

Obsah

1	SYSTÉMY A STANDARDY DIGITÁLNÍ TELEVIZE DVB	11
1.1	ZÁKLADNÍ PRINCIPY EVROPSKÉHO PROJEKTU DIGITÁLNÍ TELEVIZE DVB	11
1.1.1	Systém pro satelitní přenos DVB-S/S2.....	11
1.1.2	Systém pro kabelový přenos DVB-C.....	12
1.1.3	Systém pro pozemní přenos DVB-T/H.....	12
1.1.4	Programový multiplex v systémech digitální televize	13
1.1.5	Služební informace SI.....	14
1.2	KANÁLOVÉ KÓDOVÁNÍ VE STANDARDU DVB.....	14
1.2.1	Ochranné kódování proti vlivu rušení	14
1.2.2	Scramblování a enkrypce v soustavách DVB	15
1.3	MODULAČNÍ METODY POUŽÍVANÉ V DVB.....	16
1.3.1	Kvadrurní fázové klíčování QPSK	16
1.3.2	Vícestavová kvadrurní amplitudová modulace M-QAM	17
1.3.3	Ortogonalní frekvenčně dělený multiplex OFDM.....	17
1.4	KONTROLNÍ OTÁZKY	20
1.5	POUŽITÁ A DOPORUČENÁ LITERATURA	20
2	DIGITALIZACE OBRAZOVÝCH A ZVUKOVÝCH SIGNÁLŮ	21
2.1	DIGITÁLNÍ VIDEOSIGNÁL PODLE DOPORUČENÍ ITU-BT.R601.....	21
2.1.1	Definice toku videosignálu	24
2.1.2	A/D převodník pro videosignál.....	24
2.1.3	D/A převodník pro videosignál.....	25
2.2	DIGITÁLNÍ AUDIOSIGNÁL – AES/EBU.....	25
2.2.1	Dynamika systému.....	26
2.2.2	A/D převodník pro audiosignál.....	27
2.2.3	D/A převodník pro audiosignál.....	27
2.3	KONTROLNÍ OTÁZKY	28
2.4	POUŽITÁ A DOPORUČENÁ LITERATURA	28
3	ZDROJOVÉ KÓDOVÁNÍ DIGITÁLNÍCH OBRAZOVÝCH A ZVUKOVÝCH SIGNÁLŮ	29
3.1	ZÁKLADNÍ PRINCIPY KOMPRESIE VIDEO MPEG	29
3.1.1	Datová redukce	29
3.1.2	Redukce kvantování z 10 bitů na 8 bitů.....	30
3.1.3	Vynechání H a V zatemňovacího intervalu	31
3.1.4	Redukce barevného rozlišení (4:2:0).....	31
3.1.5	Diferenční pulsně kódová modulace pohyblivých snímků.....	31
3.1.6	Diskrétní kosinová transformace (DCT) a následná kvantizace.....	34
3.1.7	„Cik-cak“ čtení a kódování s proměnnou délkou	39
3.1.8	Hufmannovo kódování pro VLC	40
3.2	MPEG-2 PROFILES @ LEVELS (PROFILY A ÚROVNĚ).....	41
3.2.1	Škálovatelnost v MPEG-2 (scalability)	42
3.3	KODÉR MPEG – BLOKOVÝ DIAGRAM	42
3.4	DEKODÉR MPEG – BLOKOVÝ DIAGRAM.....	44
3.5	STRUKTURA VIDEO ES (VIDEO ELEMENTARY STREAM)	44
3.6	MPEG STANDARDY PRO DIGITÁLNÍ TELEVIZI	46

3.7	KONTROLNÍ OTÁZKY	46
3.8	POUŽITÁ A DOPORUČENÁ LITERATURA	46
4	PROGRAMOVÝ A TRANSPORTNÍ TOK MPEG DIGITÁLNÍ TELEVIZE	47
4.1	DATOVÝ TOK MPEG	47
4.1.1	Elementární tok ES	47
4.1.2	Transportní tok MPEG-2 TS	49
4.1.3	Přenos MPEG-2 TS přes ATM datovou síť	51
4.2	SYNCHRONIZACE PŘIJÍMAČE NA MPEG-2 TS	52
4.2.1	Synchronizace na strukturu TS	52
4.2.2	Čtení struktury aktuálního programu	52
4.2.3	Přístup k programu (Video a Audio PID)	53
4.2.4	Přístup ke skramblovaným (kódovaným) programům	53
4.2.5	Synchronizace programu (PCR, DTS, PTS)	55
4.2.6	Servisní informace obsažené v transportním toku	56
4.2.7	Další důležité informace v transportním toku	57
4.3	MONITOROVÁNÍ TRANSPORTNÍHO TOKU MPEG-2 TS	59
4.3.1	Monitorování MPEG-2 TS ve vysílání podle standardu DVB	60
4.4	ROZHRANÍ PRO DIGITÁLNÍ VIDEOSIGNÁLY	64
4.4.1	Paralelní a sériové rozhraní podle standardu CCIR 601	65
4.4.2	Synchronní paralelní rozhraní transportního toku (TS Parallel)	66
4.4.3	Asynchronní sériové rozhraní transportního toku (TS ASI)	66
4.5	KONTROLNÍ OTÁZKY	67
4.6	POUŽITÁ A DOPORUČENÁ LITERATURA	68
5	KANÁLOVÉ KÓDOVÁNÍ A ZABEZPEČENÍ PROTI CHYBÁM	69
5.1	DOPŘEDNÁ CHYBOVÁ KOREKCE FEC	69
5.1.1	Možné typy chyb	70
5.2	REED-SOLOMONOVO KÓDOVÁNÍ	72
5.2.1	RS kód a kódování / dekódování ve frekvenční oblasti	73
5.2.2	RS kód a kódování / dekódování v časové oblasti	75
5.2.3	Účinnost RS kódování	75
5.3	KONVOLUČNÍ KÓDOVÁNÍ	76
5.3.1	Stavový diagram modelu kodéru	78
5.3.2	Mřížový diagram modelu kodéru	78
5.3.3	Kódování s následným Viterbiho dekódováním	79
5.3.4	Hard decision a soft decision (pevné a proměnné rozhodnutí příjmu)	81
5.3.5	Zúžení konvolučního kódu	82
5.3.6	Účinnost konvolučního kódování	83
5.4	PROKLÁDÁNÍ - INTERLEAVING	83
5.4.1	Konvoluční prokládání	85
5.5	INVERZE SYNCHRONIZACE V KANÁLOVÉM MODULÁTORU	86
5.6	ENERGETICKÝ ROZPTYL V KANÁLOVÉM MODULÁTORU	86
5.7	KANÁLOVÉ KÓDOVÁNÍ A KOREKCE CHYB V DVB	86
5.8	KONTROLNÍ OTÁZKY	89
5.9	POUŽITÁ A DOPORUČENÁ LITERATURA	89
6	DIGITÁLNÍ MODULAČNÍ METODY PRO OBLAST DIGITÁLNÍ TELEVIZE	90

6.1	ZÁKLADY DIGITÁLNÍ MODULACE QPSK A M-QAM.....	90
6.1.1	Digitální směšovač.....	91
6.1.2	IQ modulátor.....	91
6.1.3	IQ demodulátor.....	94
6.1.4	IQ demodulátor s metodou $f_s/4$	95
6.1.5	Využití Hilbertovy transformace při IQ modulaci.....	96
6.1.6	Praktické využití Hilbertovy transformace.....	97
6.2	MODULACE S VÍCE NOSNÝMI – PRINCIP.....	98
6.2.1	OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex).....	99
6.2.2	Generování OFDM symbolů.....	100
6.2.3	Ochranný interval.....	104
6.2.4	Vícecestné šíření.....	105
6.2.5	Doplňkové signály ve spektru OFDM.....	106
6.3	KONTROLNÍ OTÁZKY.....	106
6.4	POUŽITÁ A DOPORUČENÁ LITERATURA.....	107
7	STANDARD DVB-S PRO PŘENOS DIGITÁLNÍ TELEVIZE.....	108
7.1	ZÁKLADY SATELITNÍHO PŘENOSU A SATELITNÍHO TV VYSÍLÁNÍ.....	108
7.2	SYSTÉMOVÉ PARAMETRY STANDARDU DVB-S.....	109
7.3	MODULÁTOR STANDARDU DVB-S.....	111
7.4	PŘIJÍMAČ DVB-S (SET-TOP BOX).....	113
7.5	VLIV PŘENOSOVÉ CESTY NA SATELITNÍ VYSÍLÁNÍ.....	115
7.6	PROVOZNÍ VLASTNOSTI STANDARDU DVB-S.....	117
7.6.1	Užitečný bitový tok.....	117
7.6.2	Požadovaný poměr C/N v přenosovém kanále.....	117
7.7	MĚŘENÍ SIGNÁLU PŘI PŘÍJMU DVB-S.....	118
7.7.1	Měření chybovosti.....	118
7.7.2	Měření signálu DVB-S pomocí spektrálního analyzátoru.....	120
7.7.3	Měření potlačení ramen.....	122
7.7.4	DVB-S testovací a měřicí vysílač.....	122
7.8	KONTROLNÍ OTÁZKY.....	122
7.9	POUŽITÁ A DOPORUČENÁ LITERATURA.....	122
8	STANDARD DVB-C PRO PŘENOS DIGITÁLNÍ TELEVIZE.....	124
8.1	ZÁKLADY KABELOVÉHO PŘENOSU DIGITÁLNÍ TELEVIZE.....	124
8.2	SYSTÉMOVÉ PARAMETRY STANDARDU DVB-C.....	124
8.3	MODULÁTOR DVB-C.....	127
8.4	PŘIJÍMAČ DVB-C.....	129
8.5	VLIV KABELOVÉ PŘENOSOVÉ CESTY NA DIGITÁLNÍ SIGNÁL.....	130
8.6	PROVOZNÍ VLASTNOSTI STANDARDU DVB-C.....	131
8.7	MĚŘENÍ SIGNÁLU PŘI KABELOVÉM PŘENOSU DVB-C.....	133
8.7.1	Detekce interferenčních vlivů při použití konstelační analýzy.....	136
8.7.2	Additive White Gaussian Noise (AWGN).....	136
8.7.3	Chyby I/Q modulátoru.....	137
8.7.4	Modulační chyba, Modulation Error Ratio (MER).....	138
8.7.5	Error Vector Magnitude (EVM).....	140
8.7.6	Měření chybovosti BER (bit-error rate).....	140
8.7.7	Měření výkonu nosné DVB-C a odhad poměru S/N.....	141

8.7.8	Měření potlačení ramen.....	143
8.7.9	Měření zvlnění a sklonu spektra v kabelovém kanále.....	143
8.7.10	DVB-C/J83A,B,C měřicí a testovací vysílač.....	143
8.8	KONTROLNÍ OTÁZKY.....	144
8.9	POUŽITÁ A DOPORUČENÁ LITERATURA.....	144
9	STANDARD DVB-T PRO PŘENOS DIGITÁLNÍ TELEVIZE.....	145
9.1	ZÁKLADY TERESTRICKÉHO PŘENOSU DIGITÁLNÍ TELEVIZE.....	145
9.2	PŘEHLED PŘENOSOVÝCH TECHNIK STANDARDU DVB-T.....	145
9.2.1	Nosné v DVB-T.....	146
9.2.2	Uspořádání přenosového rámce.....	149
9.3	HIERARCHICKÁ MODULACE A KÓDOVÁNÍ.....	150
9.4	SYSTÉMOVÉ PARAMETRY STANDARDU DVB-T.....	153
9.4.1	Konstelace a úrovně jednotlivých nosných.....	158
9.5	MODULÁTOR A VYSÍLAČ DVB-T.....	159
9.6	PŘIJÍMAČ DVB-T.....	161
9.7	VLIV ZKRESLENÍ NA TERESTRICKÉ PŘENOSOVÉ CESTĚ.....	163
9.7.1	Přenosová cesta.....	164
9.7.2	DVB-T terestrický kanál.....	165
9.7.3	Vlastnosti při mobilním příjmu.....	167
9.8	MĚŘENÍ SIGNÁLU PŘI TERESTRICKÉM PŘENOSU DVB-T.....	169
9.8.1	Měření bitové chybovosti.....	171
9.8.2	Měření signálu DVB-T pomocí spektrálního analyzátoru.....	172
9.8.3	Konstelační analýza signálu DVB-T.....	174
9.8.4	AWGN (Additive White Gaussian Noise).....	175
9.8.5	Fázový jitter.....	175
9.8.6	Interferenční zdroje.....	175
9.8.7	Odrazy a vícecestné šíření.....	176
9.8.8	Dopplerův posuv.....	176
9.8.9	I/Q chyby v modulátoru.....	176
9.8.10	I/Q složky v závislosti na frekvenci.....	178
9.8.11	Modulation Error Ratio (MER).....	179
9.8.12	Měření crest faktoru.....	180
9.8.13	Měření lineárního zkreslení.....	181
9.8.14	Měření impulsní odezvy.....	181
9.8.15	Měření potlačení ramen.....	182
9.8.16	Závěr k rušení a vlivům zkreslení v DVB-T.....	182
9.9	KONTROLNÍ OTÁZKY.....	183
9.10	POUŽITÁ A DOPORUČENÁ LITERATURA.....	183
10	STANDARD DVB-H PRO MOBILNÍ PŘÍJEM DIGITÁLNÍ TELEVIZE.....	184
10.1	STANDARDSY PRO MOBILNÍ DIGITÁLNÍ TELEVIZI.....	184
10.2	STANDARD DVB-H (HANDHELD) - ETSI 302304.....	185
10.2.1	Zdrojové kódování.....	186
10.2.2	MPE (Multi Protocol Encapsulation).....	186
10.2.3	Zabezpečení MPE- FEC.....	186
10.2.4	Časové segmentování (time-slicing).....	186
10.2.5	Koncepce DVB-H systému.....	187

10.2.6	Hloubkové prokládání (in-depth interleaving)	188
10.2.7	Způsob signalizace v TPS nosných	188
10.2.8	Přístup k DVB-H službám v TS a tabulka INT	189
10.3	PŘIJÍMAČ DVB-H A JEHO ZÁKLADNÍ KONCEPCE	190
10.4	MOŽNÉ KONFIGURACE SÍTĚ	191
10.5	KONTROLNÍ OTÁZKY	191
10.6	POUŽITÁ A DOPORUČENÁ LITERATURA	192
11	VYSÍLAČE A PŘIJÍMAČE PRO DIGITÁLNÍ TELEVIZI DVB-T	193
11.1	JEDNOFREKVENČNÍ SÍTĚ SFN PRO DVB-T	193
11.1.1	Architektura SFN sítě	194
11.2	BLOKOVÉ SCHÉMA VYSÍLAČE DVB-T	197
11.2.1	Modulátor / budič	197
11.2.2	Výkonový zesilovač	198
11.2.3	Výstupní filtr	199
11.2.4	Základní technické parametry standardního vysílače určeného pro analogovou a digitální televizi	200
11.2.5	Monitorované parametry v síti SFN a parametry měřené na vysílači DVB-T	201
11.3	PŘEVADĚČE SIGNÁLU DVB-T	202
11.4	PŘIJÍMAČE DVB-T (SET-TOP BOXY, STB)	203
11.4.1	Bloková struktura STB a přijímače DVB-T	204
11.4.2	Tuner	205
11.4.3	IF mezifrekvenční zpracování	206
11.4.4	Integrovaný obvod dekodéru DVB-T	206
11.4.5	Set-top box pro DVB-T	206
11.4.6	Příklad jednočipového řešení set-top boxu Technisat	208
11.4.7	Diverzitní přijímače pro přenosný nebo mobilní příjem DVB-T	208
11.4.8	Přijímač STB pro DVB-T s podporou MHP aplikací	209
11.4.9	Integrovaná digitální televize IDTV (Integrated Digital TV)	210
11.4.10	Skupinové přijímače DVB-T, DVB-S, analogové televize	210
11.4.11	PCI, PCMCIA a USB karty pro příjem DVB-T v PC	211
11.5	ANTÉNY PRO PŘÍJEM DVB-T	212
11.5.1	Pásmo VHF (5 – 12 kanál)	212
11.5.2	Pásmo UHF (21 – 69 kanál)	212
11.5.3	Vlastnosti přijímacích antén	213
11.5.4	Typy antén pro příjem DVB-T	213
11.6	KONTROLNÍ OTÁZKY	213
11.7	POUŽITÁ A DOPORUČENÁ LITERATURA	214
12	DATOVÉ PŘENOSY V DIGITÁLNÍ TELEVIZI	215
12.1	PŘENOS TELETEXTU V DVB	215
12.2	PODMÍNĚNÝ PŘÍSTUP K PROGRAMŮM DVB (CA)	217
12.3	PŘENOS DAT VE STANDARDU DVB	219
12.3.1	Datový karusel	221
12.3.2	Objektový karusel	221
12.4	MODEL Y VYSÍLÁNÍ S INTERAKTIVNÍM KANÁLEM	222
12.5	MULTIMEDIA HOME PLATFORM	223

12.5.1	Základní vrstvy MHP	224
12.5.2	Základní architektura MHP	224
12.5.3	Transportní protokoly MHP	225
12.5.4	Platforma DVB-J (Java).....	226
12.5.5	Profily platformy MHP	226
12.5.6	Interaktivní aplikace MHP a Xlet.....	227
12.5.7	Životní cyklus aplikace Xlet	228
12.5.8	Příklady MHP aplikací.....	228
12.5.9	Formáty souborů aplikací MHP	229
12.6	KONTROLNÍ OTÁZKY	230
12.7	POUŽITÁ A DOPORUČENÁ LITERATURA.....	230