

Obsah

Obsah.....	1
Úvod.....	4
1. Číslicové obvody v komunikační technice.....	5
1.1. Přijímače s využitím číslicového zpracování v základním pásmu	7
1.2. Číslicový přijímač s úzkopásmovým vzorkováním.....	9
1.3. Číslicový přijímač se širokopásmovým vzorkováním.....	10
2. Základy rychlého vzorkování.....	12
2.1. Podvzorkování signálu	13
2.2. Antialiasingové filtry v aplikacích s podvzorkováním.....	15
2.3. Vlastnosti A/D převodníků.....	16
2.3.1. Testování A/D převodníků	17
2.3.2. Počet efektivních bitů ADC.....	18
2.3.3. Dynamický rozsah A/D.....	19
2.3.4. Integrovní a diferenciální nelinearity.....	19
2.3.5. Harmonické zkreslení	20
2.3.6. SFDR (Spurious Free Dynamic Ranger)	22
2.3.7. Dvoutónové intermodulační zkreslení.....	22
2.3.8. Šumový výkonový poměr (NPR).....	23
2.3.9. Doba odběru vzorku T_a a fázová nestabilita.....	24
2.4. Architektury rychlých A/D převodníků.....	26
2.4.1. Paralelní převodníky - Flash.....	27
2.4.2. Odečítací (průtokové) A/D převodníky	29
2.4.3. A/D převodníky s vyrovnávací strukturou	31
2.4.5. Číslicové obvody v uvedených převodnících	33
2.4.6. Vylepšení vlastností A/D převodníků.....	35
2.4.7. Zvětšení poměru signál/šum	37
3. Kódování v komunikacích	38
3.1. Kódy maximální délky	39
3.1.1. Součtové vlastnosti kódů maximální délky	40
3.1.2. Goldovy kódy	41
3.1.3. Kruhové kódy JPL	41
3.1.4. Synkopové generátory	42
3.1.5. Implementace generátoru lineárního kódu	42
3.1.6. Obvody založené na PNG.....	44
3.2. Zabezpečení přenášené informace proti chybám	45
3.2.1. Lineární kódy	47
3.2.2. Cyklické kódy	51
3.2.3. Konvoluční kódy	55
3.2.4. Implementace konvolučního kodéru	57
3.3. Technika prokládání	59
4. Číslicové soustavy.....	62
4.1. Základní vlastnosti číslicových soustav	62
4.1.1. Odezva diskrétní soustavy	63
4.1.2. Stabilita soustavy	64
4.1.3. Kmitočtová charakteristika diskrétní soustavy.....	65
4.1.4. Použití Z-transformace k popisu diskrétní soustavy.....	66
4.2. Základní vyjádření přenosové funkce	67
4.2.1. Diskrétní soustavy s nekonečnou impulzní odezvou	68
4.2.2. Diskrétní soustavy s konečnou impulzní odezvou.....	71

4.3. Návrh číslicových filtrů	74
4.3.1. Návrh soustav s nekonečnou impulzní odezvou	75
4.3.1.1. Transformace diferenciálů	75
4.3.1.2. Impulzně invarianční transformace	76
4.3.1.3. Bilineární transformace	78
4.3.1.5. Nalezení impulzní charakteristiky HP, PP a PZ z DP	81
4.3.1.6. Kmitočtová transformace filtrů typu dolní propusti s NIO	82
4.3.2. Návrh filtrů s konečnou impulzní odezvou - FIR	83
4.3.2.1. Metoda Fourierových řad	84
4.3.2.2. Návrh filtrů užitím oken	86
4.3.2.3. Návrh filtru pomocí kmitočtového vzorkování	88
4.3.2.4. Filtry FIR vyjádřené trigonometrickým polynomem	89
4.4. Změna vzorkovacího kmitočtu	91
4.4.1. Snížení vzorkovacího kmitočtu - decimace	91
4.4.2. Zvýšení vzorkovacího kmitočtu - Interpolace	94
4.4.3. Decimace a interpolace s racionálním poměrem vzorkovacích kmitočtů	96
4.4.4. Struktury filtrů s několika vzorkovacími kmitočty	97
4.4.4.1. Odhad výpočetní náročnosti	98
4.4.5. Interpolační FIR filtry (IFIR)	100
4.4.6. Slučování a rozdělování signálů	102
4.4.7. Interpolace neměnicí klíčové hodnoty	103
5. Kmitočtové syntezátory kmitočtu	105
5.1. Přímá číslicová syntéza	105
5.1.1. Fázový šum v DDS systému	108
5.3. Smyčka s fázovým závěsem (PLL)	111
5.4.1. Čítače s velkým modulem	112
5.4.1.1. Zkrácení cyklu nulováním - asynchronní řešení	112
5.4.1.2. Zkrácení cyklu nulováním - synchronní řešení	113
5.4.2. Fázový detektor	114
5.3. Hybridní kmitočtové syntezátory	116
5.4. Programová implementace generátorů	117
6. Rychlé D/A převodníky	121
6.1. Struktury D/A převodníků	121
6.2. Architektury D/A převodníků s malým zkrácením	122
6.2.1. Logika D/A převodníků	124
6.2.2. Interpolační D/A převodník	125
7. Implementační základna	126
7.1. Signálové procesory	126
7.1.1. Běžné signálové procesory	128
7.1.2. Signálové procesory s extrémním výkonem	132
7.1.3. DSP se strukturou VLIW	134
7.2. Programovatelné logické obvody	135
7.2.1. DSP programovatelné obvody	144
7.3. Vybrané zakázkové obvody	145
7.3.1. Obvody pro přímý převod středu pásma	146
7.3.2. Obvody pro číslicovou filtraci	147
7.3.3. Speciální číslicové obvody	148
7.4. Problematika konstrukce analogových a číslicových obvodů	150
7.4.1. Zemnění ve velmi rychlých obvodech	150
7.4.2. Problém synchronizace - Metastabilita	153
8. Implementace aritmetických obvodů	156
8.1. Operace sčítání	156
8.2. Odčítání	159
8.3. Sčítání velkého množství čísel	162

8.4. Násobení.....	163
8.4.1. Násobící algoritmy vyššího řádu - Boothův algoritmus	165
8.4.2. Násobička pevným koeficientem vhodná pro programovatelná pole.....	166
8.4.3. Struktury vhodné pro VLSI	167
8.4.4. Násobení čísel se znaménkem	168
8.4.5. Rychlá implementace násobení a sčítání	171
9. Implementace číslicových modulátorů.....	172
9.1. Modulátory ovlivňující amplitudu.....	172
9.1.1. Číslicové obvody ve výkonových amplitudových modulátorech	174
9.2. Modulátory ovlivňující fázi.....	177
9.2.1. Implementace fázových modulací signálovým procesorem	180
9.3. Modulátory ovlivňující kmitočet.....	182
9.3.1. Modulátor FSK s kontinuální fází	183
9.3.2. Demodulátor FSK.....	184
10. Implementace pomocných číslicových obvodů	186
10.1. Implementace decimace	186
10.2. Implementace interpolace.....	190
10.3. Implementace změny vzorkovacího kmitočtu signálu.....	193
10.4. Realizace číslicových filtrů	193
10.4.1. Realizace filtrů FIR signálovým procesorem	194
Literatura.....	200



Obr. 1. Blokové schéma vlnového a příjmového části komunikačního systému