

# Spis treści

<b>Wykaz wybranych skrótów</b> .....	<b>7</b>
<b>Wprowadzenie</b> .....	<b>9</b>
<b>1. Układy pracujące w trybie prądowym</b> .....	<b>16</b>
1.1. Wprowadzenie .....	16
1.2. Technika analogowa w procesach technologicznych dedykowanych dla układów cyfrowych .....	18
1.3. Porównanie układów pracujących w trybie napięciowym oraz w trybie prądowym .....	19
1.4. Elementarne układy analogowe w technice prądowej .....	21
1.5. Układy elementarne pracujące w czasie ciągłym .....	22
1.5.1. Konweyor prądu .....	22
1.5.2. Źródło prądowe .....	23
1.5.3. Komparator prądowy .....	26
1.5.4. Sumator prądów wejściowych .....	27
1.5.5. Układ mnożący przez dwa .....	27
1.6. Układy elementarne pracujące w czasie dyskretnym .....	28
1.6.1. Przelączane źródło prądowe .....	28
1.6.2. Przelączany sumator .....	29
1.6.3. Przelączany układ mnożący przez dwa .....	30
1.6.4. Układ opóźniający .....	31
1.6.5. Układ całkujący .....	32
1.6.6. Układ różniczkujący .....	32
1.7. Wnioski .....	33
1.8. Literatura .....	34
<b>2. Współczesne przetworniki a/c wykonywane w technologii     CMOS</b> .....	<b>41</b>
2.1. Wprowadzenie .....	41
2.2. Parametry określające statyczne właściwości przetworników a/c .....	42
2.3. Parametry określające dynamiczne właściwości przetworników a/c .....	46
2.4. Rodzaje i klasyfikacja przetworników a/c .....	50
2.4.1. Przetworniki o dużej rozdzielczości przetwarzania .....	51

2.4.1.1. Przetwornik z kompensacją wagową .....	51
2.4.1.2. Przetwornik algorytmiczny .....	53
2.4.1.3. Przetwornik z modulatorem Sigma-Delta .....	54
2.4.2. Przetworniki o dużej szybkości przetwarzania .....	56
2.4.2.1. Przetwornik potokowy .....	56
2.4.2.2. Przetwornik równoległy jednostopniowy .....	56
2.4.2.3. Przetworniki równoległe dwu- i wielostopniowe .....	58
2.5. Porównanie wybranych parametrów podstawowych rodzajów przetworników a/c .....	59
2.6. Wnioski .....	60
2.7. Literatura .....	61
<b>3. Przetworniki a/c pracujące z częstotliwością Nyquista w trybie prądowym .....</b>	<b>67</b>
3.1. Wprowadzenie .....	67
3.2. Algorytmiczny przetwornik a/c .....	68
3.3. Kompensacyjny przetwornik a/c .....	70
3.3.1. Architektura kompensacyjnego przetwornika a/c w trybie prądowym. ....	73
3.3.2. Układ opóźniający sygnał prądowy o jeden okres przetwarzania .....	74
3.3.3. Komparator prądu .....	75
3.3.4. Prądowe źródła odniesienia .....	76
3.3.5. Klucze sterowane przez rejestr przesuwany .....	78
3.3.6. Realizacja układowa kompensacyjnego przetwornika a/c działającego w trybie prądowym .....	79
3.4. Wnioski .....	80
3.5. Literatura .....	81
<b>4. Przetworniki a/c pracujące z nadpróbkowaniem w trybie prądowym .....</b>	<b>84</b>
4.1. Wprowadzenie .....	84
4.2. Przetwornik a/c z modulatorem Sigma-Delta pierwszego rzędu .	86
4.3. Przetworniki a/c z modulatorami Sigma-Delta wyższych rzędów .....	89
4.4. Rozdzielczość przetwornika a/c z modulatorami Sigma-Delta ....	94
4.5. Przetwornik a/c z modulatorem Sigma-Delta z przełączanymi transkonduktorem pracujący w trybie prądowym .....	95
4.5.1. Układ pamiętający pierwszej generacji ze wzmacniaczem transkonduktancyjnym .....	96

4.5.2. Układ pamiętający drugiej generacji ze wzmacniaczem transkonduktancyjnym .....	98
4.5.3. Wzmacniacz transkonduktancyjny .....	99
4.5.4. Integrator drugiej generacji ze wzmacniaczami transkonduktancyjnymi .....	99
4.5.5. Komparator prądu .....	101
4.5.6. Jednabitowy prądowy przetwornik c/a .....	102
4.5.7. Układ eksperymentalny ASIC z przetwornikami a/c z modulatorem Sigma-Delta .....	103
4.5.8. Wyniki pomiarów parametrów dynamicznych, eksperymentalnych przetworników a/c z modulatorami Sigma-Delta, w trybie prądowym .....	107
4.6. Wnioski .....	110
4.7. Literatura .....	111
<b>5. Potokowy przetwornik a/c z korekcją błędów niezrównoważenia komparatorów .....</b>	<b>114</b>
5.1. Wprowadzenie .....	114
5.2. Potokowy przetwornik a/c ze stopniami o rozdzielczości 1,5 bita .....	117
5.2.1. Układ próbkująco-pamiętający .....	118
5.2.2. Układy ADC o rozdzielczości 1,5 i 2 bitów .....	119
5.2.3. Układ DAC o rozdzielczości 1,5 bita .....	120
5.2.4. Źródło prądu referencyjnego .....	122
5.2.5. Układ mnożący prąd przez dwa .....	122
5.2.6. Rejestry przesuwne i układ korekcji wyjściowego kodu cyfrowego .....	123
5.3. Potokowy przetwornik a/c ze stopniami o rozdzielczości 2,5 bita .....	125
5.3.1. Układy ADC o rozdzielczości 2,5 i 3 bitów .....	126
5.3.2. Układ DAC o rozdzielczości 2,5 bita .....	128
5.3.3. Układ mnożący prąd przez cztery .....	129
5.3.4. Rejestry przesuwne i układ korekcji wyjściowego kodu cyfrowego .....	130
5.4. Pomiaru potokowych przetworników a/c ze stopniami o rozdzielczości 1,5 oraz 2,5 bita .....	134
5.5. Wnioski .....	139
5.6. Literatura .....	141

<b>6. Metody projektowe – zastosowanie układów FPAA do szybkiego prototypowania przetworników a/c .....</b>	<b>143</b>
6.1. Wprowadzenie .....	143
6.2. Prototypowanie algorytmicznego przetwornika a/c .....	145
6.2.1. Struktura i algorytm działania prototypowanego algorytmicznego przetwornika a/c .....	146
6.2.2. Realizacja układowa algorytmicznego przetwornika a/c o rozdzielczości 6 bitów .....	148
6.2.3. Realizacja układowa ulepszonej wersji algorytmicznego przetwornika a/c o rozdzielczości 6 bitów z wyjściowym kodem cyfrowym Gray'a .....	149
6.3. Prototypowanie potokowego przetwornika a/c ze stopniami 1,5 bita .....	151
6.3.1. Struktura i algorytm działania prototypowanego potokowego przetwornika a/c ze stopniami 1,5 bita .....	152
6.4. Prototypowanie przetwornika a/c z modulatorem Sigma-Delta ...	154
6.4.1. Prototyp przetwornika a/c z modulatorem Sigma-Delta trzeciego rzędu .....	156
6.4.2. Prototyp przetwornika a/c z modulatorem Sigma-Delta trzeciego rzędu ze sprzężeniem wyprzedzającym .....	158
6.4.3. Prototyp przetwornika a/c z dwustopniowym modulatorem Sigma-Delta trzeciego rzędu .....	161
6.4.4. Wyniki pomiarów prototypów przetwornika a/c z modulatorem Sigma-Delta .....	162
6.5. Wnioski .....	163
6.6. Literatura .....	164
<b>7. Zastosowanie prototypu przetwornika a/c w przetwarzaniu obrazów 2D .....</b>	<b>166</b>
7.1. Wprowadzenie .....	166
7.2. Realizacja prototypu potokowego przetwornika a/c dedykowanego do cyfrowego systemu przetwarzania obrazów 2D .....	167
7.3. Stanowisko pomiarowe do testowania systemu cyfrowego przetwarzania obrazów w czasie rzeczywistym .....	170
7.4. Wyniki działania systemu dla rzeczywistych obrazów obiektów astronomicznych .....	173
7.5. Wnioski .....	179
7.6. Literatura .....	180
<b>8. Podsumowanie i wnioski .....</b>	<b>185</b>