

DIGITÁLNÍ PŘENOSOVÉ SYSTÉMY

MĚŘENÍ

Doc. Ing. Miroslav Škop, CSc.
Doc. Ing. Miroslav Petrásek, CSc.
Doc. Ing. Miloš Schlitter, CSc.
Ing. Jiří Pilný, CSc.
Ing. Josef Salač

Praha 1993

Obsah

1	Metody měření na digitálních přenosových systémech	1
2	Měření vlastností tf kanálů v nf pásmu	5
2.1	Požadavky na PCM kanál podle doporučení CCITT G.712	5
2.1.1	Útlumové zkreslení tf kanálu	5
2.1.2	Skupinové zpoždění	6
2.1.3	Jmenovitá impedance nf konců tf kanálů	6
2.1.4	Klidový šum tf kanálů	6
2.1.5	Necitlivost na mimopásmové vstupní signály	7
2.1.6	Nežádoucí mimopásmové signály na výstupu kanálu	7
2.1.7	Intermodulace	8
2.1.8	Nežádoucí mimopásmové signály na výstupu kanálu	8
2.1.9	Závislost zisku kanálu na vstupní úrovni	8
2.1.10	Přeslech mezi kanály	9
2.1.11	Přeslech mezi vstupem a výstupem kanálu	9
2.1.12	Interference způsobená signalizací	10
2.1.13	Krátkodobá a dlouhodobá stabilita	10
2.1.14	Odstup signálu od celkového šumu	10
2.2	Měření odstupů kvantizačního šumu	11
2.3	Souprava pro měření kvantizačního zkreslení	18
3	Testování vysílací a přijímací části PCM muldexů	23
3.1	Generátor PCM kódu TESLA 12 XJ 102	25
3.2	Analyzátor PCM kódu TESLA 12 XX 102	28
4	Měření a analýza jitteru a wanderu	31
4.1	Příčiny vzniku jitteru a wanderu	31
4.2	Metody měření jitteru	36
4.2.1	Měření odolnosti proti jitteru	36
4.2.1.1	Metoda mezní četnosti chyb	37
4.2.1.2	Metoda nárůstu chyb	39
4.2.1.3	Splnění tolerančních mezí přípustného jitteru	39
4.2.2	Měření výstupního jitteru	40
4.2.2.1	Měření výstupního jitteru provozního signálu	40
4.2.2.2	Měření výstupního jitteru pomocí měřících posloupností	40
4.2.3	Měření charakteristiky přenosu jitteru	41
4.2.3.1	Měření přenosu jitteru u taktovacích obvodů	41

4.3	Souprava pro měření jitteru	43
4.3.1	Generátor jitteru	46
4.3.2	Měřič jitteru	49
5	Měření a analýza chybovosti	52
5.1	Chybovost mezinárodního digitálního spoje	53
5.2	Měření chybovosti	57
5.2.1	Princip měřičů chybovosti bit po bitu	58
5.3	Měřič věrnosti přenosu TESLA 12 XZ 101	60
5.3.1	Vysílač měřiče věrnosti přenosu TESLA 12 XJ 101	60
5.3.2	Přijímač měřiče věrnosti přenosu TESLA 12 XX 101.	62
5.4	Pracoviště pro měření opakovačů TESLA 12 XZ 089	64
5.5	Měřič poruch v kódu TESLA 12 XX 089	66
6	Komplexní automatické měřicí pracoviště	69
7	Testování zařízení SDH	73
7.1	Metody měření na zařízeních SDH	73
7.2	SDH analyzátor	77
8	Měření parametrů telekomunikačních kabelů	80
8.1	Měření útlumu vlákna	81
8.1.1	Metoda dvou délek	83
8.1.2	Metoda vložných ztrát	84
8.1.3	Metoda zpětného rozptylu	85
8.2	Měření numerické apertury	87
8.3	Měření profilu indexu lomu	89
8.3.1	Metoda interferenční	89
8.3.2	Metoda měření blízkého pole	89
8.4	Měření disperze a šířky pásma	90
8.4.1	Měření v časové oblasti	91
8.4.2	Měření v kmitočtové oblasti	92
8.5	Měření chromatické disperze	93
8.5.1	Metoda diferenciálního zpoždění impulsů	93
8.5.2	Metoda fázového posunu	93
8.5.3	Metoda proměnné spektrální šířky zdroje záření	94
8.6	Měření mezní vlnové délky vlákna	94
8.7	Měření parametrů optických konektorů	95
8.7.1	Měření vložného útlumu konektorů	96
8.7.2	Měření útlumu odrazu	96
8.8	Měření na metalických kabelech pro nasazování digitálních přenosových systémů	97
8.8.1	Impedanční nehomogenity u párů symetrických kabelů	98
8.8.2	Provozní útlum	99
8.8.3	Základní úroveň rušení	99
8.8.4	Zásady pro výběr párů	100
8.8.5	Přeslechová rušení	104
8.8.5.1	Měření útlumu přeslechu na blízkém konci harmonickým signálem	104
8.8.5.2	Digitálně analogové metody měření	106

8.8.5.3	Měřicí metoda s digitálním signálem a širokopásmovým měřičem úrovně	106
8.8.5.4	Měřicí metoda s generátorem s vícenásobným výstupem	107
8.8.5.5	Měření chybovosti	108
8.8.5.6	Měřicí metoda s využitím digitální měřicí soupravy	109
9	Popis měřených zařízení	111
9.1	Laboratorní model kanálu s PCM	111
9.2	Laboratorní model kanálu s ADM	111
9.2.1	Kodek ADM s diskretním počtem kvantizačních kroků	113
9.2.2	Kodek ADM se spojitou kompanzí	114
9.2.3	Technické parametry kanálu s ADM	115
9.3	PCM muldex TESLA MPK 32	115
9.3.1	Popis blokového schématu muldexe	115
9.3.2	Technické parametry zařízení	117
9.3.3	Popis zařízení TESLA MPK 32	117
9.4	Opakovač TESLA	121
9.4.1	Obvody dálkové lokalizace	123
9.4.2	Napájení linkového opakovače	124
9.4.3	Obvod lokalizace přerušení dálkového napájení	124
10	Laboratorní úlohy	125
10.1	Měření na laboratorním modelu kanálu s PCM	125
10.1.1	Měření amplitudové charakteristiky	125
10.1.2	Měření odstupů kvantizačního zkreslení	125
10.1.3	Subjektivní hodnocení kvality kanálu	125
10.1.4	Použité přístroje	125
10.2	Měření na laboratorním modelu kanálu s ADM	126
10.2.1	Měření útlumového zkreslení	126
10.2.2	Měření amplitudové charakteristiky	126
10.2.3	Měření odstupů kvantizačního zkreslení	126
10.2.4	Subjektivní hodnocení kvality kanálu	126
10.2.5	Použité přístroje	126
10.3	Měření nízkofrekvenčních charakteristik zařízení TESLA MPK 32	126
10.3.1	Orientace na zařízení	127
10.3.2	Kontrola zbytkového útlumu	127
10.3.3	Měření útlumového zkreslení	127
10.3.4	Kontrola útlumu odrazu	127
10.3.5	Měření šumu v tichém kanálu	127
10.3.6	Měření potlačení vstupních mimopásmových kmitočtů	127
10.3.7	Měření potlačení výstupních mimopásmových kmitočtů	128
10.3.8	Měření amplitudové charakteristiky	128
10.3.9	Použité přístroje	128
10.4	Měření na vysílací a přijímací části zařízení MPK 32	128
10.4.1	Orientace na zařízení	128
10.4.2	Demonstrace procesu kódování	128
10.4.3	Měření kvantizační charakteristiky kodéru	129

10.4.4	Určení omezovací úrovně kodéru	129
10.4.5	Demonstrace dekódování signálu	129
10.4.6	Kontrola amplitudové charakteristiky přijímací části PCM muldexu	130
10.4.7	Kontrola činnosti obvodů rámcového souběhu	130
10.4.8	Použité přístroje	130
10.5	Kontrola zařízení MPK 32	131
10.5.1	Orientace na zařízení	131
10.5.2	Kontrola multiplexního rozhraní na výstupu muldexu	131
10.5.3	Kontrola rozhraní muldexu na výstupu linkového zakončení	131
10.5.4	Kontrola funkce automatického korektoru	131
10.5.5	Kontrola odolnosti proti rušení	132
10.5.6	Měření chybovosti datového kanálu 64 kbit/s	132
10.5.7	Měření odstupů signálu od celkového šumu PCM kanálu	133
10.5.8	Měření odstupů kvantizačního zkreslení	133
10.5.9	Měření amplitudové charakteristiky kanálu	133
10.5.10	Použité přístroje	133
10.6	Měření na opakovači	134
10.6.1	Orientace na zařízení	134
10.6.2	Demonstrace zkreslení signálu na vedení	134
10.6.3	Demonstrace vlivu rušícího signálu	134
10.6.4	Měření chybovosti	134
10.6.5	Měření odolnosti proti jitteru	134
10.6.6	Kontrola činnosti obvodů dálkové lokalizace	135
10.6.7	Použité přístroje	135