

Obsah

1 Telekomunikační technika	21
1.1 Charakteristika přenosového řetězce	21
1.1.1 Druhy přenášených signálů	22
1.1.2 Význam mezinárodní organizace	23
1.1.3 Základní pojmy a veličiny přenosové techniky	23
1.1.4 Způsob přenosu signálů	25
1.1.4.1 Dvoudrátový způsob přenosu	26
1.1.4.2 Čtyřdrátový způsob přenosu	27
1.2 Telefonometrická měření	28
1.2.1 Definice kvalitativních parametrů přenosu	28
1.2.1.1 Měření vztažného útlumu	29
1.2.1.2 Měření míry hlasitosti	30
1.2.1.3 Měření srozumitelnosti	31
1.3 Nízkofrekvenční přenosový systém	33
1.3.1 Základní části nízkofrekvenčních přenosových systémů	33
1.3.2 Rozdělení vztažného útlumu	35
1.3.3 Útlumové zkreslení	36
1.3.4 Stabilita zesilovačů	37
1.4 Vysokofrekvenční přenosový systém	37
1.4.1 Princip vysokofrekvenčního přenosového systému	37
1.4.2 Primární skupina	40
1.4.2.1 Vytvoření primární skupiny přímou modulací	40
1.4.2.2 Vytvoření primární skupiny jednotnou předmodulací	42
1.4.2.3 Vytvoření primární skupiny skupinovou předmodulací	43
1.4.3 Vyšší skupiny	44
1.5 Číslicové přenosové systémy	46
1.5.1 Digitalizace signálů	46
1.5.2 Princip přenosových systémů s časovým dělením	47
1.5.3 Druhy číslicových modulací	48
1.5.3.1 Pulsně kódová modulace	49
1.5.3.1.1 Přenosový systém PCM 24	50
1.5.3.1.2 Přenosový systém PCM 30/32	50
1.5.3.1.3 Formát multirámce systému PCM 30/32	51
1.5.3.2 Impulsní modulace	52
1.5.4 Princip kodérů a dekodérů	53
1.6 Přenosové systémy PDH	55
1.6.1 Princip přenosových systémů PDH	55
1.6.2 Způsob vyrovnávání přenosových rychlostí	57
1.6.3 Formát rámce systému PDH 2. řádu	57

1.7	Spojovací systémy	58
1.7.1	Analogové spojovací systémy	58
1.7.1.1	Voličové spojovací systémy	60
1.7.1.2	Spojovací systémy s křížovými spínači	60
1.7.1.3	Signalizace linková a registrová	62
1.7.1.4	Vázaný kód MFC-R2	63
1.7.2	Číslicové signalizační systémy, signalizace	64
1.7.2.1	Vlastnosti a služby digitálních ústředen	65
1.7.2.2	Popis ústředen EWSD a S12	66
1.7.2.3	Signalizace v digitálních systémech a sítích	73
1.7.3	Spojovací pole, spojovací články S a T	76
1.7.3.1	Časový článek T, jeho funkce	76
1.7.3.2	Princip článků Tr a Tw	77
1.7.3.3	Prostorový článek S, jeho funkce	79
1.7.3.4	Princip článků Si a So	79
1.7.3.5	Vícečlánek spojovací pole	80

2 Číslicové přenosové systémy SDH	87
2.1 Koncepce přenosového systému SDH.....	88
2.1.1 SDH architektura.....	90
2.1.2 Multiplexní schéma.....	92
2.1.2.1 Multiplexní schéma podle G.709.....	95
2.1.2.2 Multiplexní schéma podle ETSI.....	96
2.1.2.3 Multiplexní schéma podle G.707.....	96
2.2 Struktura modulů STM N.....	97
2.2.1 Podrobné schéma modulu STM 0.....	98
2.2.2 Podrobné schéma modulu STM 1.....	99
2.2.3 Postup při začleňování příspěvkových signálů do STM 1.....	102
2.3 Struktura virtuálních kontejnerů.....	102
2.3.1 Virtuální kontejner VC-11.....	103
2.3.2 Virtuální kontejner VC-12.....	105
2.3.3 Virtuální kontejner VC-3.....	106
2.3.4 Virtuální kontejner VC-4.....	107
2.3.4.1 Vytvoření kontejneru ze signálu E4.....	107
2.3.4.2 Mapování ATM buněk.....	108
2.3.4.3 Mapování datagramů rozhraní IP.....	109
2.3.4.4 Vytvoření z příspěvkové skupiny jednotky TUG-3.....	110
2.4 Vytvoření příspěvkových jednotek.....	111
2.4.1 Uspořádání rámce TU-11.....	112
2.4.2 Uspořádání rámce TU-12.....	112
2.4.3 Uspořádání rámce TU-2.....	112
2.4.4 Maticové znázornění TU-n.....	113
2.4.5 Postup při dynamickém vyrovnávání fáze.....	113
2.4.6 Uspořádání rámce TU-3.....	115
2.5 Struktura příspěvkových skupin.....	115
2.5.1 Příspěvková skupina TUG-2.....	116
2.5.1.1 Vytvoření z příspěvkové jednotky TU-11.....	116
2.5.1.2 Vytvoření z příspěvkové jednotky TU-12.....	116
2.5.1.3 Vytvoření z příspěvkové jednotky TU-2.....	117
2.5.2 Příspěvková skupina TUG-3.....	117
2.6 Administrativní jednotky AU.....	118
2.7 Způsob vytvoření administrativní skupiny.....	119
2.7.1 Vytvoření administrativní skupiny AUG-1.....	119
2.7.2 Vytvoření administrativní skupiny AUG-N.....	121

3 Telekomunikační síť	127
3.1 Základní vlastnosti sítí a RM OSI	127
3.1.1 Úkoly telekomunikační sítě	127
3.1.2 Komunikační model	128
3.1.3 Komunikační spojení	129
3.1.4 Signalizace	131
3.1.5 Způsoby přepojování signálů	132
3.1.5.1 Princip přepojování kanálů	132
3.1.5.2 Princip přepojování zpráv	133
3.1.5.3 Popis principu přepojování paketů	133
3.1.6 Základní vlastnosti RM OSI	136
3.1.7 Vrstvy RM OSI	138
3.2 Struktura a vlastnosti současných telekomunikačních sítí, ISDN a signalizace v těchto sítích	141
3.2.1 Příklad struktury současné telekomunikační sítě v ČR	141
3.2.2 Koncepce ISDN	142
3.2.3 Struktura uživatelské ISDN stanice	144
3.2.4 Účastnická stanice v ISDN	146
3.2.5 Meziústřednová signalizace	148
3.2.5.1 Základní vlastnosti signalizace po společném signalizačním kanálu – CCS7	148
3.2.5.2 Meziústřednová signalizace v ISDN	156
3.2.6 Služby ISDN	163
3.2.7 Inteligentní síť a její služby	164
3.2.7.1 Filosofie inteligentních sítí	164
3.2.7.2 Základní struktura inteligentní sítě	165
3.2.7.3 Charakteristiky některých služeb inteligentní sítě	165
3.2.7.4 Trendy rozvoje inteligentních sítí	166
3.3 Síť B-ISDN a ATM síť	167
3.3.1 Širokopásmová ISDN (B-ISDN, Broadband – ISDN)	167
3.3.2 ATM síť	168
3.4 Síť s přepojováním rámců Frame Relay síť	169
3.4.1 Princip přenosu dat v Frame Relay síti	169
3.4.2 Frame Relay jako statistický multiplexer	170
3.4.3 Frame Relay spojení	170
3.4.4 Příklad aplikace Frame Relay síti	171
3.5 MPLS síť	172
3.5.1 Důvody pro vytvoření MPLS	172
3.5.2 Princip směrování v MPLS síti	174
3.5.2.1 Směrování v MPLS síti	175
3.5.2.2 Přenos IP paketů s přiděleným Labelem	176
3.5.2.3 Přesměrování v MPLS síti	178
3.5.3 Další vývoj MPLS	181
3.5.4 Možnosti použití MPLS	181
3.6 Síť nové generace - NGN	181

4 Aktuální problémy optických komunikací	197
4.1 Základy optických vláken a kabelů.....	197
4.1.1 Světlo jako vlny, paprsky a kvanta.....	197
4.1.1.1 Elektromagnetické vlny.....	197
4.1.1.2 Popis světla geometrickou optikou - paprsky.....	198
4.1.1.3 Světlo jako proud fotonů.....	201
4.1.2 Přenosové ztráty.....	202
4.1.2.1 Ztráty v prostředí.....	203
4.1.2.2 Ztráty na rozhraní prostředí.....	203
4.1.2.3 Rozptylové ztráty.....	205
4.1.3 Šíření světla v optickém vlákne.....	206
4.1.3.1 Vlákná se skokovou změnou indexu lomu – SI vlákna.....	207
4.1.3.2 Gradientní vlákna – GI vlákna.....	209
4.1.3.3 Jednomódová vlákna – SM vlákna.....	210
4.1.4 Přenosové charakteristiky optických vláken.....	211
4.1.4.1 Útlum optických vláken.....	212
4.1.4.2 Módová disperze.....	213
4.1.4.3 Chromatická disperze.....	216
4.1.5 Další charakteristiky optických vláken.....	218
4.1.6 Optické kabely.....	219
4.1.6.1 Funkce optických kabelů.....	219
4.1.6.2 Ochranná funkce kabelu proti mechanickému namáhání.....	221
4.1.6.3 Ochranná funkce kabelu proti vlhkosti.....	221
4.2 Měření optických vláken a kabelů.....	223
4.2.1 Měřené parametry optických vláken a kabelů.....	223
4.2.2 Měření útlumu.....	224
4.2.2.1 Měření útlumu přímou metodou.....	224
4.2.2.2 Reflektometrické měření útlumu.....	227
4.3 Perspektivy vláknových optických komunikací.....	230
4.3.1 Zvyšování dosahu vláknově optických komunikačních systémů.....	230
4.3.1.1 Laserové polovodičové zesilovače.....	234
4.3.1.2 Vláknové zesilovače.....	236
4.3.2 Zvyšování přenosových rychlostí a přenosové kapacity optických komunikačních systémů.....	240
4.3.2.1 Kompenzace chromatické disperze kompenzačními vlákny.....	243
4.3.2.2 Kompenzace chromatické disperze vláknovými mřížkami.....	245
4.3.2.3 Polarizační módová disperze.....	247

5 Přístupové sítě	253
5.1 Přístupové metody používané v přístupových sítích	255
5.1.1 Přístupová metoda TDMA	255
5.1.2 Frekvenčně dělený vícenásobný přístup FDMA	256
5.1.3 Vlnově dělený vícenásobný přístup WDMA	256
5.1.4 Přístupová metoda SCMA	256
5.1.5 Přístupová metoda CDMA	256
5.2 Rozhraní mezi přístupovou sítí a místní ústřednou, skupina protokolů rozhraní V5	257
5.2.1 Linková vrstva protokolu rozhraní V5	259
5.2.2 Síťová vrstva protokolu rozhraní V5	260
5.3 Přenosová technologie typu xDSL, digitální přípojky IDSL, ADSL, VDSL, BDSL	260
5.3.1 Digitální účastnická přípojka typu IDSL	260
5.3.2 Digitální účastnická přípojka typu HDSL	261
5.3.3 Digitální účastnická přípojka typu ADSL	263
5.3.4 Digitální účastnická přípojka typu VDSL	265
5.3.5 Digitální účastnická přípojka typu BDSL	268
5.4 Optické přístupové sítě, vlastnosti OLT, ONU, optická distribuční síť, PON a AON	269
5.4.1 Referenční konfigurace optické přístupové sítě	269
5.4.2 Všeobecné vlastnosti zakončení OLT a ONU	270
5.4.3 Optická distribuční síť	271
5.5 Úzkopásmové optické sítě, vlastnosti a řízení	273
5.5.1 Funkční bloky a konfigurace úzkopásmové optické sítě	274
5.6 Multifunkční širokopásmové přístupové sítě	275
5.6.1 ATM buňky přes přístupovou síť	276
5.6.2 Přístupové protokoly	277
5.6.2.1 Všeobecný protokol typu FIFO	277
5.6.2.2 Rámcově organizovaný protokol	277
5.6.2.3 Protokol dynamické alokace	277
5.6.3 Rozhraní V _B	278
5.7 Rádiové přístupové sítě	278
5.7.1 Rozdělení rádiových přístupových sítí	279
5.7.2 Mikrovlnné rádiové spoje	279
5.7.3 Přístupový systém FWA	280
5.8 Systémy standardu 802.1x	282
5.8.1 Přístupové sítě WLAN	283
5.8.2 Technologie Bluetooth	284
5.8.2.1 Bluetooth rádio	284
5.8.2.2 Baseband	287
5.8.2.3 Vrstvy a protokoly	289
5.8.2.4 Bluetooth profily	290

6 Mobilní rádiové sítě	299
6.1 Úvod.....	299
6.1.1 Rozdělení kmitočtového spektra.....	299
6.1.2 Rozdělení radiokomunikačních systémů.....	300
6.1.3 Obecné schéma radiokomunikačního systému.....	300
6.2 Základní koncepce a používané techniky radiokomunikačních systémů.....	302
6.2.1 Způsoby přenosu.....	302
6.2.2 Přístupové techniky.....	303
6.2.3 Buňková struktura systémů pro mobilní komunikace.....	303
6.2.4 Handover.....	305
6.3 GSM.....	306
6.3.1 Generace radiotelefonních systémů.....	306
6.3.2 Systém GSM, rozdělení kmitočtového pásma, výkonové úrovně.....	307
6.3.3 Architektura systému GSM.....	310
6.3.4 Zpracování signálu v systému GSM.....	314
6.3.5 Zabezpečení v systému GSM.....	321
6.3.6 Přenos dat v mobilních sítích GSM.....	322
6.3.7 Vývojové trendy.....	325
6.4 Systémy pro bezšňurové telefony.....	328
6.4.1 Rozdělení systémů.....	328
6.4.2 Systém DECT.....	329
6.5 Systémy pro paging.....	332
6.5.1 Systém ERMES.....	333
6.5.2 Systém RDS.....	335
6.6 WiFi.....	335
6.6.1 Komponenty sítě.....	336
6.6.2 Typy sítí.....	336
6.6.3 Technologie sítí.....	338
6.6.4 Dostupné rádiové frekvence.....	338
6.6.5 Bezpečnost sítí.....	339
6.7 Družicové komunikační systémy.....	340
6.7.1 Oběžné dráhy.....	340
6.7.2 Příklady družicových komunikačních sítí.....	342
6.7.3 Systém družicové navigace GPS.....	345

7 Přenos hlasu prostřednictvím datových sítí	355
7.1 Přehled PSTN a srovnání s VoIP.....	355
7.1.1 Základy telefonie.....	356
7.1.2 Signalizace v PSTN.....	356
7.2 Technika přenosu hlasu.....	357
7.2.1 RTP protokol.....	357
7.2.2 Standardy kódování a dekodování.....	359
7.2.3 Výpočet šířky pásma.....	361
7.2.4 Kvalita hovoru.....	364
7.3 Standard H.323.....	366
7.3.1 Úvod do H.323.....	366
7.3.2 Protokolový model.....	367
7.3.3 Stavební prvky H.323 a jejich vlastnosti.....	368
7.3.4 Signalizace RAS.....	369
7.3.5 Signalizace volání.....	373
7.3.6 Signalizace pro média.....	374
7.3.7 Modely spojení DRC a GRC.....	375
7.3.8 Propojení PSTN a VoIP, vlastnosti brány.....	376
7.4 Otevřené řešení H.323.....	378
7.4.1 Aplikace GnuGK.....	378
7.4.2 Instalace a konfigurace GnuGK.....	379
7.4.3 Registrace a autentizace.....	381
7.5 SIP/SDP.....	383
7.5.1 Vlastnosti protokolů SIP a SDP.....	383
7.5.2 Prvky SIP řešení.....	384
7.5.3 SIP servery.....	385
7.5.4 Stavový a bezstavový SIP Proxy.....	385
7.5.5 SIP metody a odpovědi.....	388
7.5.6 Směrování se záznamem o trase a bez záznamu.....	393
7.5.7 Adresace pomocí URI a ENUM.....	397
7.6 Otevřené řešení SIP.....	401
7.6.1 Aplikace Asterisk.....	401
7.6.2 Instalace a konfigurace Asterisku.....	403
7.6.3 Registrace, autentizace a konfigurace uživatelů.....	407