

# Obsah

Úvod . . . . .	7
<b>1 — Stručný popis funkce radioreléových systémů</b>	
1.1 Vymezení obsahu kapitoly . . . . .	9
1.2 Radioreléové systémy s kmitočtovou modulací . . . . .	9
1.3 Radioreléové systémy s časovým dělením přenášených informací . . . . .	21
<b>2 — Charakteristiky signálů, přenášených radioreléovými spoji a mezinárodní doporučení</b>	
2.1 Vymezení obsahu kapitoly . . . . .	25
2.2 Telefonní kanál . . . . .	25
2.2.1 Základní pojmy používané v telefonii . . . . .	26
2.2.1.1 Absolutní úroveň . . . . .	26
2.2.1.2 Vztažná — relativní úroveň . . . . .	27
2.2.1.3 Vztah mezi decibely a nepery . . . . .	28
2.2.2 Základní charakteristiky telefonního kanálu . . . . .	29
2.2.2.1 Zbytkový útlum . . . . .	29
2.2.2.2 Kmitočtová charakteristika . . . . .	29
2.2.2.3 Amplitudová charakteristika . . . . .	30
2.2.2.4 Fázová charakteristika a charakteristika skupinového zpoždění . . . . .	30
2.2.2.5 Posun kmitočtů při přenosu . . . . .	35
2.2.2.6 Šumy a hluky v telefonním kanálu . . . . .	35
2.2.3 Mezinárodní doporučení na základní charakteristiky telefonního kanálu	37
2.2.3.1 Mezinárodní poradní sbory pro telekomunikace a radiokomunikace . . . . .	37
2.2.3.2 Charakteristiky telefonního kanálu, referenční okruhy CCITT . . . . .	39
2.2.3.3 Referenční okruhy CCIR pro radioreléové spoje s kmitočtovým dělením přenášených telefonních hovorů . . . . .	41
2.2.3.4 Přípustný výkon šumu pro radioreléové spoje s kmitočtovým dělením přenášených telefonních hovorů pro fiktivní referenční okruhy a pro reálné okruhy . . . . .	42
2.2.3.5 Referenční okruh pro radioreléové spoje s časovým dělením přenášených telefonních hovorů . . . . .	45
2.3 Rozhlasový kanál . . . . .	45
2.3.1 Základní charakteristiky rozhlasového kanálu . . . . .	46
2.3.2 Doporučované základní charakteristiky rozhlasového kanálu . . . . .	46
2.4 <b>Televizní kanál</b>	
2.4.1 Základní charakteristiky televizního kanálu, mezinárodní doporučení pro fiktivní referenční okruh . . . . .	51

2.4.1.1	Mezinárodní televizní spoj a fiktivní referenční okruh CCIR . . . . .	52
2.4.1.2	Zbytkový útlum a kolísání zbytkového útlumu . . . . .	53
2.4.1.3	Hluky v televizním kanálu . . . . .	53
2.4.1.4	Nelineární zkreslení . . . . .	54
2.4.1.5	Lineární tvarové zkreslení . . . . .	56
2.4.1.6	Kmitočtová charakteristika a charakteristika skupinového zpoždění . . . . .	56
2.4.2	Měření přenosových vlastností televizního kanálu, zkušební signály CCIR . . . . .	56
2.4.2.1	Měření zbytkového útlumu a stability zbytkového útlumu . . . . .	58
2.4.2.2	Měření hluku . . . . .	58
2.4.2.3	Měření nelineárního zkreslení . . . . .	59
2.4.2.4	Měření lineárního tvarového zkreslení . . . . .	60
2.4.3	Přenosové parametry televizního kanálu na spoji kratším nebo delším než je referenční okruh . . . . .	61

### 3 – Modulace a demodulace

3.1	Všeobecně o modulaci a demulaci . . . . .	64
3.2	Amplitudová modulace . . . . .	65
3.3	Kmitočtová modulace . . . . .	68
3.3.1	Úzkopásmová kmitočtová modulace . . . . .	71
3.3.2	Širokopásmová kmitočtová modulace . . . . .	72
3.4	Klasické pulsní modulační metody . . . . .	76
3.5	Náhrada bílého šumu součtem harmonických kmitů . . . . .	79
3.6	Poměr signál/šum v různých komunikačních systémech . . . . .	85
3.6.1	Poměr signál/šum v systému s amplitudovou modulací . . . . .	85
3.6.2	Poměr signál/šum v systému s kmitočtovou modulací . . . . .	90
3.6.2.1	Prahový jev v systému s kmitočtovou modulací . . . . .	94
3.6.2.2	Zlepšení poměru signál/šum v systému s kmitočtovou modulací pomocí preemfáze a deemfáze . . . . .	95
3.6.3	Poměr signál/šum v systému s pulsní polohovou modulací . . . . .	97
3.7	Hlavní rysy systému se širokopásmovým ziskem . . . . .	99
3.8	Informační kapacita komunikačního systému . . . . .	101
3.9	Ideální komunikační systém . . . . .	105
3.10	Pulsní kódová modulace . . . . .	107
3.10.1	Poměr signál/šum v systému s pulsní kódovou modulací . . . . .	109
3.10.2	Šířka pásma potřebná pro přenos v systému s pulsní kódovou modulací . . . . .	112
3.10.3	Srovnání systému s pulsní kódovou modulací s ideálním komunikačním systémem . . . . .	113
3.11	Delta modulace . . . . .	114

### 4 – Přenos informací radioreléovými systémy s kmitočtovou modulací

4.1	Úvod . . . . .	118
4.2	Tepelné šumy v kanálu informace přenášené radioreléovým spojem s kmitočtovou modulací . . . . .	119
4.2.1	Odvození vzorce pro tepelný šumový výkon v kanálu přenášené informace . . . . .	119
4.2.2	Vliv nedokonalosti amplitudových omezovačů . . . . .	124
4.2.2.1	Poměr trojúhelníkového a rovnoměrného šumu pro radioreléový spoj bez demodulace a s demulací na každé reléové stanici . . . . .	128



4.2.3	Šum nezávislý na podmínkách šíření rádiových vln . . . . .	130
4.2.4	Průběh poměru signál/šum . . . . .	132
4.3	Přenos telefonních hovorů sdružených na principu kmitočtového dělení radioreléovým systémem s kmitočtovou modulací . . . . .	134
4.3.1	Poměr signál/šum a systémová hodnota při telefonním přenosu . . . . .	134
4.3.2	Preemfáze při telefonním přenosu . . . . .	135
4.3.3	Psofometrický činitel při telefonním přenosu . . . . .	136
4.3.4	Vlastnosti multiplexního signálu . . . . .	137
4.3.5	Intermodulační hluky . . . . .	144
4.3.5.1	Činitel nelineárního zkreslení čtyřpólu s nelineární amplitudovou charakteristikou . . . . .	145
4.3.5.2	Činitel nelineárního zkreslení čtyřpólu s nelineární fázovou charakteristikou . . . . .	147
4.3.5.3	Celkový výkon nelineárních produktů na výstupu čtyřpólu s nelineární amplitudovou charakteristikou . . . . .	149
4.3.5.4	Rozložení výkonu nelineárních produktů čtyřpólu s nelineární amplitudovou charakteristikou v základním pásmu . . . . .	155
4.3.5.5	Intermodulační výkon v telefonním kanálu, kterým přispívá čtyřpól s nelineární amplitudovou charakteristikou . . . . .	160
4.3.5.6	Intermodulační výkon v telefonním kanálu, kterým přispívá čtyřpól s nelineární fázovou charakteristikou . . . . .	162
4.3.5.7	Činitel nelineárního zkreslení nepřizpůsobeného napáječe . . . . .	164
4.3.5.8	Nelineární zkreslení v důsledku dvoucestného šíření na úseku radioreléového spoje . . . . .	169
4.3.5.9	Intermodulační výkon v telefonním kanálu, kterým přispívá krátký nepřizpůsobený napáječ . . . . .	172
4.3.5.10	Intermodulační výkon v telefonním kanálu, kterým přispívá dvoucestné šíření na úseku radioreléového spoje . . . . .	176
4.3.5.11	Celkový intermodulační výkon v telefonním kanálu na modulačním úseku radioreléového spoje a na celém spoji . . . . .	176
4.3.6	Metodika určení celkových hluků v telefonním kanálu s ohledem na doporučení CCIR . . . . .	183
4.3.6.1	Shrnutí doporučení CCIR . . . . .	184
4.3.6.2	Základní vztahy pro tepelné šумы v radioreléových systémech s kmitočtovou modulací při sdružování telefonních hovorů na principu kmitočtového dělení . . . . .	185
4.3.6.3	Údaje o šíření rádiových vln . . . . .	187
4.3.6.4	Šumové poměry na jednom radioreléovém úseku . . . . .	194
4.3.6.5	Šumové poměry na spoji s více úseky . . . . .	195
4.3.6.6	Vliv diverzitního příjmu . . . . .	199
4.3.6.7	Příklad určení šumových poměrů na radioreléovém spoji . . . . .	199
4.3.6.8	Vlastnosti zařízení plynoucí z intermodulačních výkonů uvedených v příkladu v odstavci 4.3.6.7 . . . . .	205
4.4	Přenos obrazového signálu a zvukového doprovodu radioreléovým spojením s kmitočtovou modulací . . . . .	214
4.4.1	Poměr signál/šum a systémová hodnota při přenosu obrazového signálu . . . . .	215
4.4.2	Poznámky k přenosu obrazového signálu radioreléovým spojením . . . . .	216
4.4.3	Poměr signál/šum a systémová hodnota při přenosu zvukového doprovodu obrazového signálu . . . . .	218
4.5	Příklad výpočtu systémové hodnoty . . . . .	222
4.5.1	Systémová hodnota při telefonním přenosu . . . . .	224
4.5.2	Systémová hodnota při televizním přenosu . . . . .	224

## 5 — Přenos informací radioreléovými systémy s časovým dělením

5.1	Úvod . . . . .	225
5.2	Radioreléové systémy PPM-AM, PPM-FM . . . . .	226
5.2.1	PPM-AM . . . . .	226
5.2.2	PPM-FM . . . . .	231
5.3	Poznámky k přenosu v systému PPM-AM . . . . .	233
5.4	Radioreléové systémy s PCM a delta modulací . . . . .	235
	Doslov . . . . .	236
	Seznam literatury . . . . .	237
	Resumé v angličtině . . . . .	239
	Rejstřík . . . . .	242