

OBSAH

	Předmluva	13
1.	Elektronické přístroje v měřicí technice	15
1.1	Použití elektronických měřicích přístrojů	16
1.2	Zdroje nízkofrekvenčních a vysokofrekvenčních napětí, zdroje tvarových napětí	19
1.2.1	Požadavky na měřicí generátory	19
1.2.2	Rozdělení měřicích generátorů	20
1.2.3	Výstupní obvody měřicích generátorů	20
	Výstupní děliče napětí (zeslabovače, atenuátory)	21
	Decibel	24
1.2.4	Nízkofrekvenční generátory LC a RC — záznejové generátory	26
	Generátor LC	26
	Generátor RC	26
	Sestavení generátoru RC	32
1.2.5	Vysokofrekvenční generátory	34
	Signální generátor	35
1.2.6	Záznejové generátory	37
1.2.7	Televizní měřicí generátory	40
1.2.8	Generátory tvarových napětí	41
	Výroba obdélníkových napětí	41
	Generátory obdélníkového napětí	50
	Výroba ostrých (jehlovitých) impulsů	51
	Výroba trojúhelníkového napětí integračním obvodem RC	54
1.2.9	Základní pravidla pro práci s generátory	55
1.3	Elektronické voltmetry	55
1.3.1	Stejnsměrné elektronkové voltmetry	56
	Voltmetr s měřidlem v anodě	56
	Katodový voltmetr	58
	Voltmetry v můstkovém zapojení	59
	Voltmetr s katodovým můstkem	61
	Vstupní děliče stejnosměrných voltmetrů	63
1.3.2	Milivoltmetry na stejnosměrný proud	65
	Milivoltmetr s galvanometrickým přerušovačem	65

	Milivoltmetr s kontaktním přerušovačem	67
	Milivoltmetr s kmitajícím kondenzátorem	68
1.3.3	Tranzistorové voltmetry na stejnosměrný proud	69
1.3.4	Elektronkové voltmetry na střídavý proud	70
	Voltmetr usměrňovač—zesilovač	71
	Voltmetr skupiny zesilovač—usměrňovač	78
1.3.5	Voltmetry na měření efektivní hodnoty	81
1.3.6	Univerzální voltmetry	83
1.3.7	Základní pravidla pro práci s elektronickým voltmetrem	83
1.4	Elektronický osciloskop	84
1.4.1	Obrazovka	85
1.4.2	Časové základny	89
	Generátory pilovitého napětí	93
	Synchronizace generátoru časové základny	100
	Jednorázová (spoušťová) časová základna	102
	Sinusová časová základna	103
	Kruhová časová základna	104
1.4.3	Zesilovače v osciloskopu	105
	Kalibrátory napětí	106
1.4.4	Napáječ osciloskopu	106
1.4.5	Vícekanálové osciloskopy	108
1.4.6	Elektronický přepínač	110
	Složení a činnost elektronického přepínače	111
1.4.7	Osciloskopy s časovým rozkladem	114
1.4.8	Tranzistorové osciloskopy	116
1.4.9.	Zobrazování elektrických veličin osciloskopem	116
	Všeobecné poznámky	116
	Zobrazení napětí	117
	Zobrazení proudu	117
	Zjištění úhlu fázového posunu	118
	Zobrazení útlumových (kmitočtových) charakteristik	120
1.5	Číslicové měřicí přístroje	130
1.5.1	Kompenzační číslicový voltmetr	131
1.5.2	Způsoby kódování	134
1.5.3	Dekodéry číslicových měřicích přístrojů	138
1.5.4	Čítače impulsů	139
	Kruhový čítač	143
	Dekatron	143
	Indikační doutnavka	145
	Komerční přístroje s čítači impulsů	145
2.	Měření elektrických veličin při nízkých a vysokých kmitočtech	149
2.1	Měření proudu a napětí	149

2.1.1	Měření proudu	149
	Vysokofrekvenční ampérmetry s termoelektrickým měničem	150
	Ampérmetr s polovodičovým usměrňovačem	152
	Zvětšení rozsahu vysokofrekvenčního ampérmetru	152
	Určení proudu z úbytku napětí	153
2.1.2	Měření napětí	154
	Voltmetry používané v elektronice	154
2.2	Normály odporu, kapacity a indukčnosti při vysokých kmitočtech	156
2.2.1	Normály odporu	156
2.2.2	Normály kapacity	157
2.2.3	Normály indukčnosti	158
2.3	Měření impedancí rezonančními metodami	160
2.3.1	Měření kapacity rezonanční metodou	161
	Základní metoda	161
	Substituční metody	162
2.3.2	Měření indukčnosti rezonančními metodami	165
	Základní metoda	165
	Substituční metody	166
2.3.3	Měřič činitele jakosti	169
	Měřič činitele jakosti s odporovou vazbou	170
	Měřič činitele jakosti s kapacitní vazbou	171
2.4	Měření kmitočtu	174
2.4.1	Metody měření kmitočtu	174
	Místkové metody	174
	Měření nízkých a středních kmitočtů přístroji s přímým údajem	176
	Elektronické měřiče kmitočtu s přímým údajem	177
	Měření vysokých kmitočtů	177
	Měření kmitočtu porovnáváním	186
	Porovnání kmitočtů osciloskopem	189
	Měření kmitočtu v rozsahu metrových a decimetrových vln	194
2.4.2	Měření zkreslení	198
	Měření útlumového zkreslení	199
	Měření amplitudového zkreslení	200
	Měření fázového zkreslení	200
	Měření zakmitávacího zkreslení	201
	Měření tvarového zkreslení	201
2.4.3	Měření modulace	203
	Amplitudová modulace	203
	Měření amplitudové modulace osciloskopem	204
	Kmitočtová modulace	206
	Měření kmitočtového zdvihu pomocí distribučního	206
2.4.4	Měření intenzity vysokofrekvenčních elektromagnetických polí	208
	Měření silných elektromagnetických polí	210

	Měření slabých elektromagnetických polí	211
	Měření rozptylových polí síťových a nízkofrekvenčních transformátorů — zjišťování zdrojů rušení	212
2.5	Měření impulsů	212
2.5.1	Zjišťování tvaru a šířky impulsu osciloskopem	216
2.5.2	Zjišťování přechodových charakteristik pomocí impulsů	217
2.6	Elektroakustická měření	221
2.6.1	Měření mikrofonů	221
	Měření vnitřního odporu uhlíkového mikrofonu	221
	Měření impedance dynamických krystalových a kondenzátorových mikrofonů	222
	Měření přenosových vlastností mikrofonu	223
	Měření útlumové charakteristiky	223
	Měření směrové charakteristiky	224
2.6.2	Měření vlastností telefonních souborů	224
2.6.3	Zkoušení reproduktorů	224
	Měření elektrické impedance	225
	Měření útlumové charakteristiky	226
	Měření směrové charakteristiky	226
2.7	Měření spojovacích vedení	226
2.7.1	Zjišťování izolačních poruch (zkratů), určení místa poruchy žily kabelu . .	226
	Murayova metoda	226
	Ponkrandt-Tiegtanova metoda	226
	Zjištění místa přetržení žily střídavým proudem	228
	Měření vedení impulsovými metodami	230
2.7.2	Měření parametrů souosých kabelů	233
3.	Měření elektronických součástek a zařízení	236
3.1	Měření elektronek	236
3.1.1	Proudové zdroje a měřicí přístroje pro měření elektronek	236
3.1.2	Měření žhavicího obvodu	237
3.1.3	Měření diod	238
3.1.4	Měření elektronek s mřížkami	239
	Měření charakteristik triody	239
	Měření anodových charakteristik	241
	Stanovení parametrů z charakteristik	241
	Měření dynamické charakteristické triody	243
	Provozní metoda měření strmosti	245
	Měření charakteristik a parametrů vícemřížkových elektronek	246
	Měření záporného mřížkového proudu	247
	Měření malých záporných mřížkových proudů	249
	Kontrola vakua elektronky	249
	Zkoušeče elektronek	250
3.2	Měření vlastností doutnavek a tyatronů	252

3.2.1	Měření doutnavky	252
3.2.2	Měření zapalovací charakteristiky tyatronu	254
3.3	Základní měření tranzistorů	256
3.3.1	Proudové zdroje pro měření tranzistorů	258
3.3.2	Měřicí přístroje pro měření tranzistorů	258
3.3.3	Měření tranzistorů stejnosměrným proudem	259
	Měření zbytkového proudu kolektor—báze	260
	Měření zbytkového proudu emitor—báze	261
	Měření klidového proudu kolektor—emitor	261
	Měření proudu báze	261
	Měření stejnosměrného proudového zesilovacího činitele při stanoveném emitorovém proudu a stanoveném kolektorovém napětí	261
3.3.4	Stejnoseměrné charakteristiky tranzistorů	262
3.3.5	Měření stejnosměrných charakteristik	265
	Zapojení se společným emitorem	268
	Zapojení se společnou bází	271
3.3.6	Měření tranzistorů střídavým proudem	273
	Čtyřpólové parametry tranzistorů	273
	Měření parametrů h střídavým proudem	275
3.3.7	Měření vysokofrekvenčních tranzistorů	280
	Měření přenosové admitance	282
	Měření mezních kmitočtů	283
3.3.8	Zkoušeče a měřiče polovodičových diod a tranzistorů	286
	Zkoušeče diod	286
	Zkoušeče tranzistorů	287
3.3.9	Zobrazování voltampérových charakteristik diod a tranzistorů osciloskopem	287
	Zobrazování charakteristik diod	289
	Zobrazování charakteristik tranzistorů osciloskopem	289
3.4	Měření zesilovačů	291
3.4.1	Měření nízkofrekvenčních zesilovačů	295
	Měření zesílení, útlumové charakteristiky a zkreslení	295
	Měření napěťové útlumové charakteristiky	295
	Útlumová charakteristika výstupního výkonu při konstantním zkreslení	297
	Určení maximálního výstupního výkonu	297
	Měření vstupní impedance	297
	Měření výstupní impedance	298
	Měření fázové charakteristiky	298
	Kontrola zesilovače obdélníkovým napětím	300
3.4.2	Měření vysokofrekvenčních zesilovačů	300
3.4.3	Měření stereofonních zesilovačů	302
	Měření přeslechu	302
	Měření stereofonní rovnováhy	303
3.5	Měření rozhlasových přijímačů	304

3.5.1	Podmínky pro měření	305
	Standardní kmitočty	305
	Standardní umělá zátěž	305
	Výstupní výkon	305
	Standardní výstupní výkon	306
	Největší užitečný výstupní výkon	306
	Standardní umělá anténa	306
	Rámová anténa	307
	Umělá anténa přijimačů FM	310
	Úroveň vstupního signálu	311
3.5.2	Útlumové charakteristiky	312
	Měření elektrické útlumové charakteristiky	313
	Měření útlumové charakteristiky nízkofrekvenční části	313
	Citlivost nízkofrekvenční části	315
	Měření nízkofrekvenčních částí tranzistorových přijímačů	316
3.5.3	Měření maximální citlivosti přijímače	316
3.5.4	Kontrola činnosti automatického vyrovnávání citlivosti	317
3.5.5	Charakteristika vstupní signál — výstupní výkon	320
3.5.6	Charakteristika kmitočtový zdvih — výstupní výkon	321
3.5.7	Měření selektivity	322
3.6	Měření televizních přijímačů	323
3.6.1	Měřicí přístroje	325
	Generátory	325
	Voltmetry	326
	Osciloskop	326
	Rozmitaný generátor	326
3.6.2	Měření vstupní vysokofrekvenční části (kanálového voliče)	326
	Měření oscilátoru	326
	Měření útlumové charakteristiky	327
	Měření výstupního napětí	328
3.6.3	Měření obrazového zesilovače	328
3.6.4	Měření citlivosti obrazového kanálu	328
3.6.5	Měření útlumové charakteristiky mf zesilovače zvuku	330
3.6.6	Měření charakteristiky demodulátoru zvuku (poměrového detektoru)	331
	Kontrola charakteristiky poměrového detektoru voltmetrem	331
	Kontrola charakteristiky poměrového detektoru osciloskopem	332
3.6.7	Měření rozkladových generátorů	332
	Měření kmitočtu a synchronizačních možností	333
3.6.8	Měření napětí	334
	Měření vrcholové hodnoty impulsových nebo tvarových napětí	334
3.6.9	Měření proudu	335
	Měření v obvodech řádkového generátoru	335
	Měření ztrátového výkonu stínicí mřížky	337

	Měření v obvodu snímkového generátoru	337
	Měření proudu vychylovacích cívek	338
3.7	Měření magnetofonů	338
3.7.1	Měřicí pásek	338
3.7.2	Měření proudu hlav a nastavení jejich kolmosti	339
	Nastavení kolmosti hlav	339
	Nastavení snímací hlavy	339
	Nastavení záznamové hlavy	339
3.7.3	Měření rychlosti pásku	339
	Měření plynulé změny rychlosti pásku	340
3.7.4	Měření útlumových charakteristik	340
	Měření útlumové charakteristiky snímacího zesilovače	341
	Měření útlumové charakteristiky záznamového zesilovače	342
	Měření celkové útlumové charakteristiky	342
	Měření odstupu rušivého napětí	343
	Měření dynamiky	343
4.	Měření v automatizaci	344
4.1	Snímače neelektrických veličin	345
4.1.1	Odporové snímače	347
	Potenciometrické (reostatové) snímače	347
	Tenzometrické (drátové) snímače	349
	Snímače s teplotně závislým odporem	351
	Elektrolytické odporové snímače	354
4.1.2	Snímače založené na změně impedance	356
4.1.3	Magnetostrikční snímače	358
4.1.4	Kapacitní snímače	359
4.1.5	Ionizační snímače	361
4.1.6	Indukční snímače	363
4.1.7	Piezoelektrické snímače	366
4.1.8	Fotoelektrické snímače	367
4.2	Elektrické metody měření teploty	370
4.2.1	Odporové teploměry	370
4.2.2	Termoelektrické teploměry	372
4.2.3	Žárové (radiační) pyrometry	374
4.2.4	Optický pyrometr	375
4.3	Měření otáček	376
4.3.1	Elektrické otáčkoměry	377
4.3.2	Elektromechanický otáčkoměr	378
4.3.3	Odstředivý otáčkoměr	380
4.3.4	Měření otáček stroboskopem	381
4.3.5	Selsyny	384
	Selsynový můstek	385

Měření selsynů	386
5. Návody k laboratorním cvičením	387
5.1 Měření anodových charakteristik vakuové diody	387
5.2 Měření charakteristiky diody se rtuťovými parami	389
5.3 Měření charakteristik triody a určení hlavních parametrů z charakteristik	391
5.4 Měření charakteristik doutnavky	395
5.5 Měření zapalovací charakteristiky tyatronu	399
5.6 Měření cívek a kondenzátoru rezonanční metodou	401
5.7 Měření měřičem činitele jakosti	404
5.8 Měření Zenerovy diody	408
5.9 Měření tranzistorů stejnosměrným proudem	413
5.10 Zjišťování voltampérových charakteristik polovodičových diod osciloskopem	421
5.11 Zjišťování charakteristik tranzistorů osciloskopem	423
5.12 Měření statických charakteristik fotony 1PP75	425
5.13 Základní pokusy s obrazovkou	428
5.14 Časové základny pro obrazovky	433
5.15 Měření nízkých (akustických) kmitočtů	438
5.16 Měření kmitočtu v pásmu decimetrových vln absolutním měřením délky vlny	441
5.17 Zobrazení průběhu elektrických dějů osciloskopem	443
5.18 Pozorování činnosti elektronického přepínače	447
5.19 Cejchování elektronického osciloskopu	449
5.20 Měření charakteristik čtyřpólů RC	454
5.21 Měření napájecího zdroje (usměrňovače) s vakuovou diodou	456
5.22 Měření jednostupňového elektronkového zesilovače	459
5.23 Měření dvoustupňového nízkofrekvenčního zesilovače	464
5.24 Měření mezifrekvenčního zesilovače	469
5.25 Tranzistorový zesilovač v zapojení se společným emitorem	472
5.26 Měření vysokofrekvenčního oscilátoru	475
Literatura	479
Rejstřík	481