

Předmluva	6
Seznam nejdůležitějších symbolů	12
1. <i>Metody popisu šumu a analýza transformací signálu a šumu</i>	15
1.1. Úvod	15
1.2. Náhodné děje a jejich pravděpodobnostní charakteristiky	15
1.3. Spektrální charakteristiky náhodných dějů	17
1.4. Vzájemná korelace a vzájemná spektra	19
1.5. Lineární transformace náhodných dějů	21
1.6. Příklady stacionárních náhodných dějů a jejich lineárních transformací	25
1.7. Základní zdroje šumu v elektrických obvodech a aktivních součástkách	30
1.8. Šumy dvojpólů a jejich charakteristiky	38
1.9. Šumy trojpólů a jejich charakteristiky	40
1.10. Šumové číslo zesilovače	44
1.11. Šumové číslo několikastupňového zesilovače	50
1.12. Doplnkové šumové číslo. Šumová teplota. Míra šumu	52
1.13. Šumové číslo měniče kmitočtu a jiných lineárních obvodů	54
1.14. Znáznornění šumu jako součtu dvou kvadratických kmitů. Spektra fluktuací amplitudy a fáze součtu harmonického signálu a šumu	55
1.15. Spektrum kmitů s malými stacionárními fluktuacemi amplitudy a fáze	57
1.16. Transformace kmitů s fluktuující amplitudou a fází lineárními soustavami	60
1.17. Transformace kmitů s fluktuující amplitudou a fází nepoždujícími nelineárními (bezinerčními) soustavami	65
1.18. Periodický nestacionární šum s korelací δ a šum typu $1/f$	69
2. <i>Šum obvodů s bipolárními tranzistory</i>	73
2.1. Šumový náhradní obvod bipolárních tranzistorů	73
2.2. Šumové parametry bipolárních tranzistorů v oblasti středních kmitočtů	81
2.3. Šumové parametry bipolárních tranzistorů v oblasti nízkých kmitočtů	86
2.4. Šumové parametry bipolárních tranzistorů v oblasti vysokých kmitočtů	93
2.5. Návrh nízkofrekvenčních zesilovačů s bipolárními tranzistory s malým šumem	100
2.6. Dvojestupňový nízkofrekvenční zesilovač v zapojení SE–SE	113
2.7. Nízkofrekvenční kaskóda s paralelně řazenými vstupními tranzistory	116
2.8. Návrh vysokofrekvenčních zesilovačů s bipolárními tranzistory s malým šumem	118
2.9. Kruhové diagramy vysokofrekvenčního zesilovače	121
2.10. Vysokofrekvenční zesilovač s paralelně řazenými tranzistory	132

2.11.	Jednostupňový zesilovač v zapojení SB, pro kmitočet 100 MHz	135
2.12.	Směšovač televizního kanálového voliče	139
2.13.	Mikrovlnný zesilovač pro kmitočtové pásmo 2 až 4 GHz	146
3.	<i>Šum obvodů s tranzistory řízenými elektrickým polem</i>	<i>153</i>
3.1.	Šumový náhradní obvod tranzistorů JFET	153
3.2.	Šumové parametry tranzistorů JFET v oblasti středních kmitočtů	160
3.3.	Šumové parametry tranzistorů JFET v oblasti nízkých kmitočtů	169
3.4.	Šumové parametry tranzistorů JFET v oblasti vysokých kmitočtů	179
3.5.	Šumové parametry tranzistorů MESFET	187
3.6.	Šumové parametry tranzistorů MOSFET	194
3.7.	Určení prvků náhradního obvodu zapojení se společným emitorem	199
3.8.	Zapojení se společným hradlem a kolektorem	199
3.9.	Návrh obvodů s malým šumem s tranzistory FET pro obrazové kmitočty	202
3.10.	Předzesilovač pro kondenzátorový mikrofon	206
3.11.	Obrazový zesilovač	211
3.12.	Zesilovač s tetrodou MOS pro kmitočet 400 MHz	216
3.13.	Vysokofrekvenční zesilovač v zapojení s uzemněným mezilehlým bodem	222
3.14.	Mikrovlnné zesilovače s tranzistory MESFET	229
4.	<i>Šum monolitických integrovaných obvodů</i>	<i>236</i>
4.1.	Náhradní šumový obvod integrovaného tranzistoru	236
4.2.	Šumové číslo integrovaného tranzistoru	239
4.3.	Šumové číslo kaskády dvou tranzistorů v integrovaném obvodu	242
4.4.	Šum integrovaného tranzistoru v nízkofrekvenční oblasti. Diferenciální zesilovač	247
4.5.	Vliv zpětné vazby na šum	252
5.	<i>Šum obvodů s polovodičovými diodami</i>	<i>255</i>
5.1.	Tunelová dioda	255
5.2.	Schottkyho bariérová dioda	259
6.	<i>Šum parametrických polovodičových zesilovačů</i>	<i>270</i>
6.1.	Princip parametrických zesilovačů	270
6.2.	Varaktorové diody pro parametrické zesilovače	274
6.3.	Nedegenerativní parametrický zesilovač	276
6.4.	Parametrický měnič kmitočtu	281
6.5.	Nízkofrekvenční parametrický zesilovač	281
7.	<i>Šumy tranzistorových zesilovačů velkého signálu a násobičů kmitočtu</i>	<i>285</i>
7.1.	Obecné poznatky	285
7.2.	Znázornění signálů a šumů ve stupni s nelineárním šumovým trojpólem	286
7.3.	Symbolické vztahy pro šumy na výstupu stupně	293
7.4.	Spektrální charakteristiky šumů na výstupu zobecněného stupně	298

7.5.	Charakteristiky zesilovacího stupně s bipolárním tranzistorem, bez uvažování šumu	302
7.6.	Šumy bipolárního tranzistoru při velkém harmonickém signálu na jeho vstupu	311
7.7.	Šumy nejjednoduššího zesilovače velkých signálů s bipolárním tranzistorem	317
7.8.	Vliv emitorového samočinného předpětí na šumy zesilovače	324
7.9.	Vliv proudové záporné zpětné vazby na šumy zesilovače	332
7.10.	Šumy násobičů kmitočtu s bipolárními tranzistory	342
7.11.	Průchod vnějších fluktuací zesilovači a násobiči kmitočtu s bipolárními tranzistory	348
7.12.	Šumy zesilovačů velkého signálu a násobičů kmitočtu a tranzistorem FET	351
7.13.	Transformace fluktuací amplitudy a fáze signálu v zesilovačích a násobičích kmitočtu s tranzistory FET	355
7.14.	Výpočet šumů mnohostupňových zařízení	356
8.	<i>Šumy tranzistorových oscilátorů</i>	359
8.1.	Současný stav problematiky	359
8.2.	Funkční schéma a symbolické rovnice oscilátoru se zdroji šumů	359
8.3.	Zjednodušené rovnice oscilátoru	364
8.4.	Stacionární režim oscilátoru a jeho závislost na parametrech	368
8.5.	Fluktuační rovnice oscilátoru a symbolické vztahy pro fluktuace amplitudy a fáze	372
8.6.	Energetická spektra a další charakteristiky fluktuací amplitudy a fáze oscilací	377
8.7.	Energetické spektrum oscilací oscilátoru a poměr šumu k signálu při zadaném rozladění od oscilačního kmitočtu	381
8.8.	Šumy oscilátoru s ideální aktivní součástkou a normované (poměrné) charakteristiky šumů reálných oscilátorů	386
8.9.	Šumy oscilátoru s jediným laděným obvodem, používajícím jako aktivní součástku bipolární tranzistor	389
8.10.	Vliv záporné zpětné vazby na šumové charakteristiky tranzistorového oscilátoru	392
8.11.	Šumy oscilátoru s jedním laděným obvodem a tranzistorem FET	393
8.12.	Šumy krystalového oscilátoru s jedním laděným obvodem	396
8.13.	Porovnání příspěvků šumu oscilátoru a zesilovače u nejjednoduššího zdroje oscilací	401
9.	<i>Měření šumových vlastností polovodičových součástek a obvodů</i>	403
9.1.	Doporučení IEC pro měření šumového čísla tranzistorů	403
9.2.	Měření šumového čísla v oblasti středních kmitočtů šumovým generátorem s proměnným šumovým výkonem	406
9.3.	Měření šumového čísla v oblasti nízkých kmitočtů signálovým generátorem	413
9.4.	Měření šumového čísla v oblasti vysokých kmitočtů šumovým generátorem s neřízeným výstupem	416
9.5.	Automatické měření šumového čísla	421

9.6.	Měření šumového čísla tranzistorových směšovačů	428
9.7.	Měření čtyř šumových parametrů	431
9.8.	Měření šumu diod	434
9.9.	Měření šumových vlastností operačních zesilovačů	436
9.10.	Kvadratické voltmetry	438
	Příloha: Příklady polovodičových obvodů s malým šumem	443
	Literatura	455