

OBSAH

1. Úvod	10
2. Operační zesilovače	12
2.1 Parametry operačních zesilovačů	12
2.1.1 Statické parametry operačních zesilovačů	12
2.1.2 Dynamické parametry operačních zesilovačů	14
2.1.3 Šumové parametry operačních zesilovačů	15
2.2 Typy operačních zesilovačů	18
2.2.1 Bipolární operační zesilovače	18
2.2.2 Unipolární operační zesilovače	20
2.2.3 Kmitočtová kompenzace operačních zesilovačů	21
2.2.4 Transkonduktanční operační zesilovače	23
2.2.5 Transimpedanční operační zesilovače	24
2.2.6 Nulované operační zesilovače	25
2.3 Zpětnovazební zapojení operačních zesilovačů	26
2.3.1 Záporná zpětná vazba	26
2.3.2 Statické vlastnosti zpětnovazebních zesilovačů	27
2.3.3 Dynamické vlastnosti zpětnovazebních zesilovačů	29
2.3.4 Kmitočtová stabilita zpětnovazebních zesilovačů	33
2.3.5 Šumové vlastnosti zpětnovazebních zesilovačů	35
3. Zesilovače signálů	37
3.1 Asymetrické zesilovače napětí	37
3.1.1 Vlastnosti zesilovačů napětí	37
3.1.2 Kmitočtová kompenzace zesilovačů napětí	40
3.1.3 Potlačení vlivu impedance přívodů	41
3.2 Zesilovače proudu	43
3.2.1 Vlastnosti zesilovačů proudu	43
3.2.2 Zesilovače proudu s T článkem	45
3.2.3 Kmitočtová kompenzace zesilovačů proudu	46
3.2.4 Potlačení rušivých signálů zesilovačů proudu	48
3.3 Rozdílové zesilovače	49
3.3.1 Rozdílové zesilovače s asymetrickým výstupem	49
3.3.2 Využití rozdílových zesilovačů k lineárním signálovým operacím	51
3.3.3 Rozdílové zesilovače s rozdílovými napěťovými výstupy	54
3.4 Přístrojové zesilovače	56
3.4.1 Asymetrické přístrojové zesilovače	56
3.4.2 Symetrické přístrojové zesilovače	57
3.4.3 Přístrojové zesilovače s přepínatelným zesílením	61
3.4.4 Přístrojové zesilovače s proudovým výstupem	62
3.5 Integrovní a nábojové zesilovače	63
3.5.1 Invertující integrační zesilovače	63
3.5.2 Sčítací a rozdílové integrační zesilovače	67
3.5.3 Nábojové zesilovače	67

3.6	Vzorkovací zesilovače	70
3.6.1	Přímo vázané vzorkovací zesilovače	70
3.6.2	Zpětnovazební vzorkovací zesilovače	72
3.7	Zesilovače odporových a reaktančních snímačů	74
3.7.1	Zesilovače potenciometrických snímačů	74
3.7.2	Zesilovače tenzometrických snímačů	75
3.7.3	Zesilovače kapacitních snímačů	77
3.7.4	Zesilovače indukčnostních snímačů	80
3.8	Zesilovače snímačů teploty	83
3.8.1	Zesilovače odporových snímačů teploty	83
3.8.2	Linearizace odporových snímačů teploty	85
3.8.3	Zesilovače NTC a PTC snímačů teploty	86
3.8.4	Zesilovače polovodičových snímačů teploty	88
3.8.5	Zesilovače pro termočlánky	91
3.9	Izolační zesilovače	95
3.9.1	Vlastnosti izolačních zesilovačů	95
3.9.2	Izolační zesilovače s transformátorovou vazbou	96
3.9.3	Izolační zesilovače s kapacitní vazbou	97
3.9.4	Modulační izolační zesilovače s optickou vazbou	98
3.9.5	Přímo vázané izolační zesilovače s optickou vazbou	99
4.	Nelineární zpracování signálů	101
4.1	Komparátory	101
4.1.1	Typy a vlastnosti komparátorů	101
4.1.2	Napěťové komparátory s hysterezí	102
4.1.3	Komparátory s nastavitelnou hysterezí	105
4.1.4	Okénkové a toleranční komparátory	105
4.2	Funkční měniče	106
4.2.1	Aproximační funkční	106
4.2.2	Spojité funkční měniče	110
4.3	Analogové násobičky a děličky	114
4.3.1	Vlastnosti násobiček	115
4.3.2	Násobičky s řízeným přenosem	115
4.3.3	Logaritmické násobičky	117
4.3.4	Modulační násobičky	118
4.4	Převodníky střední hodnoty	119
4.4.1	Neřízené usměrňovače	119
4.4.2	Řízené usměrňovače	122
4.5	Převodníky efektivní hodnoty	124
4.5.1	Tepelné převodníky efektivní hodnoty	125
4.5.2	Výpočtové převodníky efektivní hodnoty	125
4.6	Špičkové detektory a převodníky rozkmitu	127
4.6.1	Špičkové detektory	127
4.6.2	Převodníky rozkmitu	128
5.	Filtrace signálů	130
5.1	Typy a vlastnosti filtrů	130
5.2	Aproximace kmitočtových charakteristik	131

5.3 Pasivní filtry	134
5.3.1 Pasivní RC filtry	134
5.3.2 Pasivní LC filtry	135
5.4 Aktivní filtry	137
5.4.1 Aktivní dolní a horní propusti 1. řádu	138
5.4.2 Aktivní dolní a horní propusti 2. řádu	138
5.4.3 Aktivní dolní a horní propusti vyšších řádů	140
5.4.4 Aktivní pásmové propusti a zádrže 2. řádu	141
5.4.5 Fázovací články	143
5.4.6 Univerzální filtry	144
5.5 Spínané filtry	146
6. Spínače a přepínače signálů	148
6.1 Spínače signálů	148
6.1.1 Kontaktní spínače	148
6.1.2 Diodové spínače	148
6.1.3 Spínače s bipolárními tranzistory	150
6.1.4 Spínače s unipolárními tranzistory	151
6.1.5 Spínače CMOS	153
6.2 Analogové multiplexery	153
7. Referenční zdroje napětí a proudu	157
7.1 Referenční zdroje napětí	157
7.1.1 Zdroje napětí se Zenerovou diodou	157
7.1.2 Zdroje napětí s bipolární tranzistor	159
7.1.3 Zdroje napětí s unipolárními tranzistory	160
7.2 Zdroje proudu	161
7.2.1 Zdroje proudu s neuzemněnou zátěží	161
7.2.2 Zdroje proudu s uzemněnou zátěží	162
8. Digitalizace a rekonstrukce signálů	164
8.1 Vzorkování spojitých signálů	164
8.1.1 Ekvidistantní vzorkování	164
8.1.2 Pásmové vzorkování	166
8.1.3 Ekvivalentní vzorkování	167
8.1.4 Náhodné vzorkování	167
8.1.5 Adaptivní vzorkování	168
8.2 Kvantování signálů	169
8.2.1 Kvantování harmonických signálů	169
8.2.2 Odstup signál šum kvantovaných harmonických signálů	171
8.2.3 Nejistota odběru vzorku při vzorkování a kvantování signálů	172
8.3 Metody zvýšení rozlišitelnosti kvantizátorů	173
8.3.1 Zvýšení rozlišitelnosti převzorkováním signálu	173
8.3.2 Zvýšení rozlišitelnosti přidáním signálem	174
8.4 Kódování signálu	176
8.4.1 Dvojkové kódování	176
8.4.2 Dvojkově desítkové kódování	177
8.5 Rekonstrukce signálů	178
8.5.1 Rekonstrukce signálu schodovitou interpolací nultého řádu	178

8.5.2	Rekonstrukce signálu lineární interpolací 1. řádu	180
8.5.3	Rekonstrukce signálu polynomy vyšších řádů	181
8.5.4	Rekonstrukce harmonického signálu	182
9.	Analogově číslicové převodníky	185
9.1	Parametry A/Č převodníků	185
9.1.1	Statické parametry A/Č převodníků	185
9.1.2	Dynamické parametry A/Č převodníků	187
9.1.3	Šumové parametry A/Č převodníků	189
9.2	Komparační A/Č převodníky	189
9.2.1	Paralelní A/Č převodníky	189
9.2.2	Kaskádní A/Č převodníky	191
9.3	Kompenzační A/Č převodníky	192
9.3.1	Aproximační A/Č převodníky	192
9.3.2	Sledovací A/Č převodníky	194
9.4	Integrační A/Č převodníky	195
9.4.1	Převodníky napětí kmitočet	195
9.4.2	Integrační převodníky s jednotaktní integrací	197
9.4.3	Integrační převodníky s dvoutaktní integrací	198
9.4.4	Integrační převodníky s třítaktní integrací	199
9.4.5	Integrační převodníky s čtyřtaktní integrací	201
9.4.6	Potlačení sériového rušení integračními A/Č převodníky	202
9.5	Delta sigma A/Č převodníky	204
9.5.1	Delta sigma modulace	204
9.5.2	Odstup signál šum delta sigma A/Č převodníků	207
9.5.3	Obvodové řešení delta sigma modulátorů	208
9.5.4	Decimační filtry delta sigma A/Č převodníků	211
9.6	Analogově číslicové systémy sběru dat	214
9.6.1	Paralelní systémy sběru dat	214
9.6.2	Multiplexní systémy sběru dat	215
10.	Číslicově analogové převodníky	218
10.1	Parametry Č/A převodníků	218
10.1.1	Statické parametry Č/A převodníků	218
10.1.2	Dynamické parametry Č/A převodníků	219
10.1.3	Šumové parametry Č/A převodníků	219
10.2	Paralelní Č/A převodníky	219
10.2.1	Č/A převodníky se spínanými rezistorovými sítěmi	219
10.2.2	Č/A převodníky se spínanými proudovými zdroji	221
10.2.3	Násobící Č/A převodníky	223
10.2.4	Č/A převodníky se spínanými kapacitami	224
10.3	Modulační Č/A převodníky	225
10.3.1	Č/A převodníky s šířkovou modulací	225
10.3.2	Č/A převodníky s delta sigma modulací	227
10.4	Syntežátory spojitých signálů	228
11.	Testování digitalizátorů spojitých signálů	231
11.1	Kritické parametry digitalizátorů	231
11.2	Testování statických vlastností digitalizátorů	231

11.3 Testování dynamických vlastností digitalizátorů	232
11.3.1 Metody nejlépe proložené sinusovky	233
11.3.2 Metody spektrální analýzy	235
11.3.3 Metody měření četnosti výskytu kódových slov	242
11.3.4 Testování digitalizátorů šumovými signály	244
12. Zásady návrhu systémů sběru dat	247
12.1 Přenos analogových signálů	247
12.2 Způsoby připojení zesilovačů k A/Č a Č/A převodníkům	250
12.3 Napájení a zemnění A/Č systémů	252
12.4 Zásady návrhu tištěných spojů	256
Literatura	259
Anglicko-český slovník zkratk	261
Rejstřík	263