

Obsah

1. Typy osciloskopů	9
1.1 Úvod a princip	9
1.2 Integrované přístroje a zásuvné přístroje	12
2. Zobrazovací metody	14
2.1 Obrazovky	14
2.1.1 Základy elektronové optiky	14
2.1.2 Vytváření a tvarování paprsku	15
2.1.3 Řízení paprsku, klíčování (rozsvěcování) paprsku	17
2.1.4 Elektrostatické vychylování	17
2.1.5 Segmentované vychylovací desky	18
2.1.6 Elektromagnetické vychylování	20
2.1.7 Urychlovací metody	21
2.1.8 Zobrazovací chyby	23
2.1.9 Ostrost	24
2.1.10 Typy luminoforů	25
2.1.11 Psací rychlost	25
2.1.12 Rastr	26
2.2 Provoz obrazovek	26
2.2.1 Výroba vysokého napětí	26
2.2.2 Výroba pomocného napětí	27
2.2.3 Rozsvěcování	28
2.2.4 Vnější ovlivňování	28
2.2.5 Zacházení s obrazovkami	29
2.3 Paměťové obrazovky	29
2.3.1 Základy paměťového provozu	29
2.3.2 Bistabilní paměťová funkce	30
2.3.3 Transmisní paměťové obrazovky	31
2.3.4 Transferové paměťové obrazovky	31
2.3.5 Obrazovky typu Scan Converter	31
2.4 Speciální obrazovky	32
2.4.1 Mikrokanálové násobiče sekundárních elektronů	32
3. Analogové osciloskopy	33
3.1 Blokové schéma integrovaných přístrojů	34
3.2 Blokové schéma zásuvných přístrojů	34
3.3 Vertikální kanál	36
3.3.1 Požadavky	36
3.3.2 Vlastnosti aktivních součástek	42
3.3.3 Základní zapojení	47
3.3.4 Vlastnosti pasivních součástek	58
3.3.5 Vstupní děliče	60
3.3.6 Předzesilovač a jeho provozní režimy	65
3.3.7 Odběr spouštěcího signálu	79
3.3.8 Zpožďovací vedení	80
3.3.9 Koncové zesilovací stupně	82
3.3.10 Nastavení vertikálních zesilovačů	87
3.4 Horizontální kanál	89
3.4.1 Blokové schéma a provozní režimy	89
3.4.2 Signály rozhraní k vertikálnímu kanálu	93
3.4.3 Spouštěcí obvod	93
3.4.4 Generátory pilových kmitů	95
3.4.5 Horizontální koncový zesilovač	99

3.5	Přířavná zařízení	101
3.5.1	Kalibrační generátory	101
3.5.2	Zobrazování údajů na obrazovce (read-out)	102
3.5.3	t, Dt, U, DU, f atd.	102
3.5.4	Přířavné vstupy/výstupy	103
3.6	Napájení	103
3.6.1	Lineární regulátory	103
3.6.2	Spínací napájecí zdroje	104
3.7	Obsluha	105
3.7.1	Přímá obsluha	105
3.7.2	Nepřímá obsluha	105
3.7.3	Dálkové ovládání	106
4.	Analogové paměťové osciloskopy	107
4.1	Všeobecně	107
4.2	Bistabilní paměťové osciloskopy	108
4.3	Transmisní paměťové osciloskopy	108
4.4	Transferové paměťové osciloskopy	109
5.	Vzorkovací osciloskopy	110
5.1	Vývoj	110
5.2	Používání vzorkovacích a digitálních paměťových osciloskopů (SO a DSO)	111
5.3	Základy	112
5.3.1	Společné znaky vzorkování	112
5.3.2	Vzorkování v reálném čase (RTS)	114
5.3.3	Vzorkování jednorázových impulsů	114
5.3.4	Vzorkování v ekvivalentním čase (ETS), princip SO	114
5.3.5	Náhodné vzorkování	119
5.3.6	Falešná zobrazení	121
5.4	Vertikální kanál	122
5.4.1	Vzorkovací hradlo a výroba vzorkovacího impulsu	122
5.4.2	Vzorkovací sondy	123
5.4.3	Vzorkovací hradlo se zakončením; sondy	124
5.4.4	Vzorkovací hradlo s odběrem spouštěcího signálu, zpožd. vedením a zakonč. členem	124
5.4.5	Průchozí vzorkovač, reflektometr	125
5.4.6	Pokyny k hledání chyb a k nastavení	125
5.4.7	Koncový stupeň	126
5.5	Horizontální kanál	127
5.5.1	Vzorkování v reálném čase (RTS)	127
5.5.2	Speciální konstrukční celky	127
5.5.3	Vzorkování v ekvivalentním čase (ETS)	129
5.5.4	Náhodné vzorkování (RS)	131
5.5.5	Rady pro hledání chyb a nastavování	132
6.	Číslicové paměťové osciloskopy (DSO)	134
6.1	Úvod	134
6.2	Otázky a odpovědi	137
6.2.1	Jaký druh osciloskopu by si měl dnes člověk kupovat?	137
6.2.2	Digitální je přece lepší a modernější než analogový, říká se přece, že... ..	137
6.2.3	Je-li tedy nejlepším řešením kombiskop, proč nejsou převážně nabízeny tyto přístroje?	137
6.2.4	Když si dnes někdo chce opatřit analogový osciloskop, může vycházet z toho, že... ..	138
6.2.5	Existují však přece „DSO pracující v reálném čase“, které měří jako analog. osciloskopy?	138
6.2.6	DSO je přece přesnější než analogový přístroj, protože pracuje digitálně.	139
6.2.7	Již přece neplatí, že DSO je dražší, vždyť DSO 100 MHz... ..	140
6.2.8	Velkou předností DSO je přece skutečnost, že je možno... ..	140
6.2.9	Není DSO svou podstatou mnohem vhodnější pro práci na číslicových obvodech?	141
6.2.10	Nejsou však DSO díky své větší šířce pásma vhodnější pro digitální signály?	141
6.2.11	Podle Nyquistova teorému přece stačí vzorkovat signál dvojnásobkem... ..	141

6.2.12 Mám-li DSO se vzorkovací frekvencí 1 GHz a měřím vždy jen...	142
6.2.13 Existují přece DSO s náhodným opakovacím vzorkováním...	142
6.2.14 Existují přece DSO s tak vysokou aktualizací rychlostí, že reagují...	142
6.2.15 Jaké jsou tedy skutečné výhody DSO?	142
6.2.16 V čem ještě dnes spočívá převaha analogového osciloskopu?	143
6.3 Princip DSO	144
6.4 Vertikální kanál	146
6.4.1 Analogová vstupní část	146
6.4.2 Základy A/D převodu	146
6.4.3 Přímý převodník (flash converter)	149
6.4.4 Postupný převodník (successive approximation converter)	150
6.4.5 Souběžný postupný převodník	151
6.4.6 CCD (charge-coupled devices, součástky s nábojovou vazbou) s A/D převodníkem	152
6.4.7 Sampling-frontend s A/D převodníkem	152
6.4.8 Vícenásobné vzorkování	152
6.5 Signálová paměť	154
6.6 Horizontální kanál	154
6.6.1 Spouštění	154
6.6.2 Časová základna	155
6.7 Rekonstrukce a zobrazení	156
6.7.1 Zobrazení XY	156
6.7.2 Rastrové zobrazení	156
6.7.3 Decimování, binning	157
6.7.4 Interpolace	157
6.7.5 Průměrování	159
6.7.6 Aktualizační frekvence	159
6.7.7 Vzorkovací frekvence, časové měřítko, hloubka paměti a šířka pásma	160
6.7.8 Obálky křivek, zobrazení vrcholových hodnot	161
6.7.9 Chyby měření času	161
6.7.10 Vzorkování v reálném čase (Real Time Sampling, RTS)	162
6.7.11 Vzorkování v ekvivalentním čase (Equivalent Time Sampling, ETS)	162
6.7.12 Náhodné vzorkování (Random Sampling – RS)	162
7. Spektrální analyzátory	163
7.1 Princip	163
7.2 Praktické pokyny	164
8. Zapisovače charakteristik	165
8.1 Princip	165
8.2 Praktické rady	166
9. Speciální přístroje	167
9.1 Televizní měřicí přístroje	167
9.2 Transient Digitizer	167
9.3 Počítací osciloskopy	167
9.4 Logické analyzátory	167
9.5 Reflektometry	167
9.6 Automatické testovací systémy	168
9.7 Zdroje signálů se zobrazením na obrazovce	168
10. Připojení na měřený objekt	169
10.1 Všeobecně	169
10.2 Zvláštní případ: Přímé připojení	169
10.3. Přídavná zařízení pro měření napětí	170
10.3.1 Vysokoohmové pasivní sondy	170
10.3.2 Nízkoohmové pasivní sondy (ZO)	177
10.3.3 Vysokonapěťové sondy	177
10.3.4 Aktivní sondy	179

10.3.5	Aktivní sondy s diferenčním zesilovačem	187
10.3.6	Správné používání sond	191
10.3.7	Zesilovače pro oddělení potenciálu	194
10.4.	Přídavná zařízení pro měření proudu	194
10.4.1	Všeobecně	194
10.4.2	Střídavé proudové převodníky	195
10.4.3	Proudové kleště pro střídavý proud	197
10.4.4	Zesilovače pro střídavé proudové kleště.	201
10.4.5	Systémy stejnosměrných/střídavých (DC/AC) proudových kleští	203
10.4.6	Stejnoseměrný/střídavý (DC/AC) proudový měnič	210
10.4.7	Správné používání proudových převodníků a proudových kleští	210
11.	Posuzování a zkoušení osciloskopů	212
11.1	Všeobecně	212
11.2	Impulsní chování, odezva, šířka pásma	212
11.3	Linearita, chyby měření	213
11.4	Chování při přebuzení	214
11.5	Přeslechy	215
11.6	Zobrazování (obrazovka)	216
11.7	Časové měřítko	216
11.8	Spouštění	217
11.9	Přídavné funkce	218
11.10	Testování DSO	218
11.11	Příklady	219
11.11.1	Analogové osciloskopy	219
11.11.2	DSO	221
12.	Výběr osciloskopů	226
12.1	Kritéria výběru	226
12.1.1.	Subjektivní kritéria	226
12.1.2	Protiklad zájmů mezi prodávajícím a kupujícím	227
12.1.3	Objektivní kritéria	228
12.2	Příjemná obsluha	231
12.3	Analogový osciloskop, nebo DSO? Řešení: Kombiskop	232
12.4	Nákupní doporučení	236
13.	Rady pro opravy a údržbu	237
13.1	Zacházení a péče	237
13.1.1	Umístění	237
13.1.2	Péče	237
13.1.3	Obrazovka	237
13.1.4	Sondy	238
13.2	Meze svépomoci, varování	238
13.3	Pomocné prostředky	240
13.4	Kalibrace	241
13.4.1	Rychlé otestování	241
13.4.2	Kalibrace	242
13.5	Poruchy	243
13.5.1	Všeobecné poruchy	243
13.5.2	Analogové osciloskopy	246
13.5.3	Vzorkovací osciloskopy	246
13.5.4	DSO	247
	Poznámky recenzenta:	248
	Rejstřík	252