

# OBSAH

	Str.
<b>1. OMEZENÍ VLIVU RUŠENÍ NA MĚŘICÍ PŘÍSTROJE</b> .....	4
<b>1.0. Úvod</b> .....	4
<b>1.1. Analýza rušení na vstupu měřicího řetězce</b> .....	4
<b>1.2. Rušení magnetickým polem</b> .....	5
<b>1.3. Rušení elektrickým polem</b> .....	7
1.3.1. Zásady správného stínění .....	8
1.3.2. Obvodové účinky stínění .....	10
1.3.3. Aktivní stínění .....	10
<b>1.4. Rušivé vlivy zemnicích proudů</b> .....	11
1.4.1. Potlačení rušivých účinků zemnicích proudů .....	12
<b>1.5. Rušení způsobené síťovými napájecími zdroji</b> .....	13
<b>2. PŘÍSTROJE A METODY PRO OBNOVU SIGNÁLU</b> .....	15
<b>2.1. Odhad amplitudy signálu</b> .....	15
2.1.1. Podmínka koherence .....	17
2.1.2. Odhad amplitudy signálu při rušení typu bílý šum .....	18
<b>2.2. Architektura přístrojů pro koherentní demodulaci</b> .....	18
2.2.1. Základní části koherentních demodulátorů .....	18
2.2.2. Předdetekční zpracování signálu .....	19
2.2.3. Heterodynní filtrace .....	21
2.2.4. Referenční kanál .....	22
2.2.5. Obvody vlastního koherentního demodulátoru .....	23
2.2.6. Spínačové koherentní demodulátory .....	24
2.2.7. Postdetekční obvody .....	26
<b>2.3. Koherentní průměrování signálů</b> .....	27
2.3.1. Výpočet zlepšení poměru signál/šum koherentním průměrováním ..	28
2.3.2. Přístroje pro koherentní průměrování .....	29
2.3.2.1. Koherentní integrátory .....	29
2.3.2.1.1. Zlepšení poměru signál/šum .....	30
2.3.2.1.2. Obvodová koncepce přístrojů pro koherentní průměrování .....	30
2.3.2.2. Číslicové koherentní spínané integrátory .....	32
<b>2.4. Koherentní filtrace</b> .....	34
<b>2.5. Adaptivní filtrace</b> .....	35
<b>2.6. Základy aplikací predikční filtrace Kálmánova typu v měřicí technice</b> ...	37
2.6.1. Úvodní poznatky .....	38
2.6.2. Zjednodušené odvození přenosu Kálmánova filtru .....	39
2.6.3. Zjednodušené odvození vztahů pro Kálmánův filtr iterativním postupem .....	41
2.6.4. Vlastnosti Kálmánova filtru .....	43
2.6.5. Příklady aplikací Kálmánových filtrů .....	45
2.6.5.1. Identifikace přenosových vlastností soustav .....	45
2.6.5.2. Úzkopásmový sledovací filtr .....	46
2.6.5.3. Použití Kálmánova filtru pro měření teploty .....	47

<b>3. VYBRANÉ METODY DIGITALIZACE A REKONSTRUKCE MĚŘICÍCH SIGNÁLŮ</b> .....	49
3.1. Převodníky analogově-číslicové s číslicovou korekcí chyby převodu .....	49
3.2. Zmenšení nelinearity převodní charakteristiky přidavným signálem .....	50
3.3. Zlepšení vlastností integračních převodníků A/Č .....	52
3.4. Problémy obvodové realizace přesných integračních převodníků .....	54
3.5. Převodníky pro přesné měření parametrů střídavých signálů .....	54
3.6. Vzorkovací obvody pro náročné aplikace .....	56
3.7. Automatická kalibrace .....	58
3.8. Příklad systémové koncepce přesného číslicového multimetru .....	59
3.9. Adaptivní vzorkování .....	60
3.9.1. Adaptivní vzorkování s predikční filtrací .....	62
3.10. Zvýšení rozlišovací schopnosti A/Č převodu filtrací kvantizačního šumu.....	64
3.11. Interpolační převodníky A/Č na principu DSM .....	65
3.11.1. Převod signálu DSM na lineární PCM .....	68
3.12. Potlačení prokládání spektra (aliasing) číslicovou filtrací .....	68
3.13. Rekonstrukce vzorkovaného signálu .....	69
<b>4. ČÍSLICOVÉ OSCILOSKOPY</b> .....	72
4.1. Úvod .....	72
4.2. Typická architektura číslicového osciloskopu .....	72
4.2.1. Vstupní analogová část .....	72
4.2.2. Procesor pro řízení sběru dat .....	73
4.2.3. Systém pro zobrazení průběhu .....	73
4.2.4. Mikroprocesorový systém .....	74
4.3. Rychlost vzorkování a obnovy zobrazovaných údajů u číslicových osciloskopů .....	74
4.4. Šíře pásma číslicových osciloskopů .....	76
4.5. Příklad typické architektury procesoru pro řízení sběru dat ČO .....	76
4.6. Typická architektura systému zobrazení průběhu .....	78
4.7. Principy zvyšování rychlosti digitalizace signálu v ČO .....	78
<b>5. ČÍSLICOVÉ ZÁZNAMNÍKY SIGNÁLU</b> .....	82
5.1. Blokové schéma typického číslicového záznamníku .....	82
5.2. Přesný číslicový systém spouštění .....	82
5.3. Časová základna .....	84
5.3.1. Paměťový systém .....	84
5.3.2. Generátor hodinových impulsů .....	84
5.4. Synchronizátor toku dat .....	85
5.5. Hlavní paměť .....	86
5.6. Paměť DRAM .....	86
5.7. Specifické problémy číslicových záznamníků pro velmi rychlé signály .....	87
5.8. Zpomalení toku dat .....	88
5.9. Spouštěcí obvody ČZ velmi rychlých signálů .....	89
5.10. Synchronizace zápisu dat u dvoukanálového ČZ .....	89

<b>6. ČÍSLICOVÉ MĚŘIČE IMPEDANCÍ</b> .....	91
6.1. Automaticky vyvažovaný můstek .....	91
6.2. Měření impedancí metodou Ohmova zákona .....	92
6.3. Měření složek fázoru číslicovou koherentní demodulací .....	95
6.4. Číslicové analyzátoři impedancí .....	96
<b>7. GENERÁTORY MĚŘICÍCH SIGNÁLŮ</b> .....	100
7.1. Stejnoseměrné kalibrátory .....	100
7.2. Kmitočtové syntezátory .....	101
7.2.1. Úvod.....	101
7.2.2. Přímé syntezátory .....	102
7.2.3. Násobení kmitočtu .....	102
7.2.4. Přímý kmitočtový syntezátor .....	104
7.2.5. Nepřímá kmitočtová syntéza .....	107
7.2.5.1. Požadavky na jednotlivé obvody smyčky AFS .....	109
7.2.6. Příklady řešení nepřímých kmitočtových syntezátorů .....	112
7.2.7. Některá zdokonalení syntezátorů s AFS .....	115
7.2.8. Kmitočtové syntezátory s dělením kmitočtu necelým číslem .....	116
7.2.9. Číslicová korekce chyb syntezátorů s dělením necelým číslem .....	120
7.3. Funkční generátory .....	122
7.3.1. Generátory s přímou syntézou .....	122
7.3.2. Generátory signálů libovolného tvaru (GLP) .....	126
7.3.3. Programovatelné generátory impulsů .....	128
<b>8. ČÍSLICOVÉ MĚŘENÍ ČASOVÝCH INTERVALŮ, KMITOČTU A FÁZE</b> .....	132
8.1. Číslicové měření časových intervalů .....	132
8.1.1. Chyby při číslicovém měření časových intervalů .....	132
8.1.2. Způsoby zvýšení přesnosti měření časových intervalů .....	134
8.1.2.1. Interpolační metoda .....	135
8.1.2.2. Noniová metoda .....	136
8.1.2.3. Měření střední hodnoty z n intervalů $t_x$ .....	139
8.2. Číslicové měření kmitočtu .....	139
8.2.1. Nepřímé měření kmitočtu pomocí měření doby periody .....	140
8.2.2. Měření kmitočtu skupiny impulsů .....	143
8.2.3. Rozšíření horní hranice rozsahu číslicového měření kmitočtu .....	143
8.2.3.1. Automatické kmitočtové měniče .....	145
8.2.4. Měření poměru kmitočtů .....	147
8.2.5. Měření odchylky od jmenovitého kmitočtu .....	148
8.2.6. Spojité číslicové měření kmitočtu a fáze .....	149
8.2.6.1. Obvodové řešení přístroje .....	151
8.2.6.2. Blokované schéma přístroje .....	153
8.3. Číslicové měření fáze .....	154
8.3.1. Měření fáze na vysokých kmitočtech .....	155
<b>9. SPEKTRÁLNÍ ANALYZÁTORY</b> .....	157
9.1. Základní vztahy a definice .....	157
9.1.1. Analytický signál .....	159
9.1.2. Spektrum diskretního signálu .....	162
9.1.3. Rozlišovací schopnost spektrálních analyzátorů .....	164

9.1.4. Vliv konečné doby pozorování signálu na jeho spektrum .....	165
<b>9.2. Přístroje pro spektrální analýzu .....</b>	<b>168</b>
9.2.1. Analyzátoři s analogovou filtrací bez přeměny kmitočtu .....	170
9.2.2. Doba odezvy usměrňovacích obvodů .....	171
<b>9.3. Analyzátoři s číslicovou filtrací bez přeměny kmitočtu .....</b>	<b>172</b>
<b>9.4. Analyzátoři s analogovou filtrací a přeměnou kmitočtu .....</b>	<b>174</b>
9.4.1. Analýza obvodů spektrálním analyzátořem .....	176
9.4.2. Jevy omezující aplikaci heterodynních analyzátořů .....	176
9.4.3. Vliv nelinearit směšovačů .....	178
9.4.4. Heterodynní spektrální analyzátoř s číslicovou mezifrekvenční částí .....	179
9.4.5. Číslicové zpracování mezifrekvenčního signálu .....	180
<b>9.5. Analyzátoř spektra s recirkulační pamětí .....</b>	<b>182</b>
<b>9.6. Analyzátoři s diskretní Fourierovou transformací (DFT) .....</b>	<b>183</b>
9.6.1. DFT s použitím kmitočtové lupy (zoom) .....	184
<b>9.7. Dvoukanálové spektrální analyzátoři .....</b>	<b>186</b>

