

Ing. Vladimír Vít

TELEVIZNÍ TECHNIKA

přenosové barevné soustavy

Praha 1997



ANOTACE

Kniha A je první částí ze čtyřsvazkového díla **TELEVIZNÍ TECHNIKA** vycházející jako 3. publikace po knize B a C.

Pojednává v prvních kapitolách o televizní kolorimetrii a o základních přenosových soustavách NTSC, PAL, SECAM. Popisuje základy rozkladu obrazu s uvedením různých norem a vysílacích pásem.

V části o zdokonalených soustavách se uvádějí základy vzorkování a obrazových spekter číslicového signálu s příklady na zdokonalené soustavy Q-PAL, PAL Plus, soustavy MAC a MUSE.

Po těchto přechodných projektech je hlavní část knihy zaměřena na výklad o komprimovaném číslicovém televizním signálu. Pojednává se zde o zdrojovém a kanálovém kódování a o druzích číslicové modulace. Knihu zakončuje kapitola o teletextu a základech družicového vysílání.

Kniha je určena výrobním, kontrolním a servisním technikům z televizního oboru a všem zájemcům o televizní techniku.

Ing. Vladimír Vít

Ing. Vladimír Vít

TELEVIZNÍ TECHNIKA - přenosové barevné soustavy

Bez předchozího písemného svolení nakladatelství nesmí být kterákoli část kopírována nebo rozmnožována jakoukoli formou (tisk, fotokopie, mikrofilm nebo jiný postup), zadána do informačního systému nebo přenášena v jiné formě či jinými prostředky.

Autor a nakladatelství nepřijímají záruku za správnost tištěných materiálů. Předkládané informace jsou zveřejněny bez ohledu na případné patenty třetích osob. Nároky na odškodnění na základě změn, chyb nebo vynechání jsou zásadně vyloučeny.

Veškerá práva vyhrazena

© Ing. Vladimír Vít, Praha 1997

Nakladatelství BEN - technická literatura

Ing. Vladimír Vít: Televizní technika - přenosové barevné soustavy

BEN - technická literatura, Praha 1997

1. vydání

ISBN 80-86056-04-X

PŘEDMLUVA

Motto: Kdyby žil německý filosof Immanuel Kant na sklonku dvacátého století, prohlásil by:

„Tři věci mne naplňují úžasem: hvězdné nebe nad námi, mravní zákon v nás a číslicové zpracování televizního signálu.“

Vážený čtenáři, téměř dvacet let uplynulo od vydání objemné knihy *Televizní technika*. Za tu dobu barevné televizory vybavené plochou obrazovkou s ostrými rohy sice ještě nezdokonalily výrazně rozlišovací schopnost v obraze, ale nabízí nám kromě normálních programů zemských i družicových vysílačů rozsáhlé pestrobarevné grafické a písemné informace v podobě teletextu, kdykoli si to během vysílání přejeme. Skupiny družic obklopile zeměkouli a poskytují divákovi přepestrout směsici několika desítek až stovek programů.

Stolní nebo skříňový televizor dostává stereofonní zvuk a divák si může volit jazyk komentáře či filmového vysílání určitého programu. Pro kabelové rozvody, budované se zřetelem k možnosti rozvodu četných družicových kanálů a vysílání z vlastního místního studia i v menších městech a obcích již nestačí běžný počet kanálů. Proto je televizor vybaven kanálovými voliči pro zvláštní kanály (včetně „hyperpásma“) mimo vysílací televizní pásma. Ale i tak zdobí balkony a střechy domů elegantní parabolické či ploché družicové antény a výrobci televizorů i servisní technici se musí zabývat novými problematikami satelitních přijímačových doplňků. Rozmnožený počet zachycených vysílačů vyžaduje multistandardové televizory, takže se výrobní firmy překonávají v údajích o počtu soustav a norem (až 12), které jejich televizor je schopen přijímat.

Rozvoj domácích počítačů a videomagnetofonů zdůraznil význam televizoru v bytě. Divák je vybaven pro ovládání funkcí všech přístrojů této domácí informační ústředny dálkovým ovládáním, které je pro něj zpočátku hlavolamem, neboť počet jeho povelů pro televizní vysílání, teletext, videomagnetofon a družicový příjem dosahuje několika desítek. Proto je novým vybavením (vlastností) televizoru komunikace diváka s televizorem týkající se návodů jak ovládat televizor pomocí pokynů uvedených na stínítku obrazovky.

V novém zpracování problematiky celé televizní techniky se snažíme pojednat nejen o těchto současných nových technologiích, ale i o výhledových směrech vývoje televizního vysílání. Čtyřicetileté období soustavy černobílá a 25leté období barevné slučitelné televize v původní podobě a její obvodová zapojení utajená v rozsáhlých mnohofunkčních integrovaných obvodech pomalu končí a začíná evoluční přerod na televizi s komprimovaným číslicovým signálem zahrnující v sobě i televizi s velkou rozlišovací schopností (HDTV) a širokoúhlý formát obrazu 16 : 9.

Po desetiletém hledání a nerealizovaných návrzích vykryštovalo pro televizi s velkou rozlišovací schopností číslicové zpracování v podobě standardu MPEG 2. Celkový bitový tok v sobě zahrnuje dílčí části signálu, které slučitelně zpracuje jak standardní televizor (opatřený dekodérem číslicové soustavy MPEG 2), a to ve staré 625řádkové podobě, tak i moderní 1250řádkový televizor pro soustavu HDTV poskytující zdokonalený obraz s vysokou jakostí.

Řada navrhovaných koncepcí soustav a obvodů, exploze nových typů integrovaných obvodů a moderní rozsáhlé obslužné vybavení televizorů založené na číslicové technice vedlo k tomu, že jsme celé dílo rozdělili do čtyř samostatných dílů označených písmeny A, B, C, D. Z výrobních důvodů již vyšly knihy B a C. V knize B jsme pojednali o anténní technice, tj. o individuálních (i družicových) a společných anténách, jakož i o kabelových rozvodech. Druhá část této knihy je věnována signálovým obvodům televizních přijímačů, tj. kanálovým voličům, obrazovým a zvukovým zesilovačům.

Kniha C popisuje zobrazovací zařízení, tj. vakuové i krystalové ploché obrazovky s problematikou rozkladu obrazu a konvergenčí. Velká část je věnována synchronizačním a vychylovacím obvodům s popisem příslušných integrovaných obvodů. Dále jsou uvedeny i napájecí části a ovládací obvody včetně obvodů pro teletext a satelitní přijímač s dekodéry scamblovaných signálů. Pojednává se zde o číslicovém zpracování signálu uvnitř televizoru pomocí obvodů se 100 Hz rozkladem. Závěr knihy C uvádí přehled ladění a nastavování televizorů s popisem elektronických zkušebních obrazců.

Jako třetí vydaná kniha v tomto čtyřsvazkovém seriálu je tato základní kniha A. Pojednává o současných přenosových soustavách NTSC, SECAM, PAL, MAC s úvodem o vybraných statích z kolorimetrie důležitých pro televizní techniku. Po výkladu a přehledu televizních norem se uvádějí stručné základy teorie vzorkování a spekter číslicového televizního signálu, podle které se snažili vědečtí pracovníci v laboratořích zdokonalit stávající soustavy na přechodnou dobu před televizi s velkou rozlišovací schopností, jako jsou nové soustavy Q-PAL, PAL Plus, D2-MAC, HD-MAC, MUSE apod.

Velká část knihy je však věnována budoucí, téměř světově jednotné televizní soustavě s komprimovaným číslicovým signálem MPEG 2 ve zdrojovém kódování i moderním způsobem kanálového kódování QAM, QPSK, OFDM s ochranami FEC. Doplnkem knihy A je výklad normy teletextu WST a základy družicového vysílání. Jako čtvrtá kniha D se připravuje část o studiových zařízeních a vysílačích.

Snahou autora bylo podat čtenářům ty nejmodernější (v době zpracování rukopisu do konce r. 1996) poznatky z připravovaných vývojových směrů v televizní technice i ze stávajících technologií. Značná péče je věnována barevným vyobrazením ve snaze soutěžit tak se světovou technickou literaturou, pokud to nebylo omezeno výrobními možnostmi.

V závěru předmluvy bych rád poděkoval v první řadě nakladatelství BEN za vstřícný přístup k dokonalému redakčnímu zpracování knihy a to panu Liboru Kubicovi a panu Martinu Havlákoví. Oceňuji i vzornou spolupráci s kreslíči rodiny Duškovy. Poděkování patří firmám, které největší měrou přispěly dokumentacemi, a to firmě Philips, Grundig, Sony, JVC a České televizi. Z osobností jsem díky povinován za poskytnutí literatury a za cenné pokyny Ing. Svetozáru Ďurovičovi DrSc, Ing. Petru Kubovi, Ing. Pavlu Gregorovi, Ing. Jindřichu Bradáčovi CSc, Ing. Romanu Mandysovi z Vídně, Ing. Richardu Ryvolovi z Testcomu a Ing. Vladimíru Tuscherovi ze SPŠE v Praze.

Vynikající vybavení knihy popisující techniku televizních přenosů při dokonalé reprodukci obrazu s velkou rozlišovací schopností a se stereofonním zvukem v jakosti kompaktní desky, bez rušivých vlivů ze zemského prostoru při přenosu pomocí družic, nechť je i úspěšným vstupem naší technické literatury do evropského společenství.

Knihu věnuji památce svých rodičů

V Praze v lednu 1997

Ing. Vladimír Vít

OBSAH

Předmluva	5
Obsah	7

I. ZÁKLADY NAUKY O SVĚTLE 17

1.0	Základní poznatky o barevném vidění	17
1.1	Bílé sluneční světlo	18
1.2	Přímé světlo a barevné filtry	19
1.3	Nepřímé světlo - barva předmětů	21
1.4	Důležité veličiny a jednotky světla	22
1.5	Lidské oko, jeho vlastnosti a televizní kamera	24
1.6	Vlastnosti lidského oka využívané v televizním přenosu	26
1.6.1	Jasové přizpůsobení	26
1.6.2	Barevné přizpůsobení	28
1.6.3	Ostrost vidění	28
1.6.4	Setrvačnost vidění	29
1.6.5	Barevný metamerismus (metamerie)	29
1.6.6	Barevná rozlišovací schopnost	30
1.7	Rozdílové (subtrakční) mísení barev	30
1.8	Součtové (adiční) mísení barev	32
1.9	Definice barev světla, tón, sytost, jas	34
1.10	Jas barevných ploch	35
2.0	Znázornění barev souřadnicemi	36
2.1	Volba základních barev pro součtové mísení - kolorimetr	36
2.2	Rovnice barev	37
2.3	Prostorové znázornění barvy	39
2.4	Rovinné souřadnice r, g	40
2.5	Spektrální barvy v souřadnicové soustavě r, g	42
2.6	Mísení barev vyjádřených souřadnicemi	43
2.7	Změny sytosti a barevného tónu v souřadnicové soustavě	44
2.8	Doplňkové (komplementární) barvy	45
2.9	Neskutečné základní barvy (X), (Y), (Z)	45
2.10	Normalizované souřadnice MKO	47
2.11	Chrominance v soustavě světél (X), (Y), (Z)	48
2.12	Čisté spektrální barvy v diagramu barev MKO	49
2.13	Mísení barev, definice sytosti a dominantní vlnové délky v diagramu MKO	50
3.0	Základní barvy pro přenos v barevné televizi	52
3.1	Volba barevných světél (R_e), (G_e), (B_e)	52
3.2	Normalizované světlo C pro barevnou televizi a trojbarvé členitele $\bar{r}_e, \bar{g}_e, \bar{b}_e$	54

II. ZÁKLADY TELEVIZNÍHO PŘENOSU, ZÁKLADNÍ TELEVIZNÍ SOUSTAVY A NORMY 56

4.0	Vytvoření televizního signálu	56
4.1	Části přenosové cesty	56
4.2	Podstata televizního přenosu	56

4.3	Převod analogového signálu do číslicové podoby	59
4.3.1	Pulzní kódová modulace (PCM)	59
4.3.2	Diferenční pulzní kódová modulace DPCM	61
4.4	Řádkový rastr	64
4.5	Prokládané řádkování	68
4.6	Nevýhody prokládaného řádkování	72
4.7	Norma televizního obrazového signálu v analogové podobě	75
4.8	Základní pásmo a televizní kanál	78
5.0	Slučitelný přenos barevného televizního signálu	80
5.1	Kolorimetrické vztahy při jednoduchém barevném televizním přenosu	80
5.1.1	Barevný přenos na obrazovce spojené s kamerou kabelem	81
5.1.2	Černobílý přenos barev snímaných barevnou kamerou	81
5.1.3	Normalizované barevné pruhy a jejich jasový signál	83
5.1.4	Určení barvy složkovými signály	87
5.2	Základní požadavek slučitelného přenosu	88
5.3	Přenos barvy v slučitelné soustavě	89
5.4	Rozdílové signály a princip stálého jasu	92
5.5	Osy R – Y, B – Y, I, Q v diagramu MKO	93
5.6	Úprava signálů pro zakódování	96
5.6.1	Šířka pásma jednotlivých signálů – princip smíšených výšek	96
5.6.2	Korekce gama	96
5.6.3	Umístění rozdílových signálů uvnitř pásma jasového signálu	99
5.6.4	Rušení při frekvenčním multiplexu	101
5.7	Způsob přenosu chrominančního signálu	103
5.7.1	Soustava NTSC (podrobně viz čl. A-7)	104
5.7.2	Soustava PAL (podrobně viz čl. A-8)	104
5.7.3	Soustava SECAM (podrobně viz čl. A-9)	104
5.7.4	Soustavy MAC (podrobně viz čl. A-11)	104
5.7.5	Soustavy HDTV (High Definition Television) (podrobně viz čl. A-16)	105
6.0	Vysokofrekvenční přenos televizního signálu	106
6.1	Přehled televizních norem pro amplitudovou modulaci nosné vlny obrazu	106
6.2	Televizní pásma	109
6.2.1	Televizní pásma zemských vysílačů	109
6.2.2	Kanály jednotlivých televizních norem	113
6.2.3	Některé odchylky v rozdělení kanálů u norem B, I, M	118
6.2.4	Televizní pásma pro vysílání z družic	121
6.3	Základy přenosu zvukového signálu v televizním kanálu	127
6.3.1	Zvuk u zemských vysílačů	127
6.3.1.1	Soustava se dvěma nosnými frekvencemi zvuku	128
6.3.1.2	Multiplexní (dvojná) modulace jedné nosné vlny zvuku	130
6.3.1.3	Soustava digitálního přenosu zvuku NICAM 728 u zemských vysílačů	139
6.3.1.4	Téměř okamžité komandování	143
6.3.1.5	Formát číslicového signálu NICAM 728	148
6.3.1.6	Diferenční kvadraturní čili čtyřstavová fázová modulace DQPSK	151
6.3.1.7	Přijímač pro soustavu NICAM 728	154
6.3.2	Přenos zvukového signálu při družicovém vysílání	157

6.3.2.1	Analogový přenos zvuku	157
6.3.2.2	Několikanálový přenos družicového zvuku v soustavě Wegener Panda I	160
6.3.2.3	Digitální přenos zvuku v družicovém vysílání	164
6.3.2.4	Čtyřstavová fázová modulace 2-4 PSK nosné vlny se dvěma změnami fáze	165
6.3.2.5	Duobinární modulace u soustav D-MAC a D2-MAC	166
7.0	Soustava NTSC	169
7.1	Princip přenosu v soustavě NTSC	169
7.2	Skupinové schéma kódovacího zařízení pro úplný barevný televizní signál	171
7.3	Synchronizační impuls barvy	171
7.4	Skupinové schéma pro dekódovací zařízení	172
7.5	Kvadrurní modulace	172
7.5.1	Znázornění amplitudové modulace	174
7.5.2	Modulátory pro amplitudovou modulaci	177
7.5.3	Znázornění kvadrurně modulované nosné vlny	181
7.6	Redukované rozdílové signály a tvar úplného barevného signálu pro svislé barevné pruhy	181
7.7	Fázorové zobrazení chrominančního signálu	188
7.8	Zkreslení barevného signálu v soustavě NTSC	189
7.9	Původní norma NTSC se signály I a Q	194
7.10	Synchronní detektory	196
7.11	Pronikání jasového signálu do chrominančního kanálu (cross colour - diafotie) u soustavy NTSC	196
7.12	Oddělení složkových signálů hřebenovými filtry	197
8.0	Soustava PAL	202
8.1	Princip soustavy PAL	202
8.2	Rozdíl mezi jednoduchou soustavou PAL a soustavou PAL se zpožďovacím vedením	205
8.3	Barvosná frekvence a modulační pásma	205
8.4	Vyloučení přeslechů mezi složkami U, V	208
8.5	Synchronizační impuls barvy v soustavě PAL	208
8.6	Skupinové schéma demodulačních obvodů v barevném přijímači PAL s ultrazvukovým zpožďovacím vedením	211
8.7	Demodulátor se zpožďovacím vedením - demodulátor fáze	213
8.8	Zpožďovací vedení	214
8.8.1	Ultrazvukové zpožďovací vedení	214
8.8.2	Zpožďovací vedení CCD	217
8.8.3	Zpožďovací vedení v obvodech digitálního signálu	219
8.9	Vyrovnaní fázových zkreslení v demodulátorech se zpožďovacím vedením před demulací signálu	219
8.10	Synchronní detektory v soustavě PAL	221
8.11	Oscilátor barvosné frekvence a jeho synchronizace	222
8.12	Synchronizace přepínače PAL	223
8.13	Vypínač barev	225
8.14	Vliv odražených signálů na barevné podání obrazu v soustavě PAL	225
8.15	Dekódovací obvody soustavy „Nový PAL“ (PAL _n)	227
8.16	Oddělení složkových signálů hřebenovými filtry v soustavě PAL	227

8.17	Barevný dekodér se zpožďovacími vedeními v základním pásmu	229
8.17.1	Základní zapojení	229
8.17.2	Působení hřebenového filtru v základním pásmu	231
8.17.3	Zapojení a činnost hřebenového filtru se zpožďovacím vedením v základním pásmu	234
8.17.4	Zápis a čtení spínaných paměťových kondenzátorů	236
8.17.5	Zpožďovací vedení při číslicovém zpracování televizního signálu	238
8.18	Rozšířený PAL (Extended)	238
8.19	Televizní soustava PAL Plus	239
8.19.1	Formátová slučitelnost	239
8.19.2	Kódování signálu PAL Plus	241
8.19.3	Vertikální přeměna rastru	244
8.19.4	Kamerový a filmový mód	249
8.19.5	Zakódování pomocného signálu helper	255
8.19.6	Zpracování televizních složkových signálů technikou COLOUR PLUS (MACP)	255
8.19.7	Detektor pohybu	259
8.19.8	Informační (služební) a referenční signály	260
8.19.9	Obvodové řešení přijímače	263
8.19.9.1	Část s pohybově přizpůsobivým zpracováním COLOUR PLUS	263
8.19.9.2	Vertikální přeměna rastru v dekodéru	266
8.19.9.3	Zapojení dekodéru PAL Plus s integrovanými obvody SVP1 a SVP2	266
9.0	Soustava SECAM	270
9.1	Princip soustavy SECAM IIIb	270
9.2	Volba barvosné frekvence	273
9.3	Modulační rozdílové signály	274
9.4	Frekvenční zdvih a úprava modulačních signálů - nf preemfáze	276
9.5	Zmenšení amplitudy barvosné frekvence - vf preemfáze	281
9.6	Vzájemné souvislosti při volbě parametrů soustavy SECAM IIIb	282
9.7	Průběh chrominančního signálu v řádkových zatemňovacích impulzech	285
9.8	Synchronizace barev	287
9.9	Přeslechy jasového signálu do chrominančního signálu (cross colour)	288
9.10	Dekódovací obvody	289
9.11	Vliv odražených signálů na přenos soustavou SECAM	294
9.12	Porovnání vlastností slučitelných soustav NTSC, PAL a SECAM	295
III.	ZDOKONALENÉ TELEVIZNÍ PŘENOSOVÉ SOUSTAVY	298
10.0	Všeobecné vlastnosti soustav EDTV	298
10.1	Nedokonalosti původních přenosových soustav	298
10.1.1	Požadavky na obrazový rastr	298
10.1.2	Nevýhody stávajících soustav pro barevný přenos a návrhy na zdokonalení	299
10.2	Základy vzorkování	303
10.3	Převod obrazového toku na televizní signál	304
10.3.1	Spektrum obrazového toku	305
10.3.2	Znázornění spektra obrazového toku a signálové spektrální funkce	310

10.3.3	Vzorkovací struktura a spektrální síť	311
10.3.4	Chyby vzniklé televizním rozkladem	317
10.4	Vyjádření složkových signálů soustavy PAL třírozměrným zobrazením	320
10.5	Dvourozměrná digitální filtrace	323
10.6	Zdokonalené soustavy PAL	327
10.6.1	Soustava Q-PAL	327
10.6.2	Soustava I PAL	329
11.0	Soustavy MAC	330
11.1	Důvody vzniku soustav MAC	330
11.2	Základní způsoby vzorkování obrazových signálů a jejich komprimace v soustavách MAC	331
11.3	Základní provedení časového multiplexu dvou signálů	334
11.4	Přenos zvuku a dat v časovém multiplexu	335
11.5	Základní vlastnosti soustavy C-MAC/packet	338
11.5.1	Přenos analogových signálů	339
11.5.2	Synchronizace rozkladových obvodů a identifikace barev	342
11.5.3	Přenos zvuku a dat, proložení bitů a energetické scramblingování	345
11.5.4	Složení návětní části paketu zvuku a dat	347
11.5.5	Uspořádání datové části paketu	347
11.5.6	Signály v řádce 624 a 625	348
11.5.7	Podmíněný přístup k televiznímu vysílání v soustavách MAC	350
11.5.7.1	Scramblování a descramblování zdrojových složek	353
11.5.8	Servisní identifikační kanál	360
11.5.9	Kódovací a dekódovací zařízení soustavy C-MAC/packet	364
11.5.9.1	Kódovací zařízení	364
11.5.9.2	Dekódovací zařízení	366
11.6	Soustavy D-MAC/packet a D2-MAC/packet	367
11.7	Jiné druhy soustav MAC (A, B, E, S, HD)	370
11.7.1	Soustava B-MAC	370
11.7.2	Soustava roztažený (Extended) E-MAC	374

IV. KOMPRIMOVANÝ ČÍSLICOVÝ TELEVIZNÍ SIGNÁL 376

12.0	Základní pojmy z teorie informací	376
12.1	Pravděpodobnost a střední hodnota	376
12.2	Definice zprávy, symbolu, znaku, míry informace, entropie a redundance	379
12.3	Entropie v teorii informací	381
12.4	Kódování a entropie kódových znaků	386
12.5	Nejkratší kódy - Huffmanův kód	389
12.5.1	Nerovnoměrný kód	390
12.5.2	Huffmanovo kódování	391
12.6	Souhrn aplikovaných poznatků z teorie informací	392
13.0	Nekomprimovaný číslicový signál	393
13.1	Formáty číslicového signálu	393
13.2	Časové rozdíly mezi analogovým a číslicovým televizním signálem	395
13.3	Kvantovací úrovně číslicového televizního signálu	396

13.4	Bitová rychlost nekomprimovaného číslicového signálu	398
14.0	Standardy komprimovaného televizního signálu	399
14.1	Dílčí způsoby zdrojového kódování	399
14.2	Standard JPEG pro nepohyblivé obrazy	401
14.3	Transformační kódování	403
14.4	Kosinová transformace	405
14.5	Kvantování frekvenčních koeficientů	411
14.6	Entropické kódování	413
14.7	Dekodér standardu JPEG	417
14.8	Způsoby přenosu v soustavě JPEG	417
14.9	Soustavy MPEG	418
14.10	Soustava MPEG 1	420
14.10.1	Diferenční pulzní kódová modulace	420
14.10.1.1	Vstupní obvody	420
14.10.1.2	Předpověď snímků a jejich druhy I, P, B	423
14.10.1.3	Vytváření snímků P pomocí vektorů pohybu	425
14.10.1.4	Vytváření snímků B	428
14.10.2	Výrovnávací paměť	431
14.10.3	Multiplexer a vrstvy bitů v bitovém toku	432
14.11	Soustava MPEG 2	436
14.11.1	Obvody predikce s vektory pohybu	439
14.11.1.1	Celosnímkový mód	441
14.11.1.2	Pulsnímkový mód	441
14.11.2	Transformační a entropické kódování, čtení koeficientů a regulace bitové rychlosti u soustavy MPEG 2	443
14.11.3	Příklad na výpočet datového toku v kodéru	445
14.11.4	Dekodér soustavy MPEG 2	446
14.12	Hierarchické kódování (podle hodnotních čili řádových stupňů)	448
14.12.1	Odstupňování jakosti obrazu podle poměru signál/šum SNR	450
14.12.2	Odstupňování na základě prostorového rozlišení (TV/HDTV)	453
14.12.2.1	Dekodér pro prostorové odstupňování	453
14.12.3	Jiné způsoby odstupňování bitového toku	456
14.13	Jiné standardy pro komprimování obrazových signálů	456
14.14	Zdrojové kódování zvukových signálů podle standardu MPEG	457
14.14.1	Vzorkování a kvantování zvukového signálu	457
14.14.2	Zbytečná (irrelevantní) akustická data	458
14.14.3	Maskování akustických signálů	459
14.14.4	Základy zvukového standardu MPEG 1	463
14.14.4.1	Kódování podle úrovně 1	463
14.14.4.2	Kódování v úrovni 2 (standard MUSICAM)	468
14.14.4.3	Kódování v úrovni 3	472
14.14.5	Dekodér zvukového signálu soustavy MPEG 1	472
14.14.6	Zvukový standard MPEG 2	474
14.14.6.1	Snížení bitové rychlosti	474
14.14.6.2	Slučitelnost několikakanálového vysílání	474
14.14.6.3	Redukce dat při několikakanálovém přenosu	478

14.15	Systémová specifikace standardu MPEG 2	481
14.15.1	Zpracování obrazových a zvukových signálů za obvodu zdrojového kódování	481
14.15.1.1	Paketový elementární datový tok (PES)	483
14.15.1.2	Programový tok	484
14.15.1.3	Transportní tok	485
14.15.2	Zpracování transportního toku při dekódování	487
15.0	Kanálové kódování	490
15.1	Zabezpečení datového toku proti rušení	490
15.1.1	Blokový Reedův-Solomonův kód (RS)	493
15.1.1.1	Aritmetika Galoisova pole	494
15.1.2	Konvoluční kód	500
15.1.2.1	Postup kódování ve stavovém diagramu	502
15.1.3	Dekódování konvolučního kódu	502
15.1.4	Tečkovaný neboli zúžený přenos konvolučního kódu	504
15.1.5	Prokládání symbolů při družicovém přenosu	506
15.2	Podmíněný přístup k číslicovému televiznímu signálu	506
15.3	Druhy digitálních modulací	509
15.3.1	Zpracování číslicového signálu NRZ v základním pásmu	509
15.3.2	Vysokofrekvenční přenos digitálního signálu NRZ s jednou nosnou vlnou	514
15.3.2.1	Dvoustavové amplitudové klíčování 2-ASK	516
15.3.2.2	Dvoustavové fázové klíčování 2-PSK	517
15.3.2.3	Několikastavové amplitudové klíčování s částečně potlačeným dolním postranním pásmem M-VSB	519
15.3.2.4	Čtyřstavové (kvaternární) čili kvadraturní fázové klíčování QPSK	520
15.3.2.5	Kvadraturní amplitudová modulace QAM	524
15.3.2.6	Dvoustavové frekvenční klíčování 2-FSK	528
15.3.3	Vysílání s frekvenčním multiplexem nosných vln OFDM u zemských vysílačů	528
15.3.3.1	Ochranný interval.....	530
15.3.3.2	Soustava OFDM s inverzní diskretní Fourierovou transformací IDFT	532
15.3.3.3	Přijímač pro soustavu OFDM	536
15.3.4	Přijímač pro číslicový televizní signál	536

V. TELEVIZE S VELKOU ROZLIŠOVACÍ SCHOPNOSTÍ - HDTV 538

16.0	Druhy analogových a digitálních soustav HDTV	538
16.1	Soustava MUSE	540
16.1.1	Princip soustavy MUSE	541
16.1.2	Výsílací zařízení soustavy MUSE	547
16.1.3	Přijímací zařízení soustavy MUSE	547
16.2	Evropská analogová soustava HDTV - HD-MAC	550
16.2.1	První verze HD-MAC	552
16.2.2	Druhá verze kódování v soustavě HD-MAC	557
16.3	Projekt HD-DIVINE	560
16.3.1	Kódovací část zařízení HD-DIVINE	561
16.3.2	Vysílání COFDM zemskými vysílači	561
16.3.3	Demodulátor signálu COFDM	566

16.4	Projekt VIDINET	566
16.4.1	Pružná koncepce ve zdrojovém kódování	566
16.4.2	Přízpusobivost v kanálovém kódování	568

VI. PŘENOS SIGNÁLŮ A INFORMACÍ V ZATEMŇOVACÍCH INTERVALECH 570

17.0	Přehled využití zatemněných řádků	570
17.1	Vysílání teletextu	571
17.1.1	Účel a podstata teletextu	572
17.1.2	Princip přenosu teletextu	576
17.1.3.	Složení stránky a doba vybavení	576
17.1.4	Druh stránky a povely pro její zobrazení	578
17.1.5	Složení teletextového signálu	579
17.1.5.1	Bitová rychlost a datové pakety	579
17.1.5.2	Tvarování impulzů teletextového signálu	580
17.1.5.3	Teletextové oko	582
17.1.5.4	Synchronizace a adresování dat	584
17.1.6	Hammingův kód	586
17.1.7	Číslo souboru a číslo řádky - neviditelné řádky	586
17.1.8	Složení paketu X/0 pro záhlaví	589
17.1.9	Druhy znaků a jejich zobrazení na obrazovce	591
17.1.10	Úrovně teletextového zobrazení	597
17.1.10.1	Rozšířená 1,5. úroveň teletextu	598
17.1.11	Složení paketu 26	601
17.1.11.1	Příklad na použití paketu X/26	606
17.1.12	Sdružování stránek paketem X/27	609
17.1.13	Německá soustava sdružených stránek TOP - programování VPV	614
17.1.14	Složení servisního paketu 8/30 a ostatní neviditelné řádky	616
17.1.15	HiText - teletextová úroveň 2,5	618
17.1.15.1	Požadavky na zdokonalení teletextu	618
17.1.15.2	Barvy v úrovni 2,5	619
17.1.15.3	Paralelní příznaky	619
17.1.15.4	Rozsah zobrazení úrovně HiText na stínítku obrazovky	620
17.1.15.5	Grafika a volně definovatelné znaky DRCS	620
17.1.15.6	Předmětové stránky POP a stránky MOT	622
17.1.16	Francouzská soustava teletextu DIDON - ANTIOPE a jiné teletextové soustavy ve světě	623
17.2	Interaktivní teletext IT - videotex	624
17.2.1	Technické parametry IT	624
17.2.2	Postup přenosu informací IT	628
17.3	Přenos doplňkových dat 16. a 329. televizním řádkem	629
17.3.1	Struktura řádků 16 a 329	630
17.3.2	Kódy signálu VPS	632

VII. DRUŽICOVÝ PŘENOS	635
18.0 Telekomunikační a rozhlasové družice	635
18.1 Význam družicového přenosu	635
18.2 Pevná družicová služba a rozhlasová přímá družicová služba	635
18.3 Umístění geostacionárních družic na oběžnou dráhu	641
18.4 Vybavení družice	641
18.4.1 Transpondér a způsob vysílání	642
18.4.2 Družicové antény	649
18.4.3 Energetické zdroje družice	649
18.5 Důležité elektrické veličiny družicového přenosu	652
18.6 Stručný přehled modulačních soustav pro družicové vysílání	656
Dodatek	659
Tabulky zvláštních kanálů	659
Seznam států podle použitých norem a přenosových soustav	661
Literatura	667
Závěr	672
Rejstřík	673
Doplňk do knihy C na str. 425 „Televizní technika - rozkladové obvody atd.“	680
Opavy chyb v knize C „Televizní technika - rozkladové obvody atd.“	681
PŘÍLOHY	682
Měřicí přístroje ROHDE & SCHWARZ, TEKTRONIX, ADVANTEST pro použití v profesionální televizní technice	682
Příklady použití kompresních metod v některých profesionálních digitálních televizních zařízeních Sony	696
ELVIA-PRO - aplikace televizní techniky a prodej špičkové techniky	712
AVD system - aplikace audio a videotechniky	714
Technologické novinky použité při distribuci exkluzivních kabelových TV kanálů HBO, Max1, SuperMax	715
TES elektronika - moduly pro konverzi zvuku TV přijímačů a videomagnetofonů, servisní manuály ke spotřební elektronice	716
ELLAX - velkoobchod náhradních dílů pro audio-video-TV, polovodiče, servisní manuály ke spotřební elektronice	717
KERR - velkoobchod náhradních dílů pro audio-video-TV, polovodiče	718
Knihy nakladatelství BEN - technická literatura	719