. Při rozdílu větším než je uživatelem definovaný práh jsou oba obrazy odečteny. Nastavení prahu ovládá omezení ostrosti obrazu, takže malé detaily od jisté velikosti už nejsou ostřeny. Díky tomu se ostření neaplikuje na šum a zrnitost obrazu. Digitální maskování rozostření je výborným filtrem pro zlepšení ostrosti např. u naskenovaných obrazů. Výsledky maskování rozostření ovlivňují tyto tři parametry:

- *Míra (amount)* udává jak moc dojde ke zvýšení kontrastu hran, tím že se hrany zesvětlí nebo ztmaví, tohle nastavení nejvíc ovlivní stupeň ostření.
- *Poloměr (radius)* určuje kolik pixelů lemujících hrany má být využito. Při menším polo-



Obraz z CCD kamery



Doostření $\mathbf{H}_4$



Doostření $\mathbf{H}_5$



Maskování rozostření
poloměr: 2,5; míra: 1,5; práh: 0

Obrázek 14.11.: Výsledky doostření obrazu pomocí různých metod.

měru filtr ovlivní i drobnější detaily, při větším může vznikat na hranách výrazný světlý lem.

- *Práh (treshold)* určuje minimální změnu jasu která bude považována za hranu. Pomocí prahu je možné nastavit to, že by na hladkých oblastech při ostření projevila zrnitost. Díky prahu je možné zlepšit jenom výraznější hrany a ty jemnější nechat nezměněné.

Ne nadarmo je maskování rozostření považováno za krále filtrů při vylepšování obrazu. Jedinou nevýhodou je, že pokud se to přežene vzniká kolem hran výrazný světlý lem a obraz působí nepřirozeně.

14.4. GIMP — GNU Image Manipulation Program

GIMP neboli *GNU Image Manipulation Program* je multiplatformní aplikace pro úpravu a vytváření rastrové grafiky. Používá se zejména pro úpravy bitmap, fotografií, tvorbu webové

grafiky a další podobné účely. GIMP je dostupný zdarma pod licencí GPL a přestože se poprvé objevil ve světe operačního systému Unix je dostupný pro Windows, GNU/Linux a další.

GNU Image Manipulation Program

`http://www.gimp.org`

Program je v dispozici v českém jazyce a existuje k němu rozsáhlá dokumentace [19] na stránkách projektu a na českém trhu je k dispozici několik knih.

GIMP podporuje celou řadu funkcí pro práci s grafikou, mimo jiné:

- široká škála nástrojů (štětec, pero, tužka, rozprašovač, guma, razítko a další);
- práce s kanály, vrstvami a cestami;
- grafické filtry;
- podporuje dodatečné zásuvné moduly a skripty;
- práce s grafikou v modelu RGB(A), stupních šedi nebo indexované paletě, s maximálně 8 bity na kanál;
- plná podpora většiny významných standardních rastrových formátů: PNG, JPG, GIF, TGA, TIF, BMP aj.

14.4.1. Instalace

Verze GIMPu pro Windows je určena pro verze operačního systému 98, ME, NT4, 2000, XP. Windows 95 už nejsou podporovány. Doporučená konfigurace je minimálně Pentium MMX a 128 MB RAM.

Instalátor GIMPu pro Windows

`http://gimp-win.sourceforge.net`

Na stránkách s instalátorem si stáhněte instalátor programu a požadované systémové knihovny *GTK+ 2 Runtime Environment*, jsou k dispozici dvě verze a to 2.8.x pro Windows 2000 a novější a pro starší verze Windows 98/ME a NT4 knihovny 2.6.x. Distribuovány jsou ZIP archivy s instalačním skriptem. Systémové knihovny je nutno nainstalovat ještě před samotnou instalací GIMPu.

Při prvním spuštění programu, proběhne nastavení cest a program se optá na velikost paměti, kterou může využívat. Můžete nechat nabídnutou hodnotu, kterou je možno později změnit v menu *Soubor* → *Předvolby*. Velikost paměti závisí na konfiguraci počítače i na tom, k čemu hodláte GMIP využívat. Pokud je nastavená velikost paměti zbytečne malá, GIMP nebude plně využívat operační paměť a často bude nevyužívaná data dočasně ukládat na disk, pokud nastavíte příliš velkou nemusí se dostat paměti pro ostatním aplikacím.



Obrázek 14.12.: Nejdůležitější okna a dialogy GIMPu, mohou se ukrývat v menu *Soubor* → *Dialogy...*

14.4.2. Základy ovládání

GIMP sám o sobě je značně rozsáhlou aplikací s mnoha nástroji, volbami, nastaveními a popsat vše vyčerpávajícím způsobem je nad rámec této publikace. V této části se seznámíme s základním ovládáním GIMPu a na několika příkladech si vysvětlíme konkrétní postupy.

Prostředí GIMPu používá samostatná okna pro své jednotlivé dialogy a otevřené obrázky. Okna je možné seskupovat do tzv. doků. Tento způsob zacházení s okny je v prostředí Windows trochu zvláštní, ale jde jenom o zvyk.

Nástroje editoru jsou dostupné v různých menu a okně *Panely nástrojů* (obr. 14.13), kde jsou základní nástroje spolu s výběrem barvy popředí, pozadí, tloušťky štětce a dodatečných voleb pro každý nástroj. GIMP má velmi dobrou kontextovou nápovědu, při najetí myší nad nějaké ovládací tlačítko se zobrazí krátký popis funkce. Tyto nástroje lze rozdělit do pěti kategorií:

- *Nástroje pro výběr*, které určují část obrázku, která bude ovlivněna dalšími operacemi. Nástroje pro výběr jsou určeny k vybírání částí obrázku či vrstev tak, abyste na nich mohli pracovat, aniž byste ovlivnili nevybrané části. U výběrů je možné navíc volit



Obrázek 14.13.: Základní pracovní nástroje GIMPu.

základní množinové operace s již vybranou částí – sjednocení, rozdíl, průnik.

- *Kreslící nástroje*, které upravují barvy v části obrázku. Kromě nejrůznějších funkcí pro kreslení, gumování a vyplňování. Zde je možné zařadit i *magickou hůlku*, která slouží k výběru spojitých oblastí se stejnou barvou a je možné nastavit práh nakolik výběr ovlivní blízké odstíny.
- *Transformační nástroje*, které ovlivňují geometrii obrázku. Výběr nebo celý obraz je možné oříznout, různě škálovat, zkosit, překlopit svisle nebo vodorovně.
- *Ostatní nástroje*, které nelze zařadit do žádné z uvedených kategorií, např. lupa, kterou je možno editovaný obraz přiblížit či oddálit, měřítko pro určování vzdáleností a úhlů, kapátko pro výběr barvy přímo z obrázku, přidávání textu a vytváření cest. Cesty slouží k vytváření nebo výběru složitých tvarů s křivkami.
- Nástroje barev, které ovlivňují barevnost celého obrázku (respektive výběru). Skrývají se v menu *Vrstva* → *Barvy* a slouží k nastavení jasu, kontrastu, barevných odstínů, nechybí ani nastavování pomocí *křivky* a úpravy histogramu v skrývající se pod položkou *Úrovně*.

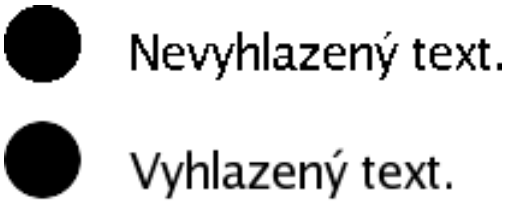
14.5. Kreslení

Možná při prvním seznámení s GIMPem zjistíte, že v panelu nástrojů chybí kreslení úseček, obdélníků, elips a dalších geometrických objektů. GIMP tohle samozřejmě dovede velice dobře,

ale postupuje se trochu jinak než v běžných kreslících editorech.

Kreslení obdélníků a elips se provádí pomocí výběrů. Takže pokud chcete nakreslit vyplněný objekt stačí pak kliknout na zvolený výběr a ten vyplnit *kyblíkem* zvolenou barvou a nebo barevným přechodem. Obrys se výběru přidá pomocí menu *Upravit* → *Vykreslit výběr*, zde je možné vybrat nástroj, tloušťku hrotu/čáry případně typ čáry. Složitější tvary je možno navrhnout pomocí cest. Jednoduchou úsečku je možno kreslícími nástroji vytvořit při držení klávesy `<Shift>` – první kliknutí označí začátek, druhé konec.

Při editacích mají kreslící nástroje nejrůznější skrytá nastavení, z nichž vhled naší kresby nejvíce ovlivní volba *vyhlazování (antialiasing)*. Při zapnutém vyhlazování nejsou kresleny ostré okraje, ale program vytváří na hranách plynulý přechod, který zlepší vnímání výsledné kresby o malém rozlišení na monitoru. Vliv vyhlazování je demonstrován na obr. 14.14.



Obrázek 14.14.: Vliv vyhlazení na vzhled hran objektů (zvětšeno).

GIMP umožňuje pracovat ve vrstvách, správa vrstev se nachází v okně *Vrstvy, Kanály, Cesty*. Díky tomu, lze objekty kreslit do svojí vlastní vrstvy, takže pokud chceme např. do fotografie přidat nějaký objekt, je vhodné jej umístit do nové vrstvy. Původní foto to nijak nepoškodí a pokud si později vzpomene, že objekt by se lépe vyjímal jinde, lze ho v nové vrstvě kdykoliv přesunout, vymazat nebo pozměnit bez toho, aby se fotografie ve spodní vrstvě nějak znehodnotila. Vrstvy lze samozřejmě různě na sebe skládat a přesunovat, případně sloučit do jedné. Při uložení našich výsledků do souboru je pak možné nechat obraz vyexportovat tak, že se všechny vrstvy sloučí do jedné a soubor se uloží jako BMP, PNG, JPG,... nebo pokud bychom se chtěli k editaci ještě někdy později vrátit použít speciální formát s příponou XCF, který zachovává rozčlenění do vrstev a průhlednosti.

Další editační funkce se skrývají v menu *Obrázek*. Je zde možné měnit počet barev, rozměry obrazu, rotovat, atd.

Ukázat dovednosti GIMPu bude nejlepší na několika příkladech. Jsou podrobně rozepsány ve všech krocích a měly by demonstrovat co všechno je možné s GIMPem dělat, takže i nezkušený uživatel by měl být schopen dojít ke stejnému výsledku. Nejlepší je vyzkoušet si příklady

Pokud se chcete něco z možností GIMPu naučit zkuste si podle popsaných navodů udělat vlastní

14.5.1. Barevný nápis

Začneme tím, že vytvoříme *Soubor* → *Nový obraz* o velikosti 320×240 pixelů s bílou barvou pozadí.

Zvolte *Přidání textu*, v panelu nástrojů se objeví dodatečné volby pro úpravu textů. Vyberte nějaký pěkný typ písma, zaškrtněte volbu *Vyhlazování* a nastavte zarovnání na střed. Zde je možné vybrat i barvu písma, ale prozatím ponechte černou, později je možné vše změnit.

Při volbě vkládání textu najeďte kurzorem do obrázku, ukazatel myši se změní (vedle šipky přibude ikonka kurzoru), děje se tak vždy při použití nějakého nástroje. Po kliknutí do obrázku se objeví dialogové okno a na zvolenou pozici se začne vypisovat text, vložte několik řádků, které budou zarovnány na střed.



Pokud nyní v panelu nástrojů začnete měnit velikost, změna se projeví i v našem obrázku. Zvolte velikost alespoň 60 px a protože text bude nejspíše zasahovat mimo okraje obrazu klikněte na *Posun vrstvy nebo výběru*, případně stiskněte `<M>` a posuňte text doprostřed, všimněte si při tom, jak se chová ukazatel myši, který při najetí do průhledných míst textové vrstvy změní tvar a text neposunuje. Funguje pouze při uchopení neprůhledných objektů dané vrstvy.



Nyní v okně *Vrstvy*, klikněte pravým tlačítkem na vrstvě s textem a nechte *Duplikovat vrstvu*. Vznikne tak nová vrstva s naším textem. Zůstaňte v tomto okně a pravým tlačítkem na novou vrstvu vyberte *Alfa do výběru*. Tím se celý text označí, což značí měňavý pruhovaný obrys, dále budeme pracovat s tímto výběrem.



V panelu nástrojů zvolte *Vyplňování barevným přechodem* a ve volbách nastavte *Přechod*. Já jsem zvolil *Full saturation spectrum*, ale fantazii se meze nekladou. Aplikujte přechod na označený text, stačí pravým tlačítkem kliknout pro levého horního rohu a táhnout myší, začne se vykreslovat úsečka udávající směr přechodu. Konec této úsečky zvolte v pravém dolním rohu. Váš text se vyplní duhovým přechodem. Můžete vyzkoušet vykreslit přechod i jiným směrem a nebo použít jiný *Tvar*.

Nyní označený text odznačte a to buď v menu *Vybrat* → *Nic* `<Ctrl+Shift+A>` a nebo tak, že zvolíte některý s nástrojů výběru a kliknutím někam mimo výběr označení zrušíte. V okně vrstev se přepněte na spodní vrstvu s černým textem, pokud na horní vrstvě (s duhovým textem) kliknete na značku „očička“ vrstva přestane být vidět a vy se může plně věnovat té spodní, pro kterou nastavíme pravým tlačítkem *Velikost vrstvy dle obrázku*. Na černý text nyní aplikujte rozostření *Filtry* → *Rozostření* → *Gaussovo rozostření*, s poloměrem 15 v obou směrech.



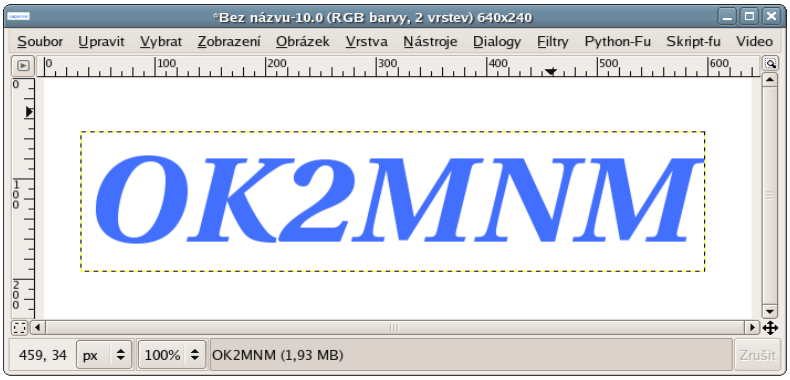
Znovu zvolte *Posun vrstvy nebo výběru* `<M>` a rozostřenou vrstvu posuňte asi o 5 pixelů v obou směrech. Poté zapněte viditelnost u vrstvy nad. Tím jsme docílili toho, že duhovému textu dodal na plastičnosti rozostřený stín. Duhový text opět označte tím, že na vrstvě dáte volbu *Alfa do výběru*. Textu přidáme černý okraj, takže zvolte barvu popředí černou. V panelu nástrojů vyberte ikonku tužku, tedy *Kreslení pixelů ostrými hranami* a zvolte *Stopu Circle Fuzzy (03)*. Nyní výběr vykreslíme a to pomocí *Upravit* → *Vykreslit výběr*, kde jako vykreslovací nástroj zvolte tužku.



V tuhle chvíli jsme už vlastně hotovi. Můžete ještě vyzkoušet změnit pozadí tím, že ho vyplníte jinou barvou nebo tam vložíte nějaký obrázek. Výsledek práce uložíte volbou *Soubor* → *Uložit jako...* Pokud se budete chtít zachovat vrstvy zvolte formát XCF, ale předpokládám, že obrázek budete chtít použít i jinde, proto vyberte BMP nebo PNG, v takovém případě se program ozve s tím, že daný formát neumí vrstvy, takže zvolte *Exportovat*. Tím se vrstvy sloučí a obraz uloží do požadovaného formátu.

14.5.2. Plastický nápis

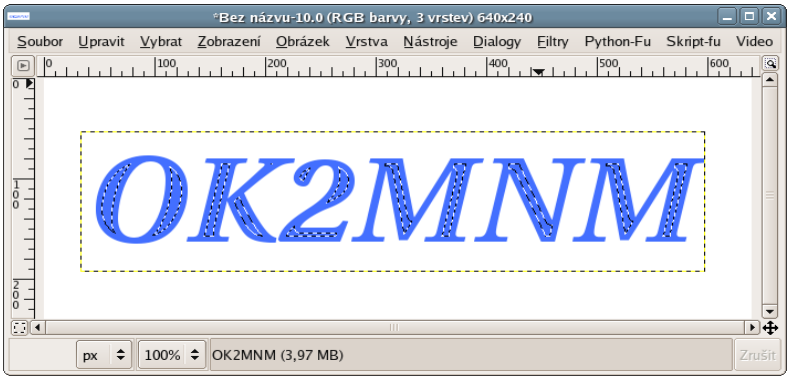
Vytvoříme nový obraz o rozměrech např. 640 × 240 pixelů, do něj napište text, který chcete upravit požadovanou barvou. Já jsem zvolil svůj volací znak pro přidání do vysílaných snímků.



Nacházíme se ve vrstvě s textem, v okně *Vrstvy* vybereme text pomocí pravého tlačítka a *Alfa do výběru*. Ve stejném okně vytvoříme novou vrstvu, která bude mít barvu pozadí černou. Celý výběr vyplníme bílou barvou, ve volbách k nástroji zatrhněte *Vyplnit celý výběr*. Výběr zrušíme pomocí *Vybrat* → *Nic* `<Ctrl+Shift+A>`. Nyní danou vrstvu rozostříme pomocí *Filtry* → *Rozostření* → *Gaussovo rozostření* s poloměrem 12 v obou směrech.



U vrstvy s rozmazaným černým textem klikněte na ikonku „očičko“, tím se vrstva stane neviditelnou. Vraťme se do vrstvy s textem a znovu jej označíme pomocí *Alfa do výběru* a v menu *Vybrat* → *Zmenšit* zadejte zmenšení o 5 pixelů.

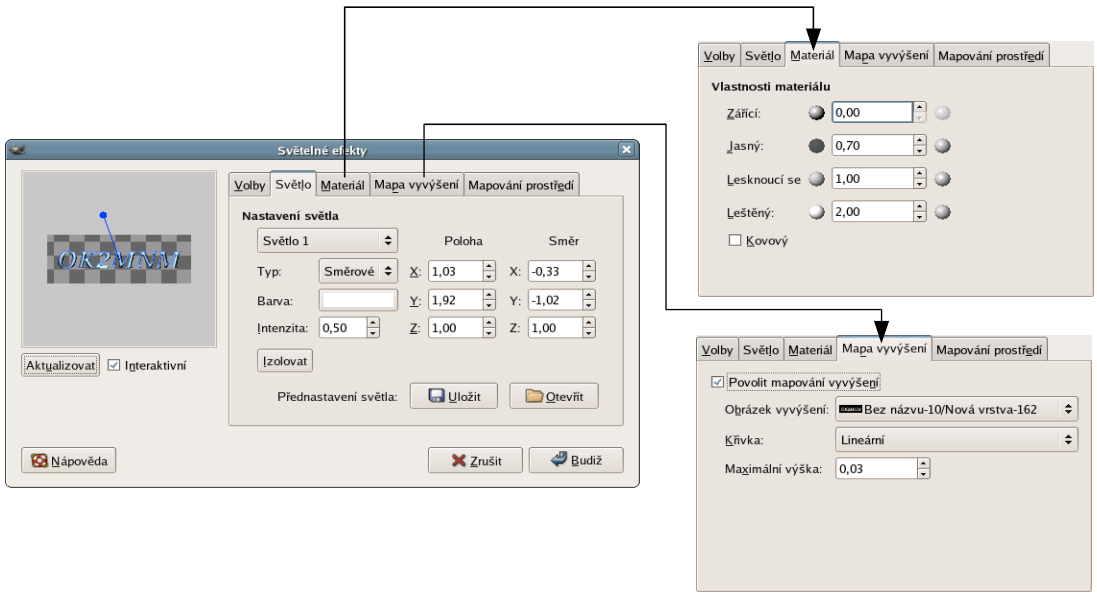


Vytvoříme novou vrstvu, tentokrát s průhledným pozadím. Zmenšený výběr vyplníme bílou barvou a zrušíme označení. Vrstvu rozostřete *Filtry* → *Rozostření* → *Gaussovo rozostření* s poloměrem 8 v obou směrech. Vznikne bílé vysvícení vnitřku písmen. Nyní v okně *Vrstvy* nastavte *Režim: Překrytí* a pro zvýraznění efektu vrstvu zduplikujte (překrývající vrstvy budou nyní dvě).



V tomto kroku začněme sloučením vrstev s vysvícením a textu. V okně *Vrstvy* stačí přesunout vrstvy tak, aby byli přesně nad sebou, dole text a nahoře dvakrát vysvícení. Potom stačí pravým na dané vrstvě zadat *Sloučit dolů*, nejprve na vrstvě spodnější *#1* a poté na *#2*.

Nyní se už blížíme k výslednému efektu, takže vzhůru na to nejdůležitější: *Filtry* → *Efekty se světlem* → *Světelné efekty*. Tento dialog obsahuje několik záložek, pro nás nejdůležitější bude nastavení polohy světla a jeho typu (vyberte směrové), dále nastavení materiálu a *Mapa vyvýšení*. Jako mapu vyvýšení vyberte vrstvu s rozmazaným bílým textem na černém pozadí, mapování potom probíhá tak, že šedé odstíny od černé po bílou vyjadřují hloubky od nejnižší po nejvyšší.



Na závěr můžeme k plastickému textu přidat ještě stín, stačí invertovat barvy černé vrstvy pomocí *Vrstva* → *Barvy* → *Invertovat*. Poté tuto vrstvu zviditelnit a přesunout jí pod plastický text a možná, pokud se vám stín zdá příliš tmavý v okně *Vrstvy* nastavte menší *Krytí*.



Obrázek s vrstvami si uložíme ve formátu XCF. A před tím, než ho přidáme do našeho snímku provedeme ve vrstvě se stínem *Filtry* → *Barvy* → *Vrstva do alfy*, kde zvolíme bílou barvu jako tu, která po aplikaci bude průhledná. Poté vyberte celou vrstvu s textem *Vybrat* → *Vše* `<Ctrl+A>` a zkopírujte jí do schránky *Upravit* → *Kopírovat* `<Ctrl+C>`.

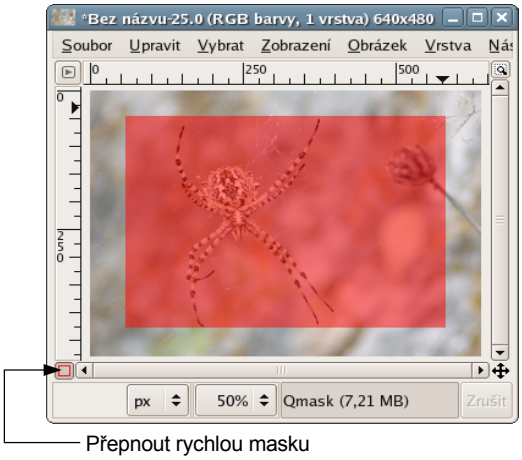
Vezměte obrázek do kterého chcete text přidat a vložte vrstvu ve schránce *Upravit* → *Vložit* `<Ctrl+V>`. Vložený objekt je nyní *Plovoucí výběr*, mi z něj v okně *Vrstvy* pravým tlačítkem uděláme *Novou vrstvu*. Tato vrstva bude nejspíš vyžadovat ještě několik editačních zásahů. Předně nemusí sedět velikosti, zde nám pomůže nástroj *Škálování vrstvy nebo výběru* `<Shift+T>`. Při škálování spolu s držením kombinace kláves `<Ctrl+Alt>` (*Omezení: Ponechat*

poměr stran) uchopte některé z řídících bodů a změňte velikost, pozici změňte pomocí řídícího bodu nebo dodatečně použijte nástroj *Posun vrstvy nebo výběru* `<M>`.

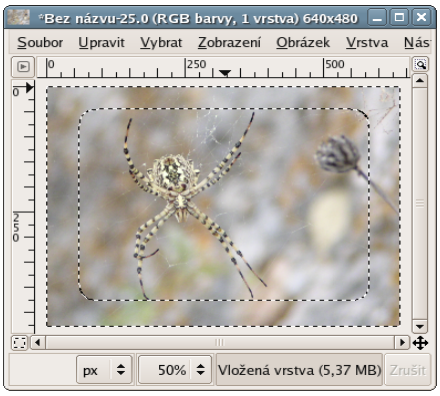
Obrázek s přidaným nápisem už můžeme uložit pro další využití v některém běžném bitmapovém formátu (BMP, PNG,...), případně navíc jako XCF pokud se budeme chtít k editaci ještě vrátit.

14.5.3. Rozostřený efekt pro okraj obrazu

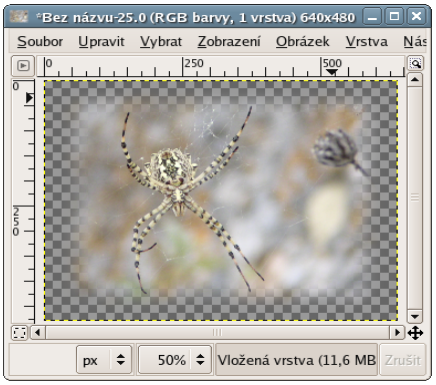
Zde se podíváme na to jak vytvořit prolínající se okraj obrazu. Otevřete nějaký obrázek, na kterém si vše vyzkoušíme. Pomocí nástroje *Výběr obdélníkové oblasti* vybereme oblast uvnitř obrazu, tak aby zůstaly širší neoznačené okraje kolem dokola. My se ovšem chceme věnovat právě okrajům, takže výběr invertujte pomocí *Vybrat* → *Invertovat* `<Ctrl+I>`. V editačním okně obrazu klikněte na ikonku *Přepnout rychlou masku* v levo dole.



Maska nám pomůže při editaci výběru. Aplikujte *Filtry* → *Rozostření* → *Gaussovo rozostření* s poloměrem okolo 50, ale záleží na rozměrech vašeho obrázku, takže se inspirujte náhledem. Po aplikaci se okraj masky rozostří. Ikonkou *Přepnout rychlou masku* se vrátíme do normálního editačního režimu.

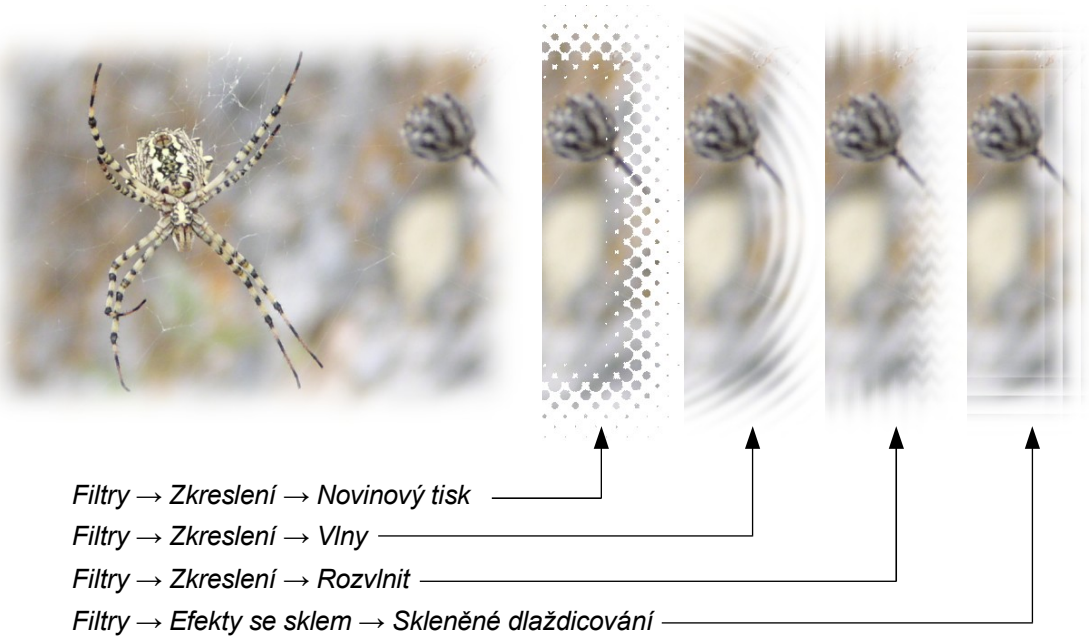


V okně *Vrstvy* pravým tlačítkem přidáme *Alfa kanál*. Potom okraj odstraníme pomocí *Upravit* → *Vymazat* `<Ctrl+K>` a zrušíme označení `<Ctrl+Shift+A>`.



Nyní jsme dosáhli základního efektu. Můžeme pokračovat tím, že vytvoříme novou neprůhlednou vrstvu, kterou vložíme pod náš obrázek. Tuto vrstvu vyplníme barvou nebo jiným obrázkem, se kterým se horní snímek bude prolínat ve svém okraji.

Při tomto postupu je možno dosáhnout mnohem zajímavějších efektů. Vraťte se do bodu, kdy máte zatím jenom rozostřenou masku – stiskněte několikrát *Upravit* → *Zpět* `<Ctrl+Z>` nebo v okně *Historie vrácení* dojděte k danému editačnímu kroku. Poté na rozostřenou masku aplikujte nějaký další z mnoha filtrů a postup s vymazáním okraje zopakujte.



15. Rozdělení radioamatérských pásem pro region IARU 1

Doporučené uspořádání radioamatérských pásem IARU pro Region 1 (Evropa, Afika, státy bývalé SSSR). Platné od 29. března 2009.

Segment [kHz]	**Šíře pásma [Hz]**	**Druh vysílání**
135,7 — 137,8	200	CW, QRSS a úzkopásmové digimódy
1 810 — 1 838	200	CW, 1836 kHz– střed QRP aktivity
1 838 — 1 840	500	úzkopásmové druhy provozu
1 840 — 1 843	2700	všechny druhy provozu – digimódy
1 843 — 2 000	2700	fónie, telegrafie
3 500 — 3 510	200	CW, vyhrazeno pro DX spojení
3 510 — 3 560	200	CW, preferováno pro závody, 3 555 kHz– střed QRS aktivity
3 560 — 3 580	200	CW, 3 560 kHz– střed QRP aktivity
3 580 — 3 590	500	Úzkopásmové digitální provozy
3 590 — 3 600	500	Úzkopásmové digitální provozy, automaticky řízené datové stanice (bez dozoru operátora)
3 600 — 3 620	2700	Všechny provozy – digi. provozy, automaticky řízené datové stanice (bez dozoru operátora)
3 600 — 3 650	2700	Všechny provozy, 3 630 kHz – střed aktivity pro digitální přenos zvuku, preferováno pro SSB závody
3 650 — 3 700	2700	Všechny provozy, 3 690 kHz – SSB střed QRP aktivity
3 700 — 3 800	2700	Všechny provozy, preferováno pro SSB závody, 3 735 kHz – **Střed aktivity pro přenos obrazu** 3 760 kHz – Region 1, střed aktivity pro tísňová volání
3 775 — 3 800	2700	Všechny provozy, přednostně pro mezikontinentální spojení
7 000 — 7 025	200	CW, vyhrazeno pro závody
7 025 — 7 040	200	CW, 7030 kHz – střed QRP aktivity
7 040 — 7 047	500	Úzkopásmový provoz – digi. provozy
7 047 — 7 050	500	Úzkopásmový provoz – digi. provozy, automaticky řízené datové stanice (bez dozoru operátora)
7 050 — 7 053	2700	Všechny provozy – digi. provozy, automaticky řízené datové stanice (bez dozoru operátora)
7 053 — 7 060	2700	Všechny provozy – digi. provozy
7 060 — 7 100	2700	Všechny provozy, preferováno pro SSB závody 7 070 kHz – střed aktivity pro digitální přenos zvuku 7 090 kHz – SSB střed QRP aktivity
7 100 — 7 130	2700	Všechny provozy, 7110 kHz – Region 1 Emergency Centre of Activity

(pokračování na další stránce)

Segment [kHz]	**Šíře pásma [Hz]**	**Druh vysílání**
7 130 — 7200	2700	Všechny provozy, preferováno pro SSB závody, 7165 kHz – **Střed aktivity pro přenos obrazu**
7 175 — 7 200	2700	Všechny provozy, přednostně pro mezikontinentální spojení
10 100 — 10 140	200	CW, 10116 kHz – střed QRP aktivity
10 140 — 10 150	500	Úzkopásmový provoz – digi. provozy
14 000 — 14 060	200	CW, vyhrazeno pro závody, 14055 kHz – střed QRS aktivity
14 060 — 14 070	200	CW, 14060 kHz – střed QRP aktivity
14 070 — 14 089	500	Úzkopásmový provoz – digi. provozy
14 089 — 14 099	500	Úzkopásmový provoz – digi. provozy, automaticky řízené datové stanice (bez dozoru operátora)
14 099 — 14 101		IBP, vyhrazeno pro radiomajáky
14 101 — 14 112	2700	Všechny provozy – digi. provozy, automaticky řízené datové stanice (bez dozoru operátora)
14 112 — 14 125	2700	Všechny provozy
14 125 — 14 300	2700	Všechny provozy, preferováno pro SSB závody, 14 130 kHz – střed aktivity pro digitální přenos zvuku 14 195 kHz ± 5 kHz – přednostně pro DX expedice 14 230 kHz – **Střed aktivity pro přenos obrazu** 14 285 kHz – SSB střed QRP aktivity
14 300 — 14 350	2700	Všechny provozy, 14 300 kHz – světový střed aktivity tísňového provozu
18 068 — 18 095	200	CW, 18 086 kHz – střed QRP aktivity
18 095 — 18 105	500	Úzkopásmový provoz – digi. provozy
18 105 — 18 109	500	Úzkopásmový provoz – digi. provozy, automaticky řízené datové stanice (bez dozoru operátora)
18 109 — 18 111		IBP, vyhrazeno pro radiomajáky
18 111 — 18 120	2700	Všechny provozy – digi. provozy, automaticky řízené datové stanice (bez dozoru operátora)
18 120 — 18 168	2700	Všechny provozy, 18 130 kHz – SSB střed QRP aktivity 18 150 kHz – střed aktivity pro digitální přenos zvuku 18 160 kHz – světový střed aktivity tísňového provozu
21 000 — 21 070	200	CW, 21055 kHz – střed QRS aktivity 21 060 kHz – střed QRP aktivity
21 070 — 21 090	500	Úzkopásmový provoz – digi. provozy
21 090 — 21 110	500	Úzkopásmový provoz – digi. provozy, automaticky řízené datové stanice (bez dozoru operátora)
21 110 — 21 120	2700	Všechny provozy (kromě SSB) – digi. provozy, automaticky řízené datové stanice (bez dozoru operátora)
21 120 — 21 149	500	Úzkopásmový provoz
21 149 — 21 151		IBP, vyhrazeno pro radiomajáky
21 151 — 21 450	2700	Všechny provozy,

(pokračování na další stránce)

Segment [kHz]	Šíře pásma [Hz]	Druh vysílání
		21180 kHz – střed aktivity pro digitální přenos zvuku 21 285 kHz – SSB střed QRP aktivity 21 340 kHz – **Střed aktivity pro přenos obrazu** 21 360 kHz – Světový střed aktivity tísňového provozu
24 890 — 24 915	200	CW, 24906 kHz – střed QRP aktivity
24 915 — 24 925	500	Úzkopásmový provoz – digi. provozy
24 925 — 24 929	500	Úzkopásmový provoz – digi. provozy, automaticky řízené datové stanice (bez dozoru operátora)
24 929 — 24 931		IBP, vyhrazeno pro radiomajáky
24 931 — 24 940	2700	Všechny provozy – digi. provozy, automaticky řízené datové stanice (bez dozoru operátora)
24 940 — 24 990	2700	Všechny provozy, 24960 kHz – střed aktivity pro digitální přenos zvuku
28 000 — 28 070	200	CW, 28055 kHz – střed QRS aktivity 28060 kHz – střed QRP aktivity
28 070 — 28 120	500	Úzkopásmový provoz – digi. provozy
28 120 — 28 150	500	Úzkopásmový provoz – digi. provozy, automaticky řízené datové stanice (bez dozoru operátora)
28 150 — 28 190	500	Úzkopásmový provoz
28 190 — 28 199		IBP, regionální časově sdílené radiomajáky
28 199 — 28 201		IBP, světové časově sdílené radiomajáky
28 201 — 28 225		IBP, trvale běžící radiomajáky
28 225 — 28 300	2700	Všechny provozy – radiomajáky
28 300 — 28 320	2700	Všechny provozy – digi. provozy, automaticky řízené datové stanice (bez dozoru operátora)
28 320 — 29 200	2700	Všechny provozy, 28 330 kHz – střed aktivity pro digitální přenos zvuku 28 360 kHz – SSB střed QRP aktivity 28 680 kHz – **Střed aktivity pro přenos obrazu**
29 200 — 29 300	6000	Všechny provozy – digi. provozy, automaticky řízené datové stanice (bez dozoru operátora)
29 300 — 29 510	6000	Družicová sestupná trasa (downlink)
29 510 — 29 520		Ochranný kanál
29 520 — 29 550	6000	Všechny provozy – FM simplex, 10kHz kanály
29 560 — 29 590	6000	Všechny provozy – vstupy FM převáděčů (RH1 – RH4)
29 600 —	6000	Všechny provozy – FM volací kanál
29 610 — 29 650	6000	Všechny provozy – FM simplex, 10kHz kanály
29 660 — 29 700	6000	Všechny provozy – výstupy FM převáděčů (RH1 – RH4)
Konec seznamu		

15.1. Vyhrazené kmitočty pro přenos obrazu v pásmech VKV a UKV

Segment [kHz]	**Šíře pásma [Hz]**	**Druh vysílání**
50 000 — 52 000		Rozsah radioamatérského pásma
50 100 — 50 500	2 700	Všechny úzkopásmové druhy provozu
50 500 — 52 000	12 000	Pásmo FM, kanál 12 kHz
		50 510 kHz– **SSTV (AFSK)**
		50 550 kHz– **FAX**
144 000 — 146 000		Rozsah radioamatérského pásma
144 360 — 144 399	2 700	Všechny druhy provozu
144 500 — 144 794	20 000	Všechny druhy provozu
		144 500 kHz – **Volací kmitočet SSTV**
		144 700 kHz – **Volací kmitočet FAX**
430 000 — 440 000		Rozsah radioamatérkského pásma
432 500 — 432 975	12 000	Všechny druhy provozu
		432 500 kHz – **Volací kmitočet SSTV**
		432 700 kHz – **Volací kmitočet FAX (FSK)**
433 400 — 433 575	12 000	Simplexní kanály, šíře 25 kHz
		433 400 kHz – **SSTV (FM/AFSK)**
433 600 — 434 000	20 000	Všechny druhy provozu
		433 700 kHz – **FAX (FM/AFSK)**
1 240 000 — 1 300 000		Rozsah radioamatérkského pásma
1 296 150 — 1 296 800	2 700	Všechny druhy provozu
		1 296 500 kHz– **Střed aktivity pro přenos obrazu**
Konec seznamu		

Literatura

[1] *Adámek, Jiří RNDr. CSc.*: **Kódování**. SNTL 1989.

[2] *Abrams, Clay K6AEP; Taggart, Ralph WB8DQT*: **Color Computer SSTV**. 73, Nov-Dec 1984.

[3] *Bodson, Dennis W4PWF; Karty, Steven N5SK*: **FAX480 and SSTV Interfaces and Software**. QST, Jul. 1998.

[4] *Bruchanov, Martin OK2MNM*: **Ještě k SSTV**. AMA magazín, červenec 1997

[5] *Churchfield, Terry K3HKR*: **Amiga AVT System**. 73 Amateur Radio, Jul. 1989.

[6] *Cook, S. A. G., G5XB*: **Hellscheiber, What is it and how it works**. Apr. 1981.

[7] **Digital Radio Mondiale (DRM); System Specification**. ETSI ES 201 980 V2.1.1 (2004-06) (ETSI Standard).

[8] *Dobeš, Josef; Žalud, Václav*: **Moderní radiotechnika**. BEN technická literatura, 2006.

[9] *Evers, Hans PA0CX*: **The Hellscheiber Rediscovery**. Ham Radio, Dec. 1979

[10] *Fanti, Franco*: **Facsimile**. CQ-TV 88, Nov. 1974.

[11] *Frejlach, Karel*: **Příjem signálu SSTV mikropočítačem ZX Spectrum**. Radioamatérský zpravodaj čísla 4, 9/1989.

[12] *Frejlach, Karel*: **Digitální radioamatérský provoz**. Autor vlastním nákladem, 1998.

[13] *Furukawa, Bruce T.; Murray, Thomas L.; McGee Kenneth A.*: **Video Surveillance of Active Volcanoes Using Slow-Scan Television**. USGS Bulletin, 1992.

[14] *Ford, Steve WB8IMY*: **TV on 10**. QST, Apr. 2001.

[15] *Geier, Michael Jay KB1UM*: **The SSTV Explorer**. Radio Fun, 6/ 95.

[16] *Geier, Michael Jay KB1UM*: **Pasokon TV Slow-Scan TV Interface**. 73 Amateur Radio Today, July 95.

[17] *Glanc, Antonín OK1GW*: **Amatérská televize**. Amatérské rádio 6, 7, 8/1971.

[18] *Glidden, Ramon L. W5NOO*: **Getting Started with Slow Scan Television**. QST, Sep. 1997.

[19] **GNU Image Manipulation Program – Uživatelská příručka**. `http://docs.gimp.org/cs/`

[20] *Gola, Miroslav ing. OK2UGS*: **Přijímač faksimile v pásmu KV (40)**. Praktická elektronika ARadio 4, 5/1999.

[21] *Goodman, Dick WA3USG*: **SSTV with the Robot 1200C Scan Converter and the Martin Emmerson EPROM Version 4.0**. 73 Amateur Radio Today, Jul. 1991.

[22] **The ARRL Handbook for Radio Communications**. ARRL 2005.

[23] *Harlan, Gene WB9MMM*: **Slow-Scan TV with the Sound Blaster**. QEX, May 1993.

[24] *Hioki, Takashi JF1GUQ*: **Pasokon TV**. Mobile Ham Amateur Radio Magazine, Feb 1993.

[25] *Hubeňák, Jiří RNDr.*: **Zařízení pro příjem faksimile počítačem PC AT**. Amatérské Rádio 6/1994.

[26] *Jordan, Karel Ing.*: **Radioamatérské družice**. Ústřední rada radioklubu Svazarmu, 1983.

[27] *Karmasin, Karel OK2FD*: **SSTV a PC**. AMA magazín, duben 1997.

[28] *Langner, John WB2OSZ*: **SSTV – The AVT System Secrets Revealed**. CQ-TV 149, Jan 1990.

[29] *Langner, John WB2OSZ*: **Slow-Scan Television – It isn't expensive anymore**. QST, Jan. 1993.

[30] *Langner, John WB2OSZ*: **Color SSTV for the Atari ST**. 73 Amateur Radio, Dec. 1989, Jan. 1990.

[31] *Langner, John WB2OSZ*: **Slow-Scan TV Questions and Answers**. Radio Fun, Feb. 1995.

[32] *Montalbano, John KA2PYJ*: **The ViewPort VGA Color SSTV System**. 73, Aug. 1992.

[33] *Nozdrovicky L.*: **Základy televízie**. Slovenské vydavateľstvo technickej literatúry, září 1962.

[34] *Null Linda, Lobur Julia*: **The Essentials of Computer Organization and Architecture**. Jones and Bartlett Publishers 2003.

[35] **Nové směry v SSTV**. Amatérské rádio 7, 8/1986.

[36] *Pagel, Paul N1FB*: **Radioware SSTV Explorer**. QST, Apr. 1994.

[37] *Pitt, Doug*: **Basic NBTV Techniques**. Narrow Band Television Associations, Jul. 1998

[38] *Prosise, Jeff*: **Bitmapové soubory – pohled dovnitř**. PC Magazine, únor 1997.

[39] *Půža, V., Fingerhut, K.*: **Amatérská televize**. Přednášky z amatérské radiotechniky 3, Svazarm 1983.

[40] *Ramon, Carine ON7LX*: **HF Managers Handbook**. IARU Jan. 2003

[41] *Rensen, Marius*: **HF FAX Station List**. `http://www.hffax.de`, Jan. 2002

[42] *Schick, Martin K. KA4IWG*: **Color SSTV and the Atari Computer**. QST, Aug. 1985.

[43] *Seger, Jiří*: **Jak se lidé dorozumívali**. Albatros 1987.

[44] *Taggart, Dr. Ralph E. WB8DQT*: **A New Standard for Amateur Radio Fascimile**. QST, Feb. 1993.

[45] *Taggart, Dr. Ralph E. WB8DQT*: **Digital Slow-Scan Television**. QST, Feb. 2004.

[46] *Taggart, Dr. Ralph E. WB8DQT*: **The ARRL Image Communications Handbook**. ARRL 2002.

[47] *Taggart, Dr. Ralph E. WB8DQT*: **The Romscanner**. QST, Mar. 1986.

[48] *Vester, Ben K3BC*: **An Inexpensive SSTV System**. QST, Jan. 1994.

[49] *Vester, Ben K3BC*: **An Inexpensive SSTV System continues to Grow**. QST, Dec. 1994.

[50] *Vít, Vladimír Ing.*: **Televizní technika – barevné přenosové soustavy**. BEN technická literatura, 1997.

[51] *Vlček, Karel*: **Komprese a kódová zabezpečení v mutimediálních komunikacích**. BEN technická literatura, 2004.

[52] **Vyhláška FMS č. 390/1992 Sb. o povolování amatérských vysílacích stanic**. Ministerstvo spojů 1992.

[53] *Wolfgang, Larry WR1B*: **TASCO Electronics TSC-70U Slow-Scan TV System**. QST, Apr. 1997.

[54] *Wooding Mike, G6IQM*: **Slow Scan Television Explained**. British Amateur TV Club, 1992.

[55] **Worldwide Marine Radiofacsimile Broadcast Schedules**. NOAA, Jun. 2005.

[56] *Žára Jiří, Bedřich Beneš, Felkel Petr*: **Moderní počítačová grafika**. Computer Press 1998.

