

SPIS TREŚCI

WSTĘP DO KSIĄŻKI (Stanisław Kosicki).....	9
PRZEDMOWA (Czesław Frąć).....	11
OPINIA (Ryszard Dulski).....	15
SPIS SKRÓTÓW	16
WYKAZ OZNACZEŃ	18
1. WSTĘP	19
1.1. Telekomunikacja	19
1.2. Radiotelefon analogowy a cyfrowy	21
2. PARAMETRY SYGNAŁÓW	24
2.1. Amplituda, częstotliwość, okres, faza	26
2.2. Faza a opóźnienie	29
2.3. Wielkości elektryczne	30
2.3.1. Siła elektromotoryczna (SEM) a napięcie	30
2.3.2. Moc sygnału elektrycznego	31
2.3.3. Energia sygnału elektrycznego	32
2.3.4. Moc dysponowana – dopasowanie impedancji (ze względu na moc)	32
2.4. Dopasowanie impedancji w energetyce – $\cos\varphi$	36
2.5. Pomiar impedancji wyjściowej i wejściowej	38
2.6. Decybele.....	39
3. FILTRY	44
3.1. Parametry filtrów	44
3.1.1. Pasma przenoszenia i częstotliwości graniczne	46
3.1.2. Nachylenie zboczy.....	47
3.1.3. Tłumienie i falistość w paśmie przenoszenia	47
3.1.4. Tłumienie poza pasmem przenoszenia.....	48
3.1.5. Bezwładność filtru i przesunięcie fazy	49
3.1.6. Podatność na wzbudzenie.....	49
3.2. Sprzężenia AC, DC.....	49
4. SZEREG I TRANSFORMATA FOURIERA ORAZ OPÓŹNIENIE GRUPOWE	52
4.1. Szereg Fouriera	52
4.2. Transformata Fouriera	53
4.3. Co dają szereg i transformata Fouriera?.....	57
4.4. Opóźnienie grupowe.....	57
5. SYGNAŁY ANALOGOWE	61
5.1. Wstęp.....	61
5.2. Sygnały analogowe	61
5.2.1. SSW – system selektywnego wywołania.....	62
5.2.2. DTMF (Double Tone Multiple Frequency)	63
5.2.3. CTCSS (Continuous Tone Controlled Squelch System)	63
5.2.4. DCS – cyfrowa blokada szumów	64
5.2.5. Alarmy – zewy.....	64
5.2.6. Sygnały telemetryczne – analogowe	64
5.2.7. Sygnały wizyjne.....	66
5.3. Analogowy skrambler mowy.....	66
6. MODULACJE „ANALOGOWE”	68
6.1. Modulacja amplitudy	69
6.1.1. Indeks (głębokość) modulacji m	69
6.1.2. Widmo sygnału AM.....	71

6.2. Modulacja fazy.....	72
6.2.1. Dewiacja częstotliwości przy modulacji fazy.....	74
6.3. Modulacja częstotliwości.....	78
6.3.1. Modulacja w oscylatorze VCO.....	79
6.4. Wymienność modulacji FM i PM.....	82
6.5. Widma modulacji kątowych.....	84
6.6. Porównywanie widm modulacji FM i PM.....	87
6.7. Porównanie modulacji fazy, częstotliwości i amplitudy.....	87
7. CO SIĘ DZIEJE PO MODULATORACH.....	89
7.1. Jak działa radiotelefon analogowy?.....	89
7.2. Radiotelefon a radiomodem.....	90
8. DIGITALIZACJA.....	91
8.1. Kryterium Nyquista.....	92
8.2. Rozdzielczość.....	93
8.3. Szybkość transmisji a częstotliwość i rozdzielczość próbkowania.....	94
8.4. Metody digitalizacji.....	95
8.4.1. Standard PCM.....	95
8.4.2. Kodek delta.....	96
8.5. Kompandery.....	99
8.6. Kompresja danych.....	100
9. INTERFEJSY (STYKI).....	102
9.1. Standard TTL.....	102
9.2. Interfejs RS232 – V.24.....	103
9.2.1. Stosowalność interfejsu RS232.....	105
9.2.2. Odległości i szybkość.....	105
9.3. Urządzenia końcowe DTE i DCE.....	106
9.4. Interfejs RS422.....	107
9.5. Interfejs RS485.....	108
9.6. Interfejs USB.....	109
9.7. Ethernet.....	110
9.8. Konwerter interfejsów.....	111
10. TRANSMISJE CYFROWE.....	112
10.1. Transmisja równoległa a szeregową.....	113
10.2. Kodowanie danych.....	114
10.2.1. Kodowanie poziomów.....	114
10.2.2. Symetryzacja danych.....	115
10.2.3. Zasady kodowania.....	115
10.3. Kody liniowe.....	116
10.4. Rozkład widmowy kodów liniowych.....	123
10.5. O skramblerach.....	123
10.5.1. Skramblery kodów liniowych.....	124
10.5.1.1. Skramblowanie B8ZS (Binary 8 Zeros Substitution).....	124
10.5.1.2. Skramblowanie typu 4B/5B (4 bity/5 bitów).....	124
10.5.2. Skrambler asynchroniczny – samosynchronizujący (potokowy).....	125
10.5.3. Skrambler synchroniczny – szyfrator.....	126
10.5.4. Skramblowania według CCITT.....	126
10.6. Kody kreskowe.....	127
10.7. Kodowanie różnicowe.....	128
11. KODOWANIE DETEKCYJNE I KOREKCYJNE BŁĘDÓW.....	132
11.1. Kontrola poprawności danych poprzez parzystość.....	132
11.1.1. Transmisja asynchroniczna (start-stopowa).....	132
11.2. CRC (Cyclic Redundancy Check).....	135
11.3. Przeplot (Interleaving).....	136
11.4. Kodowanie korekcyjne wpród (FEC – Forward Error Correction).....	138

11.4.1. Korekcja FEC z powielaniem	138
11.4.2. Kodowanie blokowe.....	139
11.4.3. Kody splotowe	143
11.5. Turbokody	145
12. RELACJA SYGNAŁ/SZUM/ZAKŁÓCENIE	148
13. SHANNON	154
13.1. Kryterium Shannona.....	154
13.2. Granica Shannona.....	156
13.3. Zysk kodowania	157
13.4. Sprawność widmowa transmisji danych.....	159
13.5. Jeszcze o sprawności widmowej	159
14. MODULACJE CYFROWE	161
14.1. Modulacje analogowe a cyfrowe.....	161
14.2. Podział modulacji cyfrowych	163
14.3. Modulacje 1D i 2D	165
14.4. Przebiegi modulacji cyfrowych	167
14.5. Modulacja ASK (Amplitude Shift Keying)	168
14.6. Modulacja FSK (Frequency Shift Keying)	168
14.7. Modulacja PSK (Phase Shift Keying).....	169
14.8. Modulacje kwadraturowe	170
14.9. Bity, baudy, symbole.....	174
14.10. Modulacje ze stałą obwiednią.....	174
14.11. Liniowość modulacji.....	175
14.12. Techniki ograniczania widma sygnału zmodulowanego	177
14.12.1. Kształtowanie przebiegu modulującego.....	177
14.12.2. Podniesiony cosinus	179
14.12.3. Filtr Gaussowski	179
14.12.4. Interferencja międzysymbolowa	180
14.12.5. Ograniczenie skoków fazy – modulacje z ciągłą fazą.....	181
14.12.6. Bardzo ważny wniosek.....	183
14.13. Modulacja GMSK.....	185
14.13.1. Modulacje GMSK a MSK.....	185
14.13.2. Generacja konwencjonalna modulacji GMSK	186
14.13.3. „Domowy wypiek” modulacji GMSK	187
14.13.4. Dwie natury GMSK: koherentna i niekoherentna.....	189
14.14. Modulacje TFM i GTFM.....	190
14.15. Modulacja 4L-FSK (4FSK)	191
14.16. Oko modulacji.....	192
14.16.1. Co to jest „oko modulacji”?	192
14.16.2. Tworzenie oka modulacji.....	193
15. PORÓWNIANIE MODULACJI	195
15.1. Wstęp.....	195
15.2. Widmo FSK a ASK i PSK.....	197
15.2.1. O sprawności widmowej	200
15.3. Czego by nie było bez modulacji cyfrowych?	201
15.4. Rodzaje wielodostępu cyfrowego.....	202
15.5. Wielodostęp OFDM (Orthogonal Frequency Division Modulation)	203
15.5.1. Na czym polega ortogonalność?	204
15.5.2. Jak działa ortogonalność?	206
15.5.3. Stosunek PAPR (Peak to Average Power Ratio)	208
15.6. Techniki rozpraszania widma: DSSS, FHSS	210
15.6.1. Technika FHSS (hopping)	211
15.6.2. Technika DSSS	212
15.6.3. Wielodostęp CDMA (Code Division Multiple Access)	213
15.7. Wielodostęp SDMA (Spatial Division Multiple Access)	217
15.8. Efektywność widmowa OFDM, CDMA, SDMA.....	220

16. ODBIORY	222
16.1. Demodulacje modulacji analogowych i cyfrowych	222
16.2. Demodulacje analogowe	223
16.2.1. Demodulacja AM	223
16.2.2. Demodulacja FM	224
16.2.3. Demodulacja fazy PM	225
16.3. Demodulacje cyfrowe	225
16.4. Demodulacja BPSK na podnośnej	229
16.5. Detekcja koherentna modulacji dwu- i wielowartościowych	230
16.6. Detekcja modulacji wielowartościowych kwadraturowa	231
16.7. Regeneracja fazy nośnej	232
16.8. Regeneracja fazy nośnej przez powielanie	233
16.9. Pętla Costasa	236
16.10. Analogowy i cyfrowy odbiór mowy: SINAD a BER	239
17. PROTOKOŁY	241
17.1. Pojęcie transmisji synchronicznej	241
17.2. Transmisja synchroniczna i asynchroniczna	242
17.3. Transmisja synchroniczna	243
17.4. Transmisja asynchroniczna – start-stopowa	244
17.4.1. Konwertery: transmisja asynchroniczna–synchroniczna	247
17.5. Kontrola przepływu danych: FEC, przeplot, CRC, dRTS	248
17.6. Ramka radiowa	254
17.7. Protokoły transmisyjne	255
17.7.1. Transmisja punkt–punkt	257
17.7.2. Transmisja punkt–wielopunkt	260
17.8. Ethernet przez radio	260
17.9. Szybkość a przepływność	262
18. ANTENY	264
18.1. Fale radiowe	264
18.2. Antena izotropowa	267
18.3. Dipol półfalowy	269
18.4. Anteny kierunkowe	273
18.5. Parametry anten	275
18.5.1. Rodzaj anteny	276
18.5.2. Pasma pracy	276
18.5.3. Polaryzacja anteny	277
18.5.4. Charakterystyka promieniowania	277
18.6. Antena jak silnik elektryczny?	279
18.7. Współczynnik fali stojącej (WFS)	279
18.8. Wykrywanie kierunku przychodzenia fali	283
19. OBLICZENIA PROPAGACYJNE	287
19.1. Zakresy fal	287
19.2. Relacje łączności	288
19.3. Wyznaczanie tłumienia trasy, czyli tłumienia sygnału w powietrzu (pomiędzy antenami)	290
19.4. Wolna przestrzeń	291
19.5. Propagacja w wolnej przestrzeni	293
19.5.1. Natężenie pola	293
19.6. Nonogramy	296
19.6.1. Wysokości anten	299
19.6.2. Moce nadajnika	300
19.7. Separacje antenowe	307
19.8. Horyzont optyczny i radiowy	308
20. LTE (Long Term Evolution)	310
21. ZAKOŃCZENIE	312
BIBLIOGRAFIA	314