

OBSAH

ÚVOD	13
I. PSYCHOFYZIKÁLNÍ ZÁKLADY BAREVNÉ TELEVIZE.	15
Úvod	15
1. Psychofyzikální povaha barevného vidění	17
2. Kolorimetrické určení barvy světla	17
3. Podstata barevného televizního přenosu	19
4. Kolorimetrická soustava MKO	20
5. Znázornění trichromatické soustavy MKO v kolorimetrickém prostoru	22
6. Vlastnosti diagramu barev MKO	23
7. Smluvní světlo	26
8. Dosažitelný činitel jasu tělesových barev	31
9. Chrominance.	32
10. Vlastnosti barevného vidění	33
11. Teorie barevného vidění	33
12. Barevná adaptace zraku.	34
13. Jasová adaptace zraku	35
14. Zraková ostrost	36
15. Vjem blikání jasu a barev	36
16. Vnímání rozdíly barev	37
17. Diagram stejných barevných rozdílů CIE-uv	38
18. Vyjádření vnímatelných rozdílů barev v rovině diagramu barev MKO	39
19. Kolorimetrické vyjádření barevného zkreslení	42
20. Závěr	44
II. ZÁKLADNÍ PRINCIPY ANALOGOVÉHO KÓDOVÁNÍ SIGNÁLŮ V PŘENOSOVÝCH SOUSTAVÁCH BAREVNÉ TELEVIZE.	45
Úvod	45
1. Teoretické předpoklady přenosu zvětšeného množství informací barevného obrazu standardním televizním kanálem	47
2. Využití fyziologických vlastností zraku	48
3. Princip sdílení pásem jasového a barvosného signálu	53
4. Způsob multiplexního přenosu barvosných informací	56
5. Aplikace závěrů televizní kolorimetrie pro skladbu přenosových signálů barevné televize	57
5.1 Obecná kolorimetrická transformace soustav základních barev	57
5.2 Kolorimetrická norma přenosových soustav barevné televize	60
5.3 Kolorimetrická transformace barevného světla ze soustavy MKO do soustavy základních barev (R), (G), (B)	61
5.4 Definice přenosových signálů	62
5.5 Kolorimetrické mapy v soustavě $R-Y$, $B-Y$	67
5.6 Diagramy konstantní poměrné amplitudy a konstantní fáze barvosného signálu	68
5.7 Kolorimetrické mapy soustavy I, Q	70

5.8 Znáznornění přenosových veličin v kolorimetrickém prostoru soustavy MKO	71
5.9 Nelineární přenosová soustava	72
6. Princip stálého jasu	73

III. SOUSTAVA BAREVNÉ TELEVIZE PODLE NORMY NTSC	75
1. Charakteristika soustavy barevné televize podle normy NTSC	75
2. Volba kmitočtu barvosné vlny	76
3. Princip kvadraturní modulace	77
4. Kódovací zařízení pro vytváření úplného barevného signálu v soustavě barevné televize podle normy NTSC	79
5. Tvar a složení úplného barevného signálu	80
6. Vektorové zobrazení barvosné signálu	85
7. Vzájemné relace signálů $E_R - E_Y, E_B - E_Y$ a signálů E_I, E_Q	87
8. Stanovení modulačních součinitelů m_1, m_2	88
9. Časové vyrovnání složek Y, I, Q a $Y, (R-Y), (B-Y)$	88
10. Obvody kódovacího zařízení soustavy NTSC	89
11. Celkové uspořádání přijímače a dekódovacích obvodů soustavy NTSC	93
12. Vysokofrekvenční obvody přijímače barevné televize	94
12.1 Kanálový volič	94
12.2 Mezifrekvenční zesilovač	94
12.3 Uspořádání mezifrekvenčního zesilovače se společnou detekcí jasového a barvosné signálu	95
12.4 Uspořádání mezifrekvenčního zesilovače se společnou detekcí barvosné signálu a signálu zvukového doprovodu	96
13. Obrazový zesilovač dekódovacího zařízení	97
14. Vlastní zpracování barvosné signálu	98
15. Synchronní demodulace barvosné signálu soustavy NTSC	100
15.1 Součinné synchronní detektory	100
15.2 Synchronní demodulace založená na vzorkování barvosné signálu	102
15.3 Synchronní demodulace založená na klíčování barvosné signálu	103
15.4 Synchronní detektory na principu špičkového fázového detektoru	104
15.5 Demodulace barvosné signálu v osách X a Z	105
15.6 Uspořádání přenosových charakteristik při synchronní detekci	106
15.7 Stanovení demodulační osy pro přímou demodulaci rozdílového signálu ($G-Y$)	107
15.8 Synchronní demodulace obou složek barvosné signálu s použitím jedině referenční barvosné vlny	107
16. Volba referenční fáze synchronizačního impulsu barvy	108
17. Rekombinace barvosné vlny	109
18. Pasívní rekombinace barvosné vlny	109
19. Aktivní rekombinace barvosné vlny	111
19.1 Základní vztahy příjmače pro činnost automatické fázové synchronizace	112
19.2 Ustálený stav systému automatické fázové synchronizace	112
19.3 Přechodové a útlumové charakteristiky systému automatické fázové synchronizace	113
19.4 Šumová šířka systému a dynamická fázová odchylka rekombinované barvosné vlny	114
19.5 Vlivy korekčního filtru	115
19.6 Kvadrakorelátor	116
20. Podrobnější vlastnosti přenosového systému NTSC	117
21. Vysokofrekvenční přenos úplného barevného signálu	117
22. Pronikání vysokofrekvenčních složek jasového signálu do barvosné kanálu soustavy NTSC	121
23. Vliv gradační křivky reprodukční soustavy	122
23.1 Černobílý příjem	123
23.2 Částečná kompenzace ztráty jasu při černobílém příjmu	123
23.3 Příjem barevného obrazu	124
23.4 Narušení principu stálého jasu	124
23.5 Reprodukce různých obrazových podrobností	127
24. Barevné přechody v reprodukováném obraze	127
25. Některé problémy přenosu úplného barevného signálu soustavy barevné televize NTSC	130
26. Hodnocení vlastností soustavy barevné televize NTSC	133

IV. SOUSTAVA BAREVNÉ TELEVIZE SECAM	134
1. Základní principy soustavy barevné televize SECAM	134
2. Uspořádání kódovacího zařízení soustavy SECAM	135
3. Kmitočtový modulátor kódovacího zařízení SECAM	142
4. Impulsová ústředna kódovacího zařízení SECAM	144
4.1 Vytváření pomocných impulsových signálů.	145
4.2 Synchronní chod paralelně pracujících kódovacích zařízení soustavy SECAM	148
5. Dekódovací zařízení soustavy barevné televize SECAM	150
6. Tvar úplného barevného signálu SECAM a jeho dílčích složek	150
7. Hodnoty signálu barevných pruhů v soustavě SECAM	156
8. Komutace fáze barvosné vlny	158
9. Obvody dekodovacího zařízení soustavy SECAM	158
10. Kmitočtový diskriminátor demodulačního kanálu a nízkofrekvenční deefáze	164
11. Elektrické uspořádání dekodovacích obvodů přijímače SECAM.	169
12. Synchronizace barev v soustavě barevné televize SECAM	169
13. Systém synchronizace barev založený na kmitočtové extrakci synchronizačního impulsu barvy	171
14. Nové směry v synchronizaci barev SECAM	173
15. Režijní zpracování úplného barevného signálu soustavy SECAM	173
16. Rozvoj signálů kmitočtových záznejů ve Fourierovu řadu	176
17. Opatření ke snížení proniku jasového signálu do signálu barvosného	177
17.1 Absorbční filtr kódovacího zařízení	177
17.2 Korekce na principu inverzní fázové modulace barvosného signálu	178
18. Ultrasonická zpožďovací linka	179
19. Vlastnosti zpožďovacího elementu	180
20. Některé přenosové vlastnosti ultrasonické zpožďovací linky	182
21. Měření doby zpoždění ultrasonické zpožďovací linky	184
22. Zpožďování barvosného signálu posuvným registrem typu MOS	185
23. Dekódovací zařízení SECAM se zpožďovací linkou MOS	187
24. Vliv odražených signálů v soustavě SECAM	189
25. Časová odezva barvosného kanálu soustavy SECAM	189
26. Šumové vlastnosti barvosného signálu soustavy SECAM	195
27. Přínos kmitočtových korekcí pro zlepšení šumových vlastností barvosného kanálu soustavy SECAM	196
28. Spektrální složení šumu v barvosném kanálu SECAM	199
28.1 Vliv vysokofrekvenční deefáze na spektrální složení šumu	199
28.2 Celkové spektrální rozložení šumového signálu	201
28.3 Zhodnocení šumových signálů barvosného kanálu na výstupu zobrazovací soustavy	202
29. Statistické vlastnosti některých přenosových principů soustavy SECAM	205
29.1 Definice základních pojmů	205
29.2 Některé výsledky statistického zhodnocení přenosových principů SECAM	210
30. Systémová zdokonalení v optimalizované soustavě SECAM	214
31. Soustavy barevné televize na bázi soustavy SECAM	216
31.1 Soustava barevné televize DST	216
31.2 Soustava SECAM s analytickým barvosným signálem	216
31.3 Soustava barevné televize SECAM-IV	217
32. Hodnocení soustavy barevné televize SECAM	219
V. SOUSTAVA BAREVNÉ TELEVIZE PAL	220
1. Základní principy soustavy barevné televize PAL	220
2. Kompenzace fázových zkreslení přenosu v soustavě PAL	221
3. Uspořádání kódovacích a dekodovacích zařízení soustavy PAL _S	222
4. Meze kvalitní reprodukce v soustavě PAL _S	224
5. Uspořádání kódovacích a dekodovacích zařízení soustavy PAL _{DL}	224
6. Demodulátor se zpožďovací linkou	226
7. Demodulace barvosného signálu PAL prostým detektorem obálky	227
8. Synchronizace barev v soustavě PAL	228
9. Úprava synchronizačního impulsu barvy v období obrazového zatemňovacího intervalu	229
10. Vektorové zobrazení barvosného signálu v soustavě PAL	230
11. Volba kmitočtu barvosné vlny	230

12.	Volba kmitočtového offsetu z hlediska černobílého slučitelného obrazu PAL	234
13.	Vlastnosti hřebenových kmitočtových filtrů v demodulátoru PAL	236
14.	Přesná hodnota doby zpoždění ultrasonické zpožďovací linky	238
15.	Zpožďovací linka s jedním piezoelektrickým měničem	240
16.	Demodulátor PAL s posuvným registrem MOS	241
17.	Chyby v nastavení demodulátoru se zpožďovací linkou	242
17.1	Amplitudové nevyrovnnání demodulátoru se zpožďovací linkou	243
17.2	Fázové nevyrovnnání demodulátoru se zpožďovací linkou	243
17.3	Současné amplitudové a fázové nevyrovnnání demodulátoru se zpožďovací linkou	244
17.4	Amplitudové nevyrovnnání demodulátoru a zkraslení diferenciální fázi	245
17.5	Fázové nevyrovnnání demodulátoru a zkraslení diferenciální fázi	246
18.	Vlivy odražených signálů v demodulátoru se zpožďovací linkou	247
19.	Televizní synchronizátor soustavy barevné televize PAL	248
20.	Pasívní rekombinace barvosné vlny PAL	251
21.	Vliv kvadraturních přeslechů v soustavě PAL	253
22.	Stabilizace kvadratury barvosné vlny	255
23.	Vliv odražených signálů při příjmu v soustavě PAL _{DL}	256
24.	Pronikání vysokofrekvenčních složek jasového signálu do barvosného kanálu soustavy PAL	257
25.	Demodulace signálu PAL v osách odlišných od os modulačních	259
26.	Demodulace v osách R-Y, B-Y, resp. X, Z v soustavě PAL _S	259
27.	Demodulace v osách R-Y, B-Y, resp. X, Z v soustavě PAL _{DL}	261
28.	Řízení fáze v úplném signálu PAL	262
29.	Soustava barevné televize PAL _N	263
30.	Požadavek na rekombinovanou barvosnou vlnu v soustavě PAL _N	264
31.	Rekombinace barvosné vlny v soustavě PAL _N na základě zdvojení kmitočtu výstupních barvosných složek demodulátoru se zpožďovací linkou	264
32.	Rekombinace barvosné vlny PAL na základě součinnu signálů F , F^*	266
33.	Synchronizovaný oscilátor rekombinátoru barvosné vlny soustavy PAL _N	267
34.	Vliv sdružování po sobě následujících řádek v barvosném kanálu soustavy PAL	268
35.	Zdokonalené způsoby dekódování signálu PAL	269
36.	Dekódování signálu PAL s elektronickou regulací fázové odchylky	269
37.	Dekódování v soustavě PAL s využitím synchronní detekce nekorelovaných barvosných signálů	272
37.1	Princip dekódování	272
37.2	Blokové uspořádání dekódování v soustavě PAL využívající nekorelovaných barvosných signálů	274
38.	Dekódování signálu PAL na základě jeho konverze v barvosné složky fázové modulované	279
39.	Kódování a dekódování signálu PAL podle Westona	281
40.	Dekódování signálu PAL na základě aplikace integrovaných obvodů	285
41.	Charakteristika řešení integrovaných obvodů dekódovacích zařízení přijímače barevné televize	286
42.	Dvojnornová dekódovací zařízení	289
43.	Integrované obvody dekódovacích zařízení 3. generace	289
44.	Hodnocení vlastností soustavy barevné televize PAL	290
VI. SROVNÁNÍ PŘENOSOVÝCH VLASTNOSTÍ SOUSTAV BAREVNÉ TELEVIZE SECAM A PAL		292
1.	Kvalita barevného a černobílého slučitelného obrazu v ideálních přenosových podmínkách	293
2.	Kvalita barevného a černobílého slučitelného obrazu ve skutečných přenosových podmínkách	295
VII. TRANSKÓDOVÁNÍ ANALOGOVÝCH SIGNÁLŮ BAREVNÉ TELEVIZE		298
Úvod		298
1.	Způsoby rozdělení úplného signálu barevné televize na složky jasu a chrominance	299
2.	Systémy s kvadraturní modulací barvosné vlny	300
3.	Hřebenové filtry s dobou zpoždění T	302
4.	Hřebenový filtr se zpětnou vazbou	304
5.	Hřebenový filtr s dobou zpoždění $2T$	305
6.	Modifikovaný hřebenový filtr $2T$ v provedení firmy Fernseh	306

7. Hřebenový filtr pro soustavu PAL v provedení firmy Philips	309
8. Jednoduchý hřebenový filtr PAL s dobou zpoždění T a barvosným modifikátorem	311
9. Zlepšení vlastností hřebenové filtrace jasového signálu při přenosu vodorovných obrazových rozhraní	312
10. Systémy s kmitočtově modulovanou barvosnou vlnou	313
11. Metoda vyvážených modulátorů	313
12. Elementární způsoby rozdělení úplného barevného signálu	315
13. Metody zostřování obrysů televizního obrazu	315
13.1 Lineární zostřování obrysů televizního obrazu	316
13.2 Nelineární zostřování obrysů televizního obrazu	317
14. Změna způsobu multiplexního přenosu barvosných informací	318
15. Barvosný modifikátor	319
16. Regenerace impulsových signálů a kmitočtové relace při transkódování systémů s různým typem modulaace barvosné vlny (SECAM, PAL)	320
17. Vytvoření úplného barevného signálu výstupního systému	321
18. Příklady koncepčního uspořádání transkódovacích zařízení	322
19. Režijní zpracování signálů barevné televize na základě využití techniky transkódování	323
20. Teoretická ztráta informačního objemu signálu v transkódovacím procesu	324
21. Shrnutí	326
VIII. PŘENOS SIGNÁLŮ BAREVNÉ TELEVIZE V SÍTÍCH DÁLKOVÝCH TELEVIZNÍCH SPOJŮ A TELEVIZNÍCH VYSÍLAČŮ	327
1. Uspořádání televizních spojů a hypotetický referenční okruh	327
2. Adiční zákony pro sčítání přenosových zkreslení	328
3. Radioreléové spoje	329
4. Přenos signálu barevné televize radioreléovým spojem	331
5. Nežádoucí hluky zvukového kanálu radioreléového spoje při přenosu signálu barevné televize	333
6. Kabelové spoje	334
7. Družicové spoje	334
8. Světlovedy a televizní přenosová síť	336
9. Vysílá barevné televize	337
10. Základní charakteristika a uspořádání vysílače barevné televize	337
11. Systémové problémy vysílače barevné televize	339
12. Přenos přídatných informací televizní přenosovou sítí	343
IX. PRINCIPY DIGITÁLNÍHO KÓDOVÁNÍ SIGNÁLŮ BAREVNÉ TELEVIZE	346
1. Důvody pro digitální přenos a zpracování obrazové informace	346
2. Všeobecné požadavky na digitální přenos a zpracování obrazové informace v aplikacích programové televize	348
3. K volbě digitálního systému studiové a přenosové televizní sítě	349
4. Principy digitálního kódování obrazové informace	350
5. Metody digitálního kódování obrazové informace	350
6. Princip pulsní kódové modulaace (PCM)	351
7. Princip diferenční pulsní kódové modulaace (DPCM)	353
8. Psychovizuální aspekty uplatněné v systému DPCM	354
9. Uspořádání blokové struktury DPCM	355
10. Predikce signálu v systémech DPCM	356
11. Hodnocení kvantizačního hluku v systému DPCM	357
12. Charakteristika některých specifických rušivých jevů v systému DPCM	358
13. Vývojové možnosti systému DPCM	359
14. Princip transformačního kódování	359
15. Obecné schéma transformačního kódování obrazových zdrojů	363
16. Shrnutí	365
X. ZÁKLADNÍ OPERACE VYTVÁŘENÍ DIGITÁLNÍHO TELEVIZNÍHO SIGNÁLU	366
1. Vzorkovací teorém	366
2. Kvantizované časové vzorkování	368
3. Vzorkování pod Nyquistovou podmínkou	370
4. Amplitudové kvantování signálu a kvantizační zkreslení	375
5. Kvantizační zkreslení jako funkce velikosti kvantizačního kroku	375

6. Vytváření kódovaného signálu v analogové digitálním převodníku PCM systému	377
7. Základní referenční digitální televizní systém na principu PCM	380
8. Digitální televizní přenosový systém a hierarchie PCM systémů telekomunikační sítě	381

XI. DIGITÁLNÍ KÓDOVÁNÍ ÚPLNÝCH SIGNÁLŮ BAREVNÉ TELEVIZE PAL, SECAM

Úvod	382
1. Volba vzorkovacího kmitočtu při digitálním kódování úplných signálů barevné televize	383
2. Interpretace vzorkovací struktury signálu PAL	384
3. Vlivy rozdílné bitové reprezentace obrazového signálu	385
4. Využití maskovacích signálů ke snížení viditelnosti kvantizačního zkreslení	390
5. Určení bitové reprezentace systému PCM s maskovacím signálem na základě porovnání s analogovým přenosovým systémem	393
6. Charakteristika výsledků subjektivních testů při určování parametrů systému PCM s přenosem signálu PAL (SECAM)	393
7. Přenosové chyby systému PCM s přenosem signálu PAL	395
8. Metody zastírání přenosových chyb při použití jednoduchého dvojkového kódu	395
9. Definice pravděpodobnosti chyby	396
10. Charakteristika vlivu digitálních přenosových chyb v klasickém systému PCM s přenosem signálu soustavy PAL	396
11. Vlivy časového neklidu v systému PCM s přenosem signálu PAL	397
12. Ovlivnění kvality obrazu časovým neklidem	397
13. Systémy digitálního přenosu signálu PAL na bázi diferenční pulsní kódové modulace	399
14. Hybridní DPCM/PCM systémy s přenosem signálu PAL	400
15. Ilustrace kvalitativních výsledků přenosu signálu PAL různě uspořádanými systémy DPCM	401
16. Snížení přenosové rychlosti digitálního přenosu signálu PAL na základě redukce vzorkovacího kmitočtu pod Nyquistovu podmínku	402
17. Hřebenová filtrace při digitálním přenosu signálu PAL vzorkováním pod Nyquistovou podmínkou	404
18. Dosažitelná kvalita obrazu při digitálním přenosu signálu PAL pod Nyquistovou podmínkou	407

XII. DIGITÁLNÍ KÓDOVÁNÍ SLOŽEK ÚPLNÉHO BAREVNÉHO SIGNÁLU

Úvod	409
1. Výchozí aspekty složkového digitálního kódování	410
2. Složkové digitální kódování podle CCETT s poměrem vzorkovacích kmitočtů 2:1:1	411
3. Přenosové pásmo jasového a barvosného signálu při digitálním složkovém kódování podle CCETT	412
4. Uspořádání systému složkového kódování	414
5. Westonův systém složkového kódování	416
6. Novější varianty digitálního složkového kódování	421
7. Digitální studiová televizní norma	422

XIII. DIGITÁLNÍ SYSTÉMY TELEVIZNÍ PŘENOSOVÉ SÍTĚ

1. Úvod	425
2. Principy aplikované pro efektivní kódování v digitálních systémech přenosové sítě	426
2.1 Princip redukce irelevantních informací v barvosných složkách	426
2.2 Princip časové multiplexního přenosu složkových signálů	426
2.3 Princip vzorkování pod Nyquistovou podmínkou	427
2.4 Princip využívání statistických vlastností barvosných složek	427
2.5 Princip úsporné bitové reprezentace obrazových prvků	428
2.6 Princip racionálního využití doby trvání televizní řádky (pulsnímkou)	428
3. Příklady některých významných řešení systémů digitální přenosové sítě	429
3.1 Systém DITEC	429
3.2 Systém COMET	429

XIV. MĚŘENÍ SIGNÁLŮ BAREVNÉ TELEVIZE V ANALOGOVÉ PŘENOSOVÉ SÍTI	432
1. Mezinárodně doporučené měřicí signály CCIR	432
2. Mezinárodně doporučené signály měřicích řádků CCIR	434
3. Zkušební signály tvaru $\sin^2 20T$	436
4. Zkušební signály barevných pruhů	442
5. Signál elektronického zkušebního obrazce	443
6. Měřicí metody	446
7. Tvarová zkreslení měrných signálů	446
8. Lineární zkreslení přenosu	448
9. Nelineární zkreslení	449
10. Hlukové poměry	451
11. Analyzátoři signálu barevné televize	455
12. Automatické analyzátoři signálů měřicích řádek	457
13. Hodnocení kvality televizního obrazu	458
XV. ZÁVĚR	460
XVI. DODATKY	463
A — Základní technické parametry soustavy barevné televize SECAM-III (opt.)	465
B — Základní technické parametry soustavy barevné televize PAL	474
C — Nejpodstatnější charakteristiky televizních soustav podle CCIR	480
D — Televizní soustavy používané v jednotlivých zemích	481
LITERATURA	484