

Ing. Vladimír Vít

# TELEVIZNÍ TECHNIKA

projekční a velkoplošné zobrazování

Praha 2000



## ANOTACE

Kniha D je čtvrtou částí ze čtyřsvazkového díla TELEVIZNÍ TECHNIKA a vychází postupně jako 4. publikace po knihách B, C a A.

Je rozdělena do tří různých částí zpracovávajících rozdílnou látku ze tří oblastí televizního přenosového řetězce.

V úvodu první části (D1) pojednávající o projekčním a velkoplošném zobrazování se probírají fyzikální základy optiky. Pak následuje popis televizorů se zadní projekcí a to s obrazovkami i s kapalnými krystaly. Dále se uvádějí televizní projektory pro přední projekci a to se třemi objektivy (obrazovkové) i s jedním objektivem (s kapalnými krystaly). Na ně navazuje digitální zrcátková projekce, jakož i projekce laserovým paprskem a zařízení s prostorovým zesilovačem světla. Výklad je věnován i velkoplošnému zobrazení pomocí plasmové obrazovky a mozaikových projekčních stěn (Jumbotronu). Uvádí se i starší projekční systém Eidophor a na závěr také stav vývoje prostorové reprodukce obrazu.

Druhá část (D2), která vychází odděleně od první části (D1), se zaměřuje na televizní studiovou techniku. Seznamujeme se v ní se zpracováním obrazového signálu v televizním studiu, s digitálními formami přenosu a s kompresí obrazových signálů. Pojednání o studiovém zařízení pak pokračuje popisem kamer včetně snímání z filmu, dále pak režijním zpracováním vysílaných pořadů včetně virtuálního studia, popisem synchronizace a formátů magnetického záznamu. V článku o studiových měřicích metodách se uvádí význam vysílání měřicích řádků.

Třetí část (D3) rovněž zvlášť vydávaná pojednává o přenosu televizního signálu mezi studiem a místem příjmu. Týká se to směrových (rádio-reléových) spojů, a to pozemních i družicových, pevných i pohyblivých. Následuje pojednání o zemských vysílačích analogového i digitálního signálu (DVB-T) i o konstrukci družicových transpondérů včetně typů vysílačích elektronek. V dalších článcích se popisují vysílačí antény a jejich napáječe, jakož i televizní převaděče a opakovače.

Kniha D1 je určena servisním technikům z oboru reprodukce obrazu projekčními a velkoplošnými zařízeními, knihy D2 a D3 pak technikům obsluhujícím televizní studiová a vysílačí zařízení. Všechny tři části knihy D zaujmou i všechny zájemce a studující obor sdělovací techniky.

---

Ing. Vladimír Vít

## **TELEVIZNÍ TECHNIKA - projekční a velkoplošné zobrazování**

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 nepřejímají záruku za správnost tištěných materiálů. Předkládané ilustrace 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 2000

Nakladatelství BEN - technická literatura

Ing. Vladimír Vít: Televizní technika - projekční a velkoplošné zobrazování

BEN - technická literatura, Praha 2000

**ISBN 80-86056-74-0**

## PŘEDMLUVA

Vážený čtenáři,  
pojednání o reprodukci televizního obrazu pozorovaného divákem by nebylo úplné, kdybychom se nevěnovali velkoplošným zobrazováním určeným pro větší počet diváků. Tento druh obrazové informace jakožto poslední článek v televizním přenosovém řetězci i jako monitor počítačových zpracování či reprodukcí 3D nabývá v poslední době významu, takže je předmětem intenzivního výzkumu.

Klasické komerční televizory s vakuovými obrazovkami poskytují maximální úhlopříčku obrazu 70 cm, výjimečně 90 cm. Po ustálení konstrukce těchto televizních přijímačů se v poslední době vývoj zaměřil na reprodukce obrazu s úhlopříčkou větší než 1 m. Vynucuje si to široké využití nejen poskytovat velké televizní obrazy, ale hlavně zobrazovat informace pro větší počet lidí, ať již na přednáškách, konferencích či při řízení dopravy na ulicích, nádražích a letišťích nebo přenášet sportovní obrazové scény na velkých stadionech. O tom se přesvědčujeme i při návštěvě různých výstav, kde nás upoutají dělené obrazové stěny se zadní projekcí ve velkých halách či malé přímé projektor s kapalnými krystaly v menších předváděcích firemních stáncích. Tyto projektor jsou obvykle multiscanové monitory počítačů předávajících informace např. z disků CD. V poslední době nalézáme na těchto výstavách ploché plasmové panely s velkými obrazy s úhlopříčkou až 1,5 m.

Proto je obsahem této části knihy D popis funkce velkoplošných a projekčních zařízení. Pro hlubší pochopení obrazové projekce všeho druhu zde podáváme teoretické výklady z optiky. Úvodní část věnujeme popisu čočkových soustav tvořících hlavní součást projektoru, tj. objektivu. Projektor s kapalnými krystaly i prostorové zesilovače světla vyžadují vybrané statě o polarizaci světla a o principu dichroických zrcadel.

Po teoretické úvaze o geometrické optice a polarizaci se věnujeme projektorům s přední i zadní projekcí a to s vakuovými obrazovkami i s kapalnými krystaly. V další části knihy se popisují ostatní druhy projekce, tj. zrcátkové, laserové i projekce s prostorovými zesilovači světla. Samostatnou část tvoří skládané projekční stěny ať již s dílčími projektor se zadní projekcí při středně velkých stěnách nebo i velkoplošné mozaikové stěny (Jumbotron a ostatní stěny s jednotkami LED).

Z úcty k průkopnickým snahám o velkoplošné zobrazování televizních programů se zmiňujeme také o starším nákladném projekčním systému Eidophor s dutým zrcadlem. Rozvoj počítačové techniky a nová technologie plochých plasmových obrazovek usnadňují vývojové práce na třírozměrné reprodukci obrazu. Proto o ní uvádíme na závěr krátký přehled. Snahou autora i nakladatelství knihy bylo maximálně aktualizovat údaje o popisovaných zařízeních při konečné redakci.

Na závěr této předmluvy bych chtěl poděkovat předně nakladatelství BEN – technická literatura vedenému panem Liborem Kubícou za pokračování ve vydávání seriálu Televizní technika dokonalou a tím nákladnou barevnou formou. Zásluha o to i můj dík patří i obětavému kresličovi panu Jaroslavu Duškovi a panu Davidu Nováčkovi za vynikající redakční zpracování knihy. Nemenším díkem za technickou dokumentaci jsem povinován firmám zabývajícím se projekčním a velkoplošným zobrazováním (Sony, Schneider, Philips, AV Media). Zvláště velkou podporu mi poskytly firmy Sony Czech a AV Media, zejména vstřícný přístup jejich technických pracovníků, kteří upřesnili a doplnili názvy a data popisovaných zařízení. Zásluhu na poskytnutí vhodné literatury má České vysoké učení technické v Praze, kde zvláště děkuji doc. ing. Emilu Košťálovi, Csc. Děkuji i panu Luďkovi Minaříkovi a ing. Petru Kubovi za přisun zahraniční literatury.

# OBSAH

	Předmluva .....	5
	Obsah .....	6
1.0	VÝVOJ VELKOPLOŠNÉHO ZOBRAZOVÁNÍ .....	9
2.0	ZÁKLADY OPTICKÉHO ZOBRAZOVÁNÍ .....	12
3.0	GEOMETRIE OPTICKÉHO ZOBRAZOVÁNÍ - PAPERKOVÁ OPTIKA .....	17
3.1	Vztahy mezi prostorem předmětovým a obrazovým .....	18
3.2	Definice hlavních rovin, hlavních bodů a uzlových bodů .....	22
3.3	Konstrukce obrazu k danému předmětu .....	24
3.4	Centrované optické soustavy .....	24
3.5	Paprsek procházející kulovým rozhraním dvou různých prostředí .....	26
3.6	Tlustá čočka .....	28
3.7	Tenká čočka spojka .....	33
3.8	Tenká čočka rozptylka .....	35
3.9	Centrovaná soustava tenkých čoček .....	35
3.10	Vady čoček .....	40
3.10.1	Chromatická vada a její odstranění .....	41
3.10.2	Sférická vada (aberrace) .....	42
3.10.3	Astigmatismus, tvarové zkreslení a zklenutí obrazu .....	43
3.11	Duté kulové zrcadlo .....	44
3.12	Dichroické zrcadlo - interference v tenké vrstvě .....	46
3.13	Polarizace světla .....	47
3.13.1	Základní vlastnosti polarizovaného světla .....	47
3.13.2	Odraz a lom rovinné vlny v izotropním prostředí .....	50
3.13.3	Šíření světla v anizotropním prostředí .....	51
3.13.4	Dvojlom .....	52
3.13.5	Opticky aktivní látky .....	55
3.13.6	Polarizační zařízení .....	56
3.13.7	Elektrooptické vlastnosti kapalných krystalů .....	57
3.13.8	Modulátory intenzity světla .....	57
3.13.8.1	Modulátory s fázovou destičkou .....	57
3.13.8.2	Modulátory se stočenými kapalnými krystaly .....	59
4.0	ZAŘÍZENÍ S VAKUOVÝMI PROJEKČNÍMI OBRAZOVKAMI .....	60
4.1	Projekční televize se Schmidtovou optikou .....	60
4.2	Promítání ze stínítka tří projekčních obrazovek na oddělenou odraznou plochu .....	63
4.2.1	Základní požadavky na umístění a polohu projektoru staršího typu .....	64
4.2.2	Projekční plocha .....	67
4.2.3	Projekční obrazovky .....	70
4.2.3.1	Základní vlastnosti .....	70
4.2.3.2	Jas projekční obrazovky .....	70
4.2.3.3	Ochrana proti rentgenovým paprskům .....	71
4.2.3.4	Speciální úpravy projekční obrazovky pro zvýšení jasů a kontrastu optickou vazbou .....	72
4.2.4	Objektiv projekčních obrazovek .....	75
4.2.5	Nastavení fokuzace (zaostření) obrazu na projekční ploše .....	77

4.2.5.1	Vychylovací a konvergenční jednotka .....	79
4.2.5.2	Fokuziční jednotka .....	79
4.2.5.3	Seřizování 4 a 2pólovými magnetovými kroužky .....	81
4.2.5.4	Nastavení magnetické fokuzace a dynamické 4pólové soustavy AQP a DQP .....	82
4.2.6	Odstranění zkreslení obrazu na projekční ploše následkem různě šikmé projekce třemi obrazovkami .....	86
4.2.6.1	Jednoduchá nastavení geometrických zkreslení analogovými obvody .....	86
4.2.6.2	Nastavení konvergence, tj. krytí obrazů R, G, B v projektoru Sony .....	91
4.3	Zadní projekce na průsvitné stínítko třemi projekčními obrazovkami .....	97
4.3.1	Optické uspořádání .....	97
4.3.2	Průsvitné stínítko pro zadní projekci .....	97
4.3.2.1	Fresnelova čočka .....	98
4.3.2.2	Čočková (lentikulární) drážkovaná deska .....	102
4.3.3	Korekce nerovnoměrného rozložení jasu na stínítku .....	105
4.3.4	Konvergence obrazů při zadní projekci .....	107
4.3.4.1	Příklad na analogové nastavení krytí .....	107
4.3.4.2	Postup při analogovém nastavování konvergenčí .....	114
4.3.4.3	Příklad na zapojení pro digitální nastavení geometrie a konvergenčí v zařízení se šasi RX-1 Sony .....	117
4.3.4.4	Postup při digitálním nastavování geometrie a konvergenčí v zařízení se šasi RX-1 .....	121
4.3.5	Ochrana obrazovek proti poškození stínítka .....	121
5.0	<b>PROJEKTORY S KAPALNÝMI KRYSTALY LCD</b> .....	124
5.1	Panel LCD .....	125
5.2	Uspořádání projektoru s kapalnými krystaly .....	129
5.3	Zapojení a způsob činnosti obvodů pro zobrazení LCD .....	134
5.3.1	Přeměna řádkování .....	134
5.3.2	Rozšíření vertikálního okénka .....	139
5.3.3	Korekce gama .....	140
5.3.4	Budicí stupeň pro panely LCD .....	143
5.3.5	Zapojení a činnost obrazového panelu LCX007CL .....	148
5.3.6	Časovací generátor .....	152
5.4	Nastavení obrazu v projektoru LCD .....	157
6.0	<b>STĚNY S TELEVIZNÍMI PROJEKTORY</b> .....	157
6.1	Princip rozdělení promítaného obrazu do jednotlivých částí stěny .....	158
6.2	Zapojení a funkce paměti pro rozdělení obrazu .....	160
6.3	Proměnné řízení skladby obrazových stěn .....	162
6.4	Zvláštnosti reprodukce na obrazových stěnách .....	163
7.0	<b>PLASMOVÉ OBRAZOVKY</b> .....	164
7.1	Plasmatron firmy Sony .....	165
7.2	Plasmová obrazovka firmy Fujitsu .....	168
7.2.1	Podstata ryzí plasmové obrazovky .....	169
7.2.2	Vytvoření obrazu .....	171
7.2.3	Řízení jasu .....	172
8.0	<b>REFLEXNÍ ZRCÁTKOVÉ PROJEKTORY DLP</b> .....	174
8.1	Základní vlastnosti .....	175
8.2	Sestava zrcátkové buňky DMD .....	175

8.3	Funkce zrcátkové buňky DMD .....	178
8.4	Elektrické zapojení zrcátkového panelu .....	182
8.5	Druhy zrcátkové projekce .....	183
8.5.1	Jednočipový mód .....	183
8.5.2	Tříčipový mód .....	184
8.5.3	Dvoučipový mód .....	185
9.0	LASEROVÁ PROJEKCE .....	186
9.1	Akusticko-optický modulátor .....	188
9.2	Laserové zdroje světelných paprsků .....	189
9.3	Řádkování se zrcadly na bubnu .....	192
9.4	Projekce na nerovné plochy .....	195
9.5	Neobvyklé použití laserové projekce .....	196
10.0	AKTIVNÍ MOZAIKOVÉ ZOBRAZOVACÍ PLOCHY .....	198
10.1	Složení jednotek Trini-lite .....	202
10.2	Elektrické zapojení jednotek Jumbotronu .....	207
10.3	Přívod signálů na zobrazovací plochu Jumbotronu a jejich ovládání .....	212
10.3.1	Obrazová řídicí jednotka ICU .....	214
10.3.2	Sekce řízení obrazu ICS .....	215
10.3.3	Ovládání sekce ICS v řídicí jednotce ICU .....	217
11.0	SYSTÉM EIDOPHOR A SYSTÉMY SE ZESILOVAČI SVĚTLA ILA .....	218
11.1	Systém Eidophor .....	218
11.2	Zařízení s prostorovými světelnými zesilovači ILA - reflexní projektor R-LCD ...	219
11.2.1	Princip prostorového světelného zesilovače .....	220
11.2.2	Konstrukce barevného projektoru se zesilovači ILA .....	222
11.2.2.1	Projektor se třemi objektivy .....	223
11.2.2.2	Projektor s jedním objektivem .....	224
12.0	STEREOSKOPICKÉ ZOBRAZENÍ 3D .....	226
12.1	Princip prostorového vidění a zobrazení .....	226
12.2	Stereoskopické zobrazení 3D s použitím brýlí .....	227
12.3	Stereoskopické zobrazení bez brýlí .....	229
12.4	Stereoskopické zobrazení se sledovačem polohy hlavy (očí) .....	232
12.5	Prostorové zobrazení při přední a zadní projekci .....	235
12.5.1	Prostorové zobrazení při přední projekci .....	235
12.5.2	Prostorové zobrazení se zadní projekcí .....	237
Dodatek	.....	240
13.0	MĚŘENÍ SVĚTELNÉHO TOKU METODOU ANSI .....	240
14.0	POČÍTAČOVÉ ZOBRAZOVACÍ FORMÁTY .....	240
15.0	ZVĚTŠENÍ SVĚTELNÉ ÚČINNOSTI PROJEKTORŮ LCD .....	241
16.0	STĚNY S DIODAMI LED .....	243
Závěr	.....	244
Literatura	.....	245
Rejstřík	.....	247
Opravy chyb v knize A „Televizní technika - přenosové barevné soustavy“ .....		250
OBRAZOVÁ PŘÍLOHA - Příklady využití prezentačních a projekčních technologií .....		251
PREZENTACE FIREM A VÝROBKŮ .....		269