

OBSAH

1.	ÚVOD	11
1.1	Dialektika vývoje přenosových zařízení a měřicí techniky (Ing. Josef Hron)	11
1.2	Obecné požadavky na měření	12
1.3	Měrová služba v ČSSR	13
2.	BEZPEČNOST PRÁCE PŘI ELEKTRICKÝCH MĚŘENÍCH (Ing. Josef Hron)	15
2.1	Hlavní zásady bezpečné práce	15
2.1.1	Elektrotechnické předpisy ČSN	15
2.1.2	Hlavní zásady bezpečné práce při měření	16
2.2	První pomoc při úrazech elektrickým proudem	17
3.	ELEKTRONICKÉ VOLTMETRY (Ing. Václav Hubička)	18
3.1	Měření napětí v elektronických obvodech	18
3.2	Požadavky na vlastnosti elektronických voltmetrů	19
3.3	Elektronické voltmetry pro měření stejnosměrného napětí	20
3.4	Elektronické voltmetry pro měření střídavého napětí	22
3.4.1	Diodové detektory a diodové voltmetry	22
3.4.2	Širokopásmové elektronické voltmetry pro měření malých napětí	23
3.4.3	Selektivní elektronické voltmetry a měřiče úrovně	27
3.4.4	Impulsové voltmetry	23
3.4.5	Kompenzační voltmetry	28
3.5	Číselkové voltmetry	29
3.5.1	Zapojení a činnost číselkových měřicích přístrojů	29
3.5.2	Analogové číselkové převodníky	30
3.5.3	Porovnání vlastností analogových a číselkových měřicích přístrojů	32
4.	MĚŘICÍ GENERÁTORY (Ing. Josef Hron)	34
4.1	Druhy vyráběných signálů v měřicí technice	34
4.1.1	Charakteristické vlastnosti sinusového měřicího signálu	34
4.2	Princip jednotlivých druhů generátorů	37
4.2.1	Generátory harmonického napětí	37
4.3	Generátory nesinusových signálů	44
4.3.1	Šumové generátory	44
4.4	Pomocné obvody generátorů	45
4.4.1	Prostředky pro stabilizaci amplitudy oscilací	45
4.4.2	Výstupní obvody generátorů	46
4.4.3	Kontrola výstupní úrovně	47
4.4.4	Odečítání nastaveného kmitočtu	47
4.4.5	Rozmětání kmitočtů	47
4.5	Signální generátory	48
4.5.1	Generátory s amplitudovou modulací	48
4.5.2	Generátory s kmitočtovou modulací	49
4.6	Generátory přesného kmitočtu	49
5.	REZONANČNÍ MĚŘICÍ PŘÍSTROJE (Ing. Václav Hubička)	51
5.1	Rezonance sériového a paralelního obvodu <i>LC</i>	51
5.2	Měření indukčnosti a kapacity rezonanční metodou	52
5.3	Měření rezonančního kmitočtu obvodu <i>LC</i>	52
5.4	Odpor, indukčnost a kapacita a jejich náhradní obvody	53
5.4.1	Odpor a jeho náhradní obvod	53
5.4.2	Indukčnost a její náhradní obvod	53
5.4.3	Kapacita a její náhradní obvod	54
6.	OSCILOSKOPY A CHARAKTEROGRAFY (Ing. Václav Hubička)	56
6.1	Možnosti záznamu okamžitých hodnot napětí	56
6.2	Zapojení elektronického osciloskopu a funkce jednotlivých částí	57
6.2.1	Obrazovka	58
6.2.2	Vertikální zesilovač	59

6.2.3	Horizontální zesilovač	60
6.2.4	Generátor časové základny a synchronizace	60
6.2.5	Jiné druhy časových základen	62
6.2.6	Amplitudová a časová kalibrace osciloskopu	63
6.2.7	Časová lupá	64
6.3	Vícekanálové osciloskopy	65
6.4	Vzorkovací osciloskopy	65
6.5	Charakterografy	67
6.6	Záznamy naměřených průběhů	68
7.	MĚŘENÍ POLOVODIČOVÝCH PRVKŮ, INTEGROVANÝCH OBVODŮ A ZESILOVAČŮ (Ing. Václav Hubička)	70
7.1	Nejčastěji měřené parametry diod, tranzistorů a integrovaných obvodů	70
7.2	Měření některých parametrů diod, tranzistorů, lineárních a číslicových integrovaných obvodů	70
7.2.1	Měření diod	70
7.2.2	Měření bipolárních tranzistorů	71
7.2.3	Měření unipolárních tranzistorů	72
7.2.4	Měření lineárních integrovaných obvodů	73
7.2.5	Měření číslicových integrovaných obvodů	74
7.3	Měření zesilovačů	74
8.	MĚŘENÍ KMITOČTU, ČASU, FÁZOVÝCH VZTAHŮ A RYCHLOSTI ŠÍŘENÍ (Ing. Václav Hubička)	77
8.1	Základní vztahy	77
8.2	Měření kmitočtu	77
8.2.1	Číslicová metoda měření kmitočtu	77
8.2.2	Místková metoda měření kmitočtu	78
8.2.3	Heterodynní metoda měření kmitočtu	79
8.2.4	Srovnávací metoda měření kmitočtu	79
8.2.5	Rezonanční metoda měření kmitočtu	81
8.3	Měření časových úseků	81
8.4	Měření fázových vztahů mezi signály	82
8.4.1	Číslicová metoda měření fázového posunu dvou napětí	83
8.4.2	Měření fázového posunu napětí pomocí Lissajousových obrazců	84
8.4.3	Měření fázového posunu kompenzační metodou	85
8.4.4	Fázové vztahy mezi nesinusovými signály	85
8.5	Měření fázového a skupinového zpoždění	86
8.6	Příklad číslicového měřicího přístroje	88
9.	MĚŘENÍ NA KONTAKTECH (Ing. Josef Hron)	89
9.1	Měření přechodového odporu kontaktů	89
9.2	Měření izolačního odporu kontaktů	91
9.3	Měření rušivých napětí na kontaktech	91
9.4	Měření přepětí na kontaktech	92
9.5	Měření zhášečích obvodů	92
10.	MĚŘENÍ RELÉ A VOLIČŮ (Ing. Josef Hron)	94
10.1	Měření na cívkách relé a voličů	94
10.1.1	Měření odporu vinutí	94
10.1.2	Měření zkratu v závitech	95
10.2	Měření relé	95
10.2.1	Měření proudových mezi relé	95
10.2.2	Statická měření spínacích časů relé	96
10.2.3	Měření zkreslení polarizovaných relé	98
10.3	Měření na voličích	99
10.3.1	Měření rychlosti voličů	99
10.4	Měření na křížových spínačích	99
11.	MĚŘENÍ PROVOZNIHO ZATÍŽENÍ (Ing. Josef Hron)	101
11.1	Měření telefonního provozu	102
11.2	Automatický měřič telefonního provozu	106
11.3	Kontrola dostupnosti metodou statistických volání	106
12.	MĚŘENÍ TRANSFORMÁTORŮ (Ing. Václav Hubička)	108
12.1	Úvodní poznámky	108
12.2	Měření provozního útlumu linkového transformátoru	108
12.3	Měření převodu transformátoru	109
12.4	Měření souměrnosti elektrických vlastností transformátoru	111
12.5	Měření izolačních vlastností transformátoru	111
13.	MĚŘENÍ TELEFONNÍCH ZAŘÍZENÍ (Ing. Josef Hron)	113
13.1	Impedance	113
13.1.1	Charakteristická impedance	114
13.1.2	Obrazová impedance	114
13.1.3	Komplexně sdružené impedance	114

13.1.4	Impedanční přizpůsobení čtyřpólů	115
13.2	Úrovně	115
13.2.1	Relativní úrovně přenosu	116
13.2.2	Absolutní úrovně přenosu	116
13.3	Útlum čtyřpólů	117
13.3.1	Obrazový útlum	117
13.3.2	Provozní útlum	118
13.3.3	Zbytkový útlum	118
13.3.4	Útlum odrazu	119
13.3.5	Stykový útlum	119
13.3.6	Zisk	119
13.4	Měření úrovní, útlumů, zisků	120
13.4.1	Měření absolutní napěťové úrovně	120
13.4.2	Měření absolutní úrovně výkonu	120
13.4.3	Měření obrazového útlumu	120
13.4.4	Měření provozního útlumu	121
13.4.5	Měření provozního zisku	122
13.4.6	Měření útlumu vedení	123
13.4.7	Měření útlumu odrazu	125
13.4.8	Další používané jednotky	125
13.5	Měření telefonního přenosu	126
13.5.1	Měření vztažného útlumu	126
13.6	Základní parametry telefonního spoje	128
13.6.1	Základní vlastnosti vícenásobných telefonních systémů	129
13.6.2	Požadavky na přesnost měřících přístrojů	131
14.	MĚŘENÍ ZKRESLENÍ A RUŠIVÝCH VLIVŮ PŘENÁŠENÉHO SIGNÁLU (Ing. Josef Hron)	133
14.1	Druhy a příčiny zkreslení	133
14.1.1	Útlumové zkreslení	134
14.1.2	Harmonické zkreslení	138
14.1.3	Intermodulační zkreslení	141
14.1.4	Amplitudové zkreslení	141
14.1.5	Fázové zkreslení	142
14.1.6	Kvantizační zkreslení	143
14.1.7	Změna kmitočtu přenosem	143
14.2	Šumy	144
14.3	Měření útlumu a odstupu přeslechu	144
14.3.1	Měření útlumu a odstupu přeslechu na blízkém konci	145
14.3.2	Měření útlumu a odstupu přeslechu na vzdáleném konci	147
14.3.3	Nepřímý přeslech	148
14.4	Měření rušivých a psfometrických napětí	148
14.4.1	Šumový plán	151
14.4.2	Měření šumu linkových traktů	152
14.5	Měření telegrafního zkreslení	153
14.6	Měření zkreslení při přenosu dat	154
15.	MĚŘENÍ NA SDELOVACÍCH KABELECH (Ing. Václav Hubička)	157
15.1	Druhy měření na sdělovacích kabelech	157
15.2	Měření izolačního odporu	157
15.3	Měření stejnosměrného odporu vodičů	158
15.4	Měření provozní kapacity vedení	160
15.5	Měření indukčnosti vedení	161
15.6	Měření útlumu vedení	161
15.7	Měření impedance vedení	162
15.8	Měření útlumu nevyvážení a útlumu odrazu	163
15.9	Měření přeslechu na vedení	165
15.10	Měření kapacitních a admitančních nerovnováh	167
15.11	Zaměřování závad na sdělovacích kabelech	169
15.11.1	Zaměřování zkratů mezi žilami	170
15.11.2	Zaměřování přerušených vodičů	170
15.11.3	Kontrola vedení a zaměřování závad impulsovou metodou	171
15.11.4	Zaměřování závad impedanční metodou	172
15.11.5	Zaměřování závad přeslechovou metodou	173
15.12	Kabelové hledače	174
15.13	Měření rušivých vlivů silnoproudých vedení na sdělovací vedení	177
Literatura		181