

OBSAH

Předmluva	5
Přehled hlavních použitých značek	15

I. ÚVOD

1. Elektronické měření, jeho možnosti a stav u nás a v cizině	17
1. 1. Použití elektronických měřicích přístrojů ve sdělovací technice	17
1. 2. Použití elektronických měřicích přístrojů v jiných oborech	17
1. 3. Stav elektronické měřicí techniky u nás a v cizině	18
2. Použití elektroněk v měřicích přístrojích	19
2. 1. Přehled	19
2. 2. Druhy elektroněk pro měřicí přístroje	21
2. 3. Volba elektroněk a jejich pracovních podmínek	22
2. 4. Volba usměrňovacího prvku	25
2. 5. Základní charakteristiky elektroněk	26
2. 6. Zvláštní charakteristiky elektroněk	28
2. 7. Použití transistorů v měřicích přístrojích	30
3. Důležité poznatky o obvodech	32
3. 1. Lineární a nelineární obvody	32
3. 2. Grafické řešení jednoduchých obvodů	32
3. 3. Pasivní a aktivní dvojpóly	34
3. 4. Čtyrpóly	38
3. 5. Kladná zpětná vazba	41
3. 6. Záporná zpětná vazba úměrná napětí	42
3. 7. Kathodový sledovač	44
3. 8. Derivační a integrační obvody	47
3. 9. Mústkové obvody	52
4. Součástky pro elektronické měřicí přístroje	54
4. 1. Všeobecně o součástkách	54
4. 2. Odporů	54
4. 3. Kondensátory	58
4. 4. Cívky	60

4. 5. Spolehlivost elektronek	61
4. 6. Měřidla pro elektronické přístroje	62
5. Zásadní hlediska při návrhu měřících přístrojů	63
5. 1. Postup při theoretickém návrhu a praktických zkouškách	63
5. 2. Konstrukční zásady	63
5. 3. Dokumentace vývojové práce	68
5. 4. Přesnost, stálost a bezpečnost činnosti	68
5. 5. Údržba elektronických měřících přístrojů	69
5. 6. Kontrola a opravy	70

II. ELEKTRONKOVÉ PŘÍSTROJE PRO MĚŘENÍ ZÁKLADNÍCH ELEKTRICKÝCH VELIČIN

6. Stejnoseměrné voltmetry	73
6. 1. Anodový voltmetr s pevným předpětím	73
6. 2. Anodový voltmetr s poloautomatickým předpětím	74
6. 3. Voltmetr bez předpětí	75
6. 4. Kompensační voltmetr s velkou vstupní impedancí	78
6. 5. Mústkový anodový voltmetr s jednou elektronkou	78
6. 6. Mústkový anodový voltmetr se dvěma elektronkami	80
6. 7. Mústkový katodový voltmetr se dvěma elektronkami	81
6. 8. Grafické řešení katodového voltmetru	83
6. 9. Úplný elektronkový mústek	86
7. Střídavé voltmetry	87
7. 1. Seriový diodový usměrňovač	87
7. 2. Paralelní diodový usměrňovač	88
7. 3. Mřížkový detektor	90
7. 4. Anodový detektor	91
7. 5. Proudový detektor	91
7. 6. Kvadratický detektor	95
7. 7. Vysokofrekvenční detektory	96
7. 8. Kombinace detektorů s katodovým mústkem	98
8. Voltmetry speciální	99
8. 1. Měření velmi malých stejnosměrných napětí	99
8. 2. Přímou ukazující milivoltmetry a mikrovoltmetry	99
8. 3. Srovnávací milivoltmetry a mikrovoltmetry	100
8. 4. Voltmetry pro napětí tvarových průběhů	101
8. 5. Elektronkové galvanometry	105
8. 6. Elektronkové wattmetry	105
9. Elektronkové fázoměry	107
9. 1. Měření Lissajousovými obrazci	107
9. 2. Obrazkový fázoměr s rovnoměrnou stupnicí	109
9. 3. Měření s fázovými měniči (fázový mústek)	110

9. 4. Měření fáze na vysokých kmitočtech	114
9. 5. Přímou ukazující fázoměry	114
9. 6. Impulsové měření fáze	116
10. Elektronkové kmitoměry a vlnoměry	117
10. 1. Srovnávací měření elektronkovým oscilografem	117
10. 2. Můstky pro měření kmitočtu	118
10. 3. Měření laděnými čtyřpóly	119
10. 4. Přímou ukazující elektronkové kmitoměry	120
10. 5. Absorpční vlnoměry	121
10. 6. Záznamové vlnoměry	123
10. 7. Měření generátory harmonických	123
11. Oscilografy	125
11. 1. Základní části oscilografu	125
11. 2. Časové rozvinutí obrazu elektrického napětí	127
11. 3. Jednorázové časové základny	128
11. 4. Časové značkování obrazu	133
11. 5. Speciální oscilografy	133
11. 6. Sondy	134
11. 7. Zpožďovací vedení	135
11. 8. Elektronkový přepínač	137

III. PROUDOVÉ ZDROJE

12. Zdroje stejnosměrného proudu	139
12. 1. Síťové usměrňovače nízkého napětí	139
12. 2. Základní tvary vyhlazovacích filtrů	141
12. 3. Složené filtry	143
12. 4. Vazba zdrojem na nízkých kmitočtech	144
12. 5. Vazba zdrojem na vysokých kmitočtech	144
12. 6. Zdroje vyšších napětí	145
12. 7. Vysokofrekvenční zdroje	147
12. 8. Impulsové zdroje	148
13. Zdroje se stálým napětím	149
13. 1. Doutnavkový ustalovač napětí	149
13. 2. Elektronkové ustalovače napětí a proudu	151
13. 3. Ustalovače vysokého napětí	154
13. 4. Ustalovače střídavého napětí	154
13. 5. Všeobecné připomínky k návrhu zdrojů stálého napětí	157
14. Zdroje střídavého napětí — oscilátory <i>LC</i>	157
14. 1. Podstata oscilátoru	157
14. 2. Oscilátory <i>LC</i> se selektivní zpětnou vazbou	158
14. 3. Oscilátory <i>LC</i> se selektivním zesílením	159
14. 4. Oscilátory se selektivní zpětnou vazbou i zesílením	161
14. 5. Stálost oscilací	161

14. 6.	Stálost výstupního napětí	161
14. 7.	Stálost kmitočtu	163
14. 8.	Skreslení výstupního napětí oscilátoru	164
15.	Zdroje střídavého napětí — oscilátory RC	165
15. 1.	Oscilátory RC se zpětnou vazbou Wienovým členem	165
15. 2.	Oscilátory s několika členy RC	167
15. 3.	Oscilátory RC se selektivním zesílením	168
15. 4.	Oscilátory RC se selektivní kladnou i zápornou vazbou	171
15. 5.	Samočinná regulace vazby a výstupního napětí u oscilátorů RC	172
15. 6.	Závěrečný přehled	174
16.	Měřicí oscilátory	175
16. 1.	Měřicí oscilátory s amplitudovou modulací	175
16. 2.	Měřicí oscilátory s kmitočtovou modulací	178
16. 3.	Záznějové oscilátory plynule laditelné	179
16. 4.	Záznějové oscilátory kmitočtově modulované	181
16. 5.	Oscilátory řízené krystaly	182
16. 6.	Stínění měřicích oscilátorů	184
16. 7.	Děliče výstupního napětí	185
17.	Zdroje napětí pravoúhlého průběhu	186
17. 1.	Omezovače	186
17. 2.	Spoušťové obvody	189
17. 3.	Spoušťové obvody se dvěma klidovými stavy	190
17. 4.	Spoušťové obvody s jedním klidovým stavem	192
17. 5.	Multivibrátory	193
17. 6.	Kathodově vázané multivibrátory	196
18.	Zdroje pilovitých napětí	200
18. 1.	Základní podmínky	200
18. 2.	Zdroj pilovitého napětí s výbojkou	202
18. 3.	Zdroj s výbojkou a nabíjecí pentodou	203
18. 4.	Třípentodové zapojení (časová základna)	203
18. 5.	Zapojení s multivibrátory	204
18. 6.	Rázující oscilátor	205
19.	Zdroje různých tvarových napětí	206
19. 1.	Dvoumřížkový transitron	206
19. 2.	Millerův transitron	207
19. 3.	Dynatron	208
19. 4.	Synchronisace zdrojů tvarových napětí	208
19. 5.	Měřicí impulsové oscilátory	211

IV. ZESILOVAČE

20.	Všeobecné poznatky o zesilovačích	213
20. 1.	Požadované vlastnosti zesilovačů	213

20. 2.	Rozdělení zesilovačů	213
20. 3.	Vlastnosti zesilovačů	214
20. 4.	Kmitočtová charakteristika zesílení	215
20. 5.	Kmitočtová charakteristika fázového posunu	216
20. 6.	Polární charakteristika převodu	216
20. 7.	Kmitočtová charakteristika zpoždění	217
20. 8.	Časová charakteristika	218
20. 9.	Vliv dalších časových konstant v zesilovači	220
21.	Základní zapojení zesilovačů	222
21. 1.	Zesilovače nesouměrné s galvanickou vazbou	222
21. 2.	Souměrné zesilovače	224
21. 3.	Měřicí zesilovače s kapacitní vazbou	225
21. 4.	Širokopásmový zesilovač	226
21. 5.	Zesilovače proudu	229
21. 6.	Zesilovače výkonu	230
21. 7.	Selektivní zesilovače	231
22.	Úpravy kmitočtových charakteristik	233
22. 1.	Zvětšení zesílení na nízkých kmitočtech	233
22. 2.	Omezení zesílení na vyšších kmitočtech	234
22. 3.	Úprava charakteristik rovnoměrnou zápornou zpětnou vazbou	236
22. 4.	Zesilovače se zpětnou vazbou závislou na kmitočtu	240
22. 5.	Zesilovače se zesílením i zpětnou vazbou závislou na kmitočtu	241
22. 6.	Kompensace kapacity mezi mřížkou a anodou	242
22. 7.	Korekce zesílení na vysokých kmitočtech indukčnostmi	243
22. 8.	Přechodné děje v zesilovači a jejich rozbor	246
23.	Zvláštní obvody měřících zesilovačů	248
23. 1.	Vytváření souměrného napětí	248
23. 2.	Řízení zesílení	253

V. PŘÍSTROJE PRO MĚŘENÍ IMPEDANCÍ

24.	Měření odporů	255
24. 1.	Měření srovnávací (děličem)	255
24. 2.	Měření velkých odporů	258
24. 3.	Můstková měření odporů	250
24. 4.	Měření malých odporů	262
24. 5.	Měření odporů střídavým proudem	263
25.	Měření kapacit	264
25. 1.	Metoda s přímým čtením hodnoty	264
25. 2.	Kompensační metoda	264
25. 3.	Substituční metoda	265
25. 4.	Resonanční metoda	266
25. 5.	Záznějová metoda	266

25. 6. Měření můstková	267
25. 7. Rozptylové veličiny	271
25. 8. Měření „pronikových“ neboli „třípólových“ kapacit	273
25. 9. Měření elektrolytických kondensátorů	274
26. Měření cívek	274
26. 1. Methoda s přímým čtením hodnoty	274
26. 2. Kompensační methoda	274
26. 3. Substituční methoda	275
26. 4. Resonanční a zánějová methoda	275
26. 5. Měření vlastní kapacity cívky	276
26. 6. Měření můstková	277
26. 7. Měření cívek s ferromagnetickým jádrem	278
26. 8. Měření vzájemné indukčnosti a činitele vazby	281
27. Měření jakosti okruhů	284
27. 1. Základní pojmy	284
27. 2. Měřič jakosti s odporovým vazebním členem	289
27. 3. Měřič jakosti s vazbou velkým kondensátorem	291
27. 4. Měřič jakosti s vazbou malým kondensátorem	295
27. 5. Měřič jakosti s induktivní vazbou smyčkou s malou impedancí	295
27. 6. Voltmetr s velkou vstupní impedancí pro měřič jakosti	296
27. 7. Určení Q z rezonanční křivky	297
27. 8. Základní měřič jakosti	298
27. 9. Měření měřičem jakosti a jeho praktická konstrukce	298
28. Elektronické příslušenství k můstkům	302
28. 1. Zdroje měřících napětí	302
28. 2. Zdroje polarizačního napětí a magnetizačního proudu	302
28. 3. Měření střídavého sycení	302
28. 4. Ukazatelé vyrovnání můstku	303

VI. ZVLÁŠTNÍ ELEKTRICKÁ MĚŘENÍ

29. Měření modulace	305
29. 1. Základní poznatky	305
29. 2. Měření časového průběhu amplitudově modulovaného napětí oscilografem	306
29. 3. Měření modulační charakteristiky	307
29. 4. Methoda s přímým čtením hloubky amplitudové modulace	309
29. 5. Základy kmitočtové (frekvenční) a fázové modulace	311
29. 6. Diskriminátory	312
29. 7. Měření impulsové modulace	314
30. Měření útlumu	315
30. 1. Podstata měření útlumu	315
30. 2. Logaritmické zesilovače	315
30. 3. Logaritmické voltmetry	317

31. Měření hluku pozadí a skreslení	318
31. 1. Měření hluku pozadí	318
31. 2. Definice skreslení	318
31. 3. Potlačení základního kmitočtu filtry <i>LC</i>	319
31. 4. Potlačení základního kmitočtu filtry <i>RC</i>	320
31. 5. Efektivní hodnota všech vyšších harmonických	322
31. 6. Postup při měření skreslení	324
32. Kmitočtové analyzátoři	324
32. 1. Účel analyzátorů	324
32. 2. Kmitočtové analyzátoři s filtry <i>RC</i> a s přímým měřením	324
32. 3. Kmitočtové analyzátoři s obvodou <i>LRC</i> a <i>LC</i> s přímým měřením	329
32. 4. Kmitočtové analyzátoři záznějové	331
32. 5. Analyzátoři radiových kmitočtů	332
32. 6. Panoramatické analyzátoři	332
32. 7. Analyzátoři kmitočtového spektra	332
33. Měření magnetických veličin a elektrických i magnetických polí	333
33. 1. Měření stejnosměrného magnetického pole	334
33. 2. Měření nízkofrekvenčního magnetického pole	335
33. 3. Měření vysokofrekvenčního pole	336
34. Měření elektronek	339
34. 1. Statické měření napětí a proudů	339
34. 2. Měření charakteristických veličin	341
34. 3. Měření charakteristických veličin methodou tří napětí	342
34. 4. Měření šumu, bručení a mikrofoničnosti	346
34. 5. Měření vakua	347
34. 6. Praktické provedení přístrojů pro měření a zkoušení elektronek	348
34. 7. Celkové uspořádání přístrojů pro měření elektronek	349
34. 8. Zapisovače charakteristik	352

VII. POUŽITÍ ELEKTRONICKÝCH PŘÍSTROJŮ

35. Základní fyzikální a mechanická měření	353
35. 1. Měření délek	353
35. 2. Měření základních mechanických veličin	354
35. 3. Snimače postupného pohybu s velkou rychlostí	357
35. 4. Měření tlaku	357
35. 5. Měření času	358
35. 6. Počítače impulsů	359
35. 7. Měření otáček	361
36. Měření v chemii	362
36. 1. Konduktometrie	362
36. 2. Potenciometrie	363

36. 3. Polarografie	365
36. 4. Měření vlhkosti	365
37. Měření v atomistice	366
37. 1. Detektory záření	366
37. 2. Vlastnosti Geigerových-Müllerových detektorů záření	367
37. 3. Ionizační komůrka	368
37. 4. Zhodnocení údajů detektorů	368
38. Příklady z jiných oborů použité fyziky	370
38. 1. Měření světla	370
38. 2. Měření tepla	370
38. 3. Měření zvuku	371
39. Elektronické měřicí přístroje v elektrotechnické výrobě	372
39. 1. Měřicí přístroje při výrobě přijímačů	372
39. 2. Měřicí přístroje pro výrobu a údržbu vyslačů	373
39. 3. Měřicí zařízení pro vývoj a výrobu telefonních zařízení	373
40. Měřicí přístroje v báňském a hutním průmyslu	374
40. 1. Elektronické měření v geologickém výzkumu	374
40. 2. Elektronika v hornictví	374
40. 3. Užití elektroniky v hutnictví	374
41. Elektronické měřicí přístroje ve strojírenství	375
41. 1. Měřidla a měrky	375
41. 2. Kontrola povrchu	375
41. 3. Servomechanické měřicí obvody	376
41. 4. Kontrola chodu hodinek	377
42. Elektronické měření ve zdravotnické technice	377
42. 1. Zapisování akčních proudů	377
42. 2. Vysokofrekvenční měření impedancí	378
42. 3. Použití zvukové techniky	378
42. 4. Oční lékařství	378
42. 5. Jiná měření	378
43. Elektronické měřicí přístroje v různých oborech	379
43. 1. Měření hluku a otřesů	379
43. 2. Zabezpečení dopravy	379
43. 3. Elektronika v astronomii	379
43. 4. Elektronika ve sportu	379
Literatura	380
Rejstřík	387