

Sadržaj

1. Uvod	1
1.1. Komunikacijski lanac	2
1.1.1. Osnovni elementi komunikacijskog lanca	2
1.1.2. Vrste komunikacija	3
1.1.3. Značajke komunikacijskog kanala	4
1.1.4. Smetnje u sustavu	5
1.1.5. Zaštita od smetnji	5
1.2. Prijenos informacije elektromagnetskim valom	7
2. Sustavi analogne radiodifuzije	11
2.1. Povijest radiodifuzije	12
2.1.1. Povijest AM radija	12
2.1.2. Razvoj AM stereoradija	13
2.1.3. Povijest radiodifuzije zvuka u Republici Hrvatskoj	14
2.2. Amplitudna modulacija (AM)	15
2.2.1. Matematički prikaz	15
2.2.2. Vrste AM modulacije	19
2.2.3. Osnovni parametri AM radiodifuzije	20
2.3. Frekvencijska modulacija (FM)	21
2.3.1. Matematički prikaz	21
2.3.2. Šum u komunikacijskim sustavima	25
2.3.3. Akcentuacija i deakcentuacija kod FM-a	27
2.3.4. Stereo FM	29
2.3.5. Ostale vrste višekanalne FM radiodifuzije	33
2.4. RDS – <i>Radio Data System</i>	34
2.4.1. Uvod	34
2.4.2. Informacijski sadržaj – RDS servisi	35
2.4.3. Primarni servisi	35
2.4.4. Sekundarni servisi	36
2.4.5. Zahtjevi za djelotvornost RDS sustava	39
2.4.6. Tehničke osobine RDS sustava	40
2.5. Mjerenja na AM i FM prijamnicima	42
2.5.1. Mjerenja na AM prijamnicima	42
2.5.2. Mjerenja na FM prijamnicima	46

3. Digitalizacija audiosignala	51
3.1. Osnovne vrste signala	52
3.2. Osnovne faze A/D pretvorbe	57
3.2.1. Uzorkovanje analognog signala i njegova rekonstrukcija	57
3.3. Izbor frekvencije uzorkovanja	63
3.3.1. Kvantiziranje	65
3.3.2. Kodiranje	68
3.4. Naduzorkovanje	69
3.4.1. Delta-modulator i sigma-delta-modulator	72
3.4.2. Sigma-delta-pretvarač	76
4. Osnove digitalnih komunikacija	79
4.1. Digitalni modulacijski postupci	81
4.1.1. Digitalna modulacija amplitude	81
4.1.2. Digitalna modulacija frekvencije	86
4.1.3. Digitalna modulacija faze	86
4.1.4. Kombinirana modulacija amplitude i faze	88
4.2. Osobine komunikacijskog kanala	92
4.2.1. Interferencija među simbolima (ISI)	92
4.2.2. Utjecaj šuma, interferencija i višestazne refleksije u kanalu .	99
4.3. Sustavi s više podnosioca	103
4.3.1. FDM i OFDM sustavi	104
4.3.2. Uvjet ortogonalnosti signala	105
4.3.3. Prednosti i nedostaci OFDM sustava	109
5. Sluh i principi redukcije podataka	111
5.1. Struktura i funkcije uha	112
5.1.1. Odziv bazilarne membrane na zvučnu pobudu	114
5.2. Osjet glasnoće sluha	115
5.2.1. Prag čujnosti i krivulje jednake glasnoće	115
5.2.2. Vremenska integracija glasnoće	116
5.2.3. Kritični pojasevi	117
5.3. Maskiranje	119
5.4. Percepcija jednog izvora zvuka	121
5.4.1. Interauralne vremenske razlike (IVR)	122
5.4.2. Interauralne intenzitetne razlike	124
5.4.3. Dinamička lokalizacija pomicanjem glave	125
5.4.4. Prijenosne funkcije glave	125

5.4.5. Točnost lokalizacije jednog izvora.....	127
5.4.6. Postupak zamjene	129
5.4.7. Osjet udaljenosti i gibanja izvora	130
5.5. Percepcija više izvora zvuka	131
5.5.1. Interauralni koeficijent križne korelacije	131
5.5.2. Koherentni zvučni izvori	132
5.5.3. Točnost lokalizacije kod više simultanih izvora	133
5.5.4. Dva djelomično koherentna signala	135
5.5.5. Razlika razina binauralnog maskiranja	136
5.5.6. Analiza zvučne slike	137
5.5.7. Percepcija govora	137
5.6. Principi redukcije podataka	138
5.6.1. Osnovni princip rada koderi i parametri koderi	139
5.7. Osnovne metode obrade signala u kodiranju	142
5.7.1. Linearni prediktivni koderi	142
5.7.2. Primjena psihoakustičkih principa u kodiranju	144
5.7.3. Vremensko frekvencijska analiza s filtarskim nizovima i transformacijama	146
5.7.4. Prikaz kodiranja korištenjem psihoakustičkog modela MPEG-1 (<i>Layer I</i>)	148
5.7.5. Ocjena kvalitete kodiranog signala	152
5.7.6. Pregled nekih sustava za kompresiju podataka	154
6. Sustavi digitalne radiodifuzije	159
6.1. DSR – Digitalni satelitski radio	161
6.1.1. Opis rada DSR sustava	161
6.1.2. Stvaranje DSR signala	164
6.1.3. Struktura DSR okvira	166
6.1.4. DSR prijamnik	167
6.1.5. Osobine DSR-a	168
6.2. ADR – <i>Astra Digital Radio</i>	169
6.2.1. Razvoj ADR-a	169
6.2.2. Osobine ADR-a	169
6.3. DAB – <i>Digital Audio Broadcasting</i>	171
6.3.1. Povijesni razvoj DAB-a	171
6.3.2. Stvaranje DAB signala	173
6.3.3. OFDM generator	175
6.3.4. Načini rada DAB sustava	180

6.3.5. Frekvencijska područja DAB-a	180
6.3.6. Dodatne informacije.....	180
6.3.7. DAB okvir	181
6.3.8. Perspektiva	182
6.3.9. Značajke DAB prijamnika	183
6.4. DRM – <i>Digital Radio Mondiale</i>	188
6.4.1. Osnove DRM sustava	188
6.4.2. Koderi audiosignala u DRM-u	190
6.4.3. Modovi rada	192
6.5. Ostali sustavi digitalne radiodifuzije zvuka	194
6.5.1. DRM+.....	194
6.5.2. DAB+	195
6.5.3. <i>HD Radio ili IBOC sustav</i>	196
6.5.4. <i>DVB – Digital Video Broadcasting</i>	196
6.5.5. <i>ISDB-TSB sustav</i>	198
6.5.6. Usporedba nekih sustava zemaljske digitalne radiodifuzije ..	199
6.6. Internetski radio	200
6.6.1. <i>Simulcast, Podcast i Multicast</i>	202
7. Višekanalni audio sustavi	203
7.1. Razvoj sustava za reprodukciju zvuka	204
7.2. Podjela sustava za reprodukciju zvuka	206
7.2.1. Binauralni sustavi	206
7.2.2. Sustavi temeljeni na reprodukciji s pomoću zvučnika	209
7.2.3. Kompleksniji višekanalni sustavi	213
7.3. Usporedba sustava za reprodukciju zvuka	216
8. Radijske postaje	217
8.1. Podjela	218
8.2. Organizacija rada	219
8.2.1. Priprema programa	219
8.2.2. Emitiranje programa	221
8.2.3. Kontrola emitiranja	222
8.2.4. Fonoteka	222
8.3. Akustički zahtjevi	224
8.4. Tehnološki prostori	230
8.4.1. Govorno-dramski prostori	230
8.4.2. Glazbeni kompleks	234

8.4.3. Programski kompleks	241
8.4.4. Terenski dio	244
9. Pogled u budućnost digitalnog radija	247
9.1. Pregled postojećih sustava s osnovnim parametrima	250
9.2. Pregled digitalnih sustava radiodifuzije	252
9.3. Pregled postojećih sustava po frekvencijskim pojasevima	253
9.3.1. LF/MF/HF pojasevi od 148,5 kHz do 30 MHz	253
9.3.2. Pojas I, u području frekvencija od 47 MHz do 68 MHz	254
9.3.3. Pojas II, u području frekvencija od 87,5 MHz do 108 MHz ..	255
9.3.4. Pojas III, u području frekvencija od 174 MHz do 230 MHz ..	257
9.3.5. L-pojas u području frekvencija od 1452 MHz do 1479,5 MHz	257
9.4. Moderniziranje digitalnih radijskih prijamnika	258
9.5. Zaključak	259
Literatura	263
Kazalo pojmova	271