

Ing. Petr Kuba  
Ing. Vladimír Vít

# TELEVIZNÍ TECHNIKA

studiové zpracování televizního signálu

Praha 2000



## ANOTACE

V rámci souboru publikací TELEVIZNÍ TECHNIKA vychází jako kniha D2 další díl popisující televizní studiovou techniku. Čtenář zde nalezne popis principů hlavních používaných studiových obrazových zařízení, tj. kamer, režijního zařízení, záznamových zařízení, synchronizace, digitálního zpracování obrazových signálů a základních principů jejich komprese.

Publikace je určena všem technikům a dalším zájemcům o studiovou techniku.

---

Ing. Petr Kuba, Ing. Vladimír Vít

## **TELEVIZNÍ TECHNIKA – studiové zpracování televizního signálu**

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.

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

Všechny registrované nebo jiné obchodní známky použité v této knize jsou majetkem jejich vlastníků. Uvedením nejsou zpochybněna z toho vyplývající vlastnická práva.

Veškerá práva vyhrazena

© Ing. Petr Kuba, Ing. Vladimír Vít, Praha 2000

Nakladatelství BEN – technická literatura, Věšínova 5, Praha 10

Ing. Petr Kuba, Ing. Vladimír Vít: Televizní technika – studiové zpracování televizního signálu  
BEN – technická literatura, Praha 2000

1. vydání

**ISBN 80-86056-88-0**

## PŘEDMLUVA

Kniha, kterou právě otevíráte, se snaží srozumitelným způsobem popsat základní principy snímání a zpracování obrazových signálů. Vzhledem k velmi rychlému pokroku ve všech oblastech techniky a technologie jsme svědky nevídaného rozmachu a nástupu nových funkčních možností televizní techniky, což je umožněno jednak trvalým zvyšováním stupně integrace aktivních elektronických obvodových prvků, zejména však využíváním výkonné počítačové techniky.

Z hlediska metodiky popisu a výkladu používaných funkčních principů jsou zařízení s vysokým stupněm integrace a s programovaným řízením méně vhodná, protože nejen vůči laickým uživatelům, ale i vůči technikům vystupují jako uzavřené celky bez jakékoli možnosti náhledu do jejich vnitřního uspořádání.

Z uvedeného důvodu je výklad používaných principů založen převážně na popisu analogových obvodových celků, kde lze ještě nalézt dostatečně názorné příklady obvodových řešení. Cílem výkladu je seznámit zájemce s významem nejčastěji se vyskytujících pojmů a zprostředkovat jim buď představu možného obvodového řešení, anebo alespoň funkčních principů na základě přehledových skupinových schémat.

Je naší milou povinností poděkovat všem, kteří přispěli ke zdárnému vydání publikace. Oceňujeme vstřícný postoj nakladatelství BEN – technická literatura vedeného panem Liborem Kubícou při přípravě publikace, pečlivé redakční zpracování panem Davidem Nováčkem a přesné nakreslení obrázků panem Jaroslavem Duškem. Za cenné rady a připomínky děkujeme Ing. Dušanu Líškovi CSc, Ing. Josefu Peškovi a Ing. Bohuši Získalovi. Ing. Vladimíru Čížkovi patří dík kromě připomínek k rukopisu i za zajištění fotografické dokumentace. Pracovníkům firmy Sony Czech děkujeme za ochotu při poskytování technických podkladů.

V Praze v květnu 2000

Ing. Petr Kuba  
Ing. Vladimír Vít

# OBSAH

Předmluva .....	5
Obsah .....	6
<b>I. TECHNIKA STUDIOVÉHO ZPRACOVÁNÍ TELEVIZNÍHO SIGNÁLU .....</b>	<b>9</b>
1.0 TELEVIZNÍ STŘEDISKO .....	9
2.0 TELEVIZNÍ STUDIO PAL .....	10
3.0 SLOŽKOVÉ STUDIO .....	11
4.0 DIGITÁLNÍ STUDIO .....	13
4.1 Digitalizace obrazového signálu .....	14
4.2 Digitální zpracování obrazového signálu .....	18
4.3 Sériový přenos digitálního signálu SDI 270 Mbitů/s .....	25
5.0 DIGITÁLNÍ PŘENOS SIGNÁLŮ .....	30
5.1 Základní principy signálové komprese .....	30
5.1.1 Diskrétní kosinová transformace .....	30
5.1.2 Diferenciální pulsně kódová modulace DPCM .....	34
5.1.3 Kompenzace pohybu .....	34
5.1.4 Hybridní DCT .....	35
6.0 SOUSTAVA MPEG 2 .....	35
7.0 NOVÉ METODY PŘENOSU TELEVIZNÍCH SIGNÁLŮ .....	41
7.1 Systémy pro přenos komprimovaných signálů .....	45
7.1.1 Soustava ATM .....	45
7.1.2 Sběrnice Fibre Channel .....	46
7.1.3 Sběrnice IEEE 1394 Fire Wire .....	46
7.1.4 Sběrnice Ethernet .....	47
8.0 PRINCIPY DIGITÁLNÍHO VYSÍLÁNÍ .....	47
9.0 TELEVIZNÍ SYSTÉM 24 SNÍMKŮ/S .....	48
<b>II. STUDIOVÁ SNÍMACÍ TECHNIKA .....</b>	<b>49</b>
10.0 TELEVIZNÍ KAMERA .....	49
10.1 Optická dělicí soustava .....	51
10.2 Kamerové snímací soustavy .....	54
10.3 Nestandardní snímací soustavy .....	55
10.4 Soustavy s jedním snímacím prvkem .....	56
11.0 SNÍMAČE OBRAZOVÉHO SIGNÁLU – OPTICKOELEKTRICKÉ MĚNIČE ..	57
11.1 Základní pojmy .....	57
11.1.1 Fotoelektrický jev .....	57
11.1.2 Akumulační snímání .....	58
11.1.3 Citlivost kamer .....	58
11.2 Snímací elektronky .....	59
11.2.1 Vidikon .....	59
11.2.2 Plumbikon .....	61
11.3 Snímací prvky CCD .....	62
11.3.1 Snímací prvek CCD typu FT .....	64
11.3.2 Snímací prvek CCD typu IL .....	66

11.3.3	Snímací prvek CCD typu FIT .....	66
11.3.4	Technologie HAD se zvýšenou rozlišovací schopností .....	68
11.3.5	Technologie Hyper HAD .....	68
11.3.6	Řádkový prvek CCD .....	68
11.3.7	Vlastnosti prvků CCD .....	69
11.3.8	Optický interferenční filtr .....	71
11.3.9	Prostorové posunutí prvků CCD .....	71
11.3.10	Rušivé signály .....	73
11.3.11	Elektronická závěrka .....	73
11.3.12	Přepínání formátu snímání 4 : 3 a 16 : 9 u prvků CCD .....	73
12.0	ZPRACOVÁNÍ OBRAZOVÉHO SIGNÁLU .....	75
12.1	Korekce délky a zpoždění kamerového kabelu .....	76
12.2	Korekce rušivých signálů .....	77
12.3	Kompenzace rozptylového světla .....	78
12.4	Korekce teploty chromatičnosti .....	79
12.5	Obnovení stejnosměrné složky .....	79
12.6	Zatměnění signálu .....	82
12.7	Nastavení stejnosměrné složky .....	82
12.8	Omezení na úrovni bílé .....	84
12.9	Činitel gama a jeho korekce .....	85
12.9.1	Obvod korekce gama .....	86
12.10	Aperturové zkreslení a jeho korekce .....	88
12.10.1	Diferenciální aperturová korekce .....	89
12.10.2	Kosinová aperturová korekce .....	90
12.10.3	Úprava aperturové korekce pro pleťové barvy .....	92
12.10.4	Vertikální aperturová korekce .....	92
12.11	Zpracování velkých hodnot kontrastu .....	93
13.0	KAMERY S DIGITÁLNÍM ZPRACOVÁNÍM OBRAZOVÉHO SIGNÁLU .....	96
13.1	Kamery s vysokou rozlišovací schopností .....	97
14.0	AUTOMATICKÉ ZAOSTŘOVÁNÍ OPTICKÉHO OBRAZU .....	98
14.1	Ultrazvukový systém .....	98
14.2	Systém s infračervenými paprsky .....	99
14.3	Zaostřovací systém SST .....	100
14.4	Zaostřovací systém TCL .....	101
14.5	Zaostřování s piezoelektrickým krystalem .....	101
15.0	FILMOVÉ SNÍMAČE .....	103
15.1	Filmové snímače s létajícím paprskem (flying-spot) .....	104
15.2	Filmové snímače s prvky CCD .....	105
<b>III.</b>	<b>SYNCHRONIZACE TELEVIZNÍHO ZAŘÍZENÍ .....</b>	<b>107</b>
16.0	SYNCHRONIZAČNÍ SIGNÁLY .....	107
16.1	Synchronizátor .....	113
16.2	Souběh nesynchronních signálů .....	117
<b>IV.</b>	<b>REŽIJNÍ ZPRACOVÁNÍ OBRAZOVÝCH SIGNÁLŮ .....</b>	<b>119</b>
17.0	ZÁKLADNÍ REŽIJNÍ OPERACE .....	119
17.1	Trikové zpracování .....	119

17.2	Vkládání nového pozadí do obrazu .....	127
17.2.1	Virtuální studio .....	133
17.3	Vkládání titulků do obrazu .....	134
17.4	Digitální efekty .....	137
18.0	TRANSKÓDOVÁNÍ SIGNÁLŮ .....	145
18.1	Převod norem .....	145
<b>V.</b>	<b>MAGNETICKÝ ZÁZNAM OBRAZOVÝCH SIGNÁLŮ .....</b>	<b>149</b>
19.0	TECHNIKA MAGNETICKÉHO ZÁZNAMU .....	149
19.1	Základní principy magnetického záznamu obrazových signálů .....	149
19.2	Vliv šířky štěrby magnetické hlavy .....	154
19.3	Kmitočtově závislé ztráty při reprodukci .....	155
19.4	Systémy záznamu obrazového signálu .....	156
19.4.1	Příčný záznam .....	156
19.4.2	Šikmý záznam .....	157
19.4.3.	Jednopalcový záznam podle normy C .....	158
19.4.3.1	Korekce časových chyb a výpadků signálu .....	162
19.4.3.2	Opakování a zpomalování obrazu, informativní reprodukce při převijení .....	164
19.4.4	Analogový kazetový složkový záznam Betacam SP .....	165
19.5	Servosystémy záznamových strojů .....	168
19.5.1	Sledování obrazových stop .....	172
19.6	Elektronický stříh .....	174
19.6.1	Problémy spojené s elektronickým stříhem na pásek .....	177
19.6.2	Časový a řídicí kód .....	178
19.7	Azimutový záznam .....	178
19.8	Digitální záznam zakódovaného signálu PAL .....	179
19.9	Digitální záznamové systémy s kompresí signálu .....	183
19.9.1	Digitální Betacam .....	183
19.9.2	Záznamové systémy DV, DVCPRO, DVCAM .....	187
19.9.2.1	Systém DV .....	187
19.9.2.2	Systém DVCPRO .....	190
19.9.2.3	Principy komprese systémů DV a DVCPRO .....	190
19.9.2.4	Systém DVCAM .....	192
19.9.2.5	Systém Betacam SX .....	193
19.9.2.6	Systém DIGITAL S (D9) .....	194
19.9.2.7	Systém MPEG IMX .....	196
19.9.3	Přehled studiových záznamových formátů .....	196
19.10	Záznamové systémy VHS, S-VHS, Professional-S .....	199
19.10.1	Systém VHS .....	199
19.10.2	Převod barvosného signálu pod pásmo jasového signálu .....	200
19.10.3	Systém S-VHS .....	203
19.10.4	Systém Professional-S .....	204
<b>VI.</b>	<b>KONTROLA A MĚŘENÍ TELEVIZNÍHO SIGNÁLU .....</b>	<b>205</b>
20.0	MĚŘICÍ ŘÁDKY .....	205
	Závěr .....	210
	Literatura .....	211
	Rejstřík .....	212