

OBSAH

I. Úvod	11
1. Použití osciloskopu	11
2. Fyzikální křivky a osciloskop	12
2.1 Matematický rozbor fyzikálních soustav	13
2.2 Úloha osciloskopu	13
2.3 Složení elektronkového osciloskopu	14
3. Přehled vývoje obrazovky	14
3.1 Osciloskopie a televize	15
3.2 Hromadná výroba osciloskopických obrazovek	17
II. Obrazovky	19
4. Elektron	19
4.1 Hmota a náboj elektronu	19
4.2 Vliv elektrického pole	20
4.3 Vliv magnetického pole	21
4.4 Elektronový paprsek v prostoru bez pole	21
4.5 Síly uvnitř paprsku	22
5. Konstrukce obrazovky	22
5.1 Všeobecný popis	23
5.2 Katoda	24
5.3 Mřížka	24
5.4 Zaostření paprsku	25
5.5 Vychylovací destičky	27
5.51 Rozostření při výchylce	30
5.52 Lichoběžňkové zkreslení	31
5.53 Vzájemný vliv vychylovacích soustav	31
5.54 Dynamická vychylovací citlivost	32
5.6 Světélkující stínítka	33
5.61 Potenciál stínítka	34
5.62 Barva a dosvit stínítka	35
5.63 Tvar čelní plochy obrazovky	37
5.7 Dorychlení	38
6. Magnetické řízení obrazovek	40
6.1 Magnetické zaostřování	41
6.2 Magnetické vychylování	42
III. Křivky a obrazy	43
7. Kreslení křivek	43
7.1 Pohyb světelného bodu po stínítce	43
7.2 Výsledná výchylka	44
7.3 Lineární časová základna	45
7.4 Dvě proměnné	46

8. Lissajousovy obrazce	49
9. Parametrické křivky	51
10. Skupiny křivek	52
11. Polární souřadnice	53
12. Trojrozměrné obrazy	55
12.1 Modulace — osa Z	55
12.2 Axonometrické zobrazení	56
IV. Proudové zdroje elektronkového osciloskopu	62
13. Požadavky elektronkových osciloskopů	62
14. Jas a bod	62
14.1 Obvod vysokého napětí	63
14.2 Stavební uspořádání obvodů vysokého napětí	64
14.21 Odporový dělič	64
14.22 Montáž potenciometrů	65
15. Řízení polohy	65
15.1 Obvody pro řízení polohy	66
15.2 Upínací obvody	67
15.3 Přímé připojení destiček	69
16. Zdroje vysokého napětí	70
16.1 Transformátor a usměrňovač	70
16.2 Kaskádní usměrňovač	71
16.3 Vysokofrekvenční zdroj vysokého napětí	71
16.4 Středofrekvenční zdroje vysokého napětí	72
16.5 Měníče proudu s tranzistory	73
17. Zdroje se stabilizací	75
17.1 Vliv přechodných rozrušení v síťovém napětí	75
17.2 Vliv denního kolísání síťového napětí	76
17.3 Stabilizace napájecího napětí	77
17.4 Stabilizace doutnavkami	77
17.5 Elektronicky řízené proudové zdroje	79
17.6 Elektronická stabilizace vysokého napětí	80
17.7 Stabilizace střídavého napětí pomocí doutnavek	81
17.8 Transformátory a tlumivky pro osciloskop	81
17.81 Umístění a poloha síťového transformátoru	83
17.9 Magnetické stínění	83
18. Bateriový osciloskop	83
V. Zesilovače osciloskopu	85
19. Účel zesilovačů a zeslabovačů	85
20. Požadované vlastnosti zesilovačů a zeslabovačů	86
21. Elektronika jako zesilovač	87
21.1 Nelineární zkreslení	88
21.2 Stálost pracovního bodu	89
21.3 Katodový sledovač	90
22. Kmitočtová závislost zesilovacího stupně	93
22.1 Horní mezní kmitočet zesilovacího stupně	94
22.11 Vliv kmitočtové závislosti na zobrazování	96
22.12 Korekce charakteristik v oblasti horního mezního kmitočtu	100
22.13 Zařazení několika stupňů za sebou	101
22.2 Kmitočtová závislost zesilovacího stupně u nízkých kmitočtů	102
22.21 Korekce v oblasti dolního mezního kmitočtu	104

23. Zesilovače s přímou vazbou	105
24. Dvojčinné zesilovací stupně	106
24.1 Symetrizace napětí	107
24.2 Měníče fáze	109
25. Všeobecné problémy zesilovačů pro osciloskopy	110
25.1 „Univerzální osciloskopy“	111
25.2 Univerzální osciloskopy se stejnosměrnými zesilovači	111
25.3 Širokopásmové osciloskopy	112
25.31 Zesilovač s rozloženými parametry	112
25.4 Stejnosměrné zesilovače	113
25.41 Stejnosměrný zesilovač s nosným kmitočtem	115
26. Zeslabovače (regulátory zesílení)	116
26.1 Plynulé řízení zesílení potenciometrem	116
26.2 Stupňová řízení zesílení	118
27. Zesilovač pro vodorovné vychylování	121
VI. Časové základny	123
28. Lineární časové základny	123
28.1 Jednoduchá doutnavková časová základna	125
28.2 Tyatronové časové základny	127
28.3 Vybíjecí obvody s elektronikami	128
28.31 Multivibrátor	128
28.32 Blokovací oscilátor	134
28.33 Pentodové časové základny	136
28.34 Časová základna s tranzistory	138
28.4 Lineárnost základen	139
28.41 Nabíjení přes pentodu	139
28.42 Sledovací obvod	141
28.43 Časová základna s třemi pentodami	142
28.44 Časová základna s třemi triodami	144
28.5 Jednorázové časové základny	145
28.6 Kmitočet časové základny	146
28.61 Řízení kmitočtu a amplitudy v časových základnách se stálou amplitudou	148
28.62 Řízení kmitočtu a amplitudy v časových základnách s odděleným vytvářením pilovitých impulsů a určováním kmitočtu	149
28.7 Synchronizace	149
28.71 Způsoby synchronizace	150
28.72 Zdroje synchronizačního signálu	152
28.73 Přesynchronizování	155
28.74 Synchronní časové základny	156
28.75 Samočinné časové základny	158
28.8 Roztažení časové základny	160
28.81 Způsoby roztažení časové základny	161
28.9 Poznámky ke konstrukci a zapojení časových základen	166
28.91 Stínění obvodu časové základny	166
28.92 Přípustné zatížení generátoru časové základny	167
28.93 Přípustné zvlnění napájecího napětí časové základny	167
29. Sinusové časové základny	167
30. Kruhové časové základny	170
31. Modulace jasu	170
31.1 Zatemnění zpětného běhu	170

31.2	Přisvětlení časové základny	172
31.3	Cejchování časové základny	172
31.4	Měření kmitočtu časové základny	175
31.5	Časové základny s cejchovaným kmitočtem	175
31.6	Určování kmitočtu zatemňováním paprsku	176
32.	Vychylovačí cívky pro magnetické vychylování	177
32.1	Konstrukce jha	177
32.2	Obvody pro magnetické vychylování	179
32.3	Příklad provedení cívek s příslušným napájecím obvodem	180
VII.	Kompletní osciloskopy	181
33.	Části osciloskopu	181
33.1	Obrazovka	181
33.11	Univerzální obrazovky	181
33.12	Obrazovky s dorychlením	183
33.13	Obrazovky s několika paprsky	184
33.2	Zesilovače Y	184
33.21	Šířka pásma zesilovačů Y	184
33.22	Vazba zesilovačů	185
33.23	Citlivost	185
33.3	Časové základny	186
33.4	Zesilovač X a pomocné obvody	187
33.5	Osciloskop se zesilovači s přímou vazbou	187
33.51	Zesilovače s jednou elektronkou	188
33.52	Dvojčinný zesilovač	188
33.53	Připojení časové základny	191
33.54	Jednoduchý osciloskop s přímou vazbou s minimálním počtem elektronek	191
33.55	Univerzální osciloskop s přímou vazbou s cejchováním citlivosti	192
33.6	Několikapaprskové osciloskopy	195
33.7	Několikakanálové osciloskopy	197
33.71	Elektronkový přepínač	197
33.72	Dvoukanálový osciloskop	198
33.73	Několikakanálové osciloskopy	199
33.74	Osciloskopy k zobrazování mnoha průběhů na televizní obrazovce	202
33.8	Širokopásmový osciloskop	205
33.81	Šynchoskop	205
33.9	Osciloskop pro přechodné děje	206
33.91	Osciloskopy s dlouhodobým záznamem	207
34.	Stavební provedení osciloskopu	208
34.1	Stolní osciloskop	210
34.2	Miniaturní osciloskop	210
34.3	Panělové osciloskopy	211
34.4	Pojízdné osciloskopy	213
35.	Osciloskopy pro speciální účely	213
35.1	Kardioskop	213
35.2	Polaroskop	217
35.3	Osciloskopy k pozorování napětí na silnoproudých zařízeních	221
35.4	Feroskop	221
VIII.	Pomocné přístroje	223

36. Přehled osciloskopických pomůcek	223
36.1 Rastr na stínítku	223
36.2 Kreslicí zařízení	224
36.3 Fotografování oscilogramů	225
37. Oscilografické sondy	226
37.1 Obtíže z dlouhých přívodů	226
37.11 Zachycování brucení	226
37.12 Kapacitní zátěž	226
37.13 Vyzařování	226
37.2 Sonda s malou kapacitou	226
37.3 Sonda s katodovým sledovačem	227
37.4 Sonda s malou kapacitou a dvojnásobným stíněním	227
37.5 Usměrnující sonda	228
37.6 Sonda na vysoké napětí	228
38. Měření útlumových a fázových charakteristik	229
38.1 Útlumová a fázová charakteristika měřená bod po bodu	229
38.2 Charakteristika zjišťovaná pomocí obdélníkového napětí	231
38.3 Kmitočtový modulátor	231
38.31 Modulátor	232
38.32 Směšování	233
38.33 Vychylování X	233
38.34 Všeobecné směrnice pro práci s kmitočtovými mo- dulátory	234
38.35 Vliv vlastností sondy	235
39. Cejchování amplitud	235
40. Registrace přechodných jevů	238
40.1 Zpoždovací vedení	239
40.2 Oscilografický zapisovač s „pamětí“	240
41. Přístroj pro axonometrické zobrazování	242
IX. Zkoušení a cejchování osciloskopů	244
42. První zkouška	244
42.1 Síťový vypínač	244
42.2 Řízení jasu	244
42.3 Zaostrění	245
42.4 Regulátor polohy	245
42.5 Řízení délky časové základny	245
42.6 Zesilovač Y	245
42.7 Lineární časová základna a synchronizace	245
42.8 Zkoušky ostatních obvodů	246
43. Cejchování lineárnosti a zpětného běhu časové základny	246
44. Cejchování zesilovače Y	246
44.1 Vstupní impedance	246
44.2 Zeslabovač	248
44.3 Lineárnost	248
44.4 Charakteristika zesílení	250
44.5 Přechodné charakteristiky	251
45. Cejchování fáze zesilovače X	252
X. Údržba a opravy elektronkových osciloskopů	255
46. Pravidla pro používání elektronkových osciloskopů	255
46.1 Jas bodu	255
46.2 Napětí vstupního signálu	256
46.3 Čistota	256

46.4	Náhradní elektronky	256
46.5	Výměna elektronek	257
47.	Seřízení osciloskopu	257
47.1	Vyvažování koncového stupně zesilovače	257
47.2	Ladění induktivní kompenzace vyšších kmitočetů	258
47.3	Přeladění stupňového regulátoru vstupního zeslabovače	258
47.4	Výměna elektronek u osciloskopů s přímou vazbou	258
XI.	Perspektiva vývoje osciloskopů	259
XII.	Osciloskopy vyráběné v Československu	262
Literatura	269
Rejstřík	271