

Spis treści

Wstęp	11
ROZDZIAŁ 1. Podstawowe wiadomości o prawach, elementach i sygnałach używanych w elektronice	13
1.1. Podstawowe wiadomości o prawach stosowanych w elektronice	13
1.2. Źródła sygnałów	20
1.2.1. Źródło napięciowe	21
1.2.2. Źródło prądowe	24
1.3. Sygnały	27
1.3.1. Sygnały sinusoidalne	27
1.3.2. Inne sygnały	28
1.3.3. Częstotliwości graniczne i czas narastania	32
1.3.4. Porównanie sygnałów	34
1.3.5. Źródła sygnałów	35
1.3.6. Transmisja mocy — dopasowanie energetyczne obciążenia	35
1.4. Uogólnione prawo Ohma	36
1.5. Elementy bierne używane w elektronice	38
1.5.1. Rezystor	39
1.5.2. Kondensator	42
1.5.3. Cewka	46
1.6. Czwórnikowa reprezentacja obwodu kształtującego	49
1.7. Dzielnik napięcia zależny od częstotliwości	53
1.7.1. Wprowadzenie	53
1.7.2. Filtr dolnoprzepustowy	56
1.7.3. Filtr górnoprzepustowy	58
ROZDZIAŁ 2. Elementy półprzewodnikowe	61
2.1. Podstawowe własności półprzewodników	61
2.1.1. Poziomy energetyczne w atomie	61
2.1.2. Złącze p-n	70
2.1.3. Charakterystyka prądowo-napięciowa złącza	73

2.1.4. Wybrane właściwości złącza	75
2.2. Technologia wytwarzania monolitycznych układów półprzewodnikowych	77
4 PODSTAWY ELEKTRONIKI I TECHNIKI CYFROWEJ	
ROZDZIAŁ 3. Diody	81
3.1. Modele diod	81
3.1.1. Model diody idealnej	81
3.1.2. Model diody z uwzględnieniem napięcia progowego (dyfuzyjnego)	82
3.1.3. Model z uwzględnieniem napięcia progowego i rezystancji szeregowej złącza	82
3.2. Rodzaje diod	83
3.2.1. Diody prostownicze	83
3.2.2. Diody uniwersalne	85
3.2.3. Diody Zenera	86
3.2.4. Diody pojemnościowe — warikapry	88
3.2.5. Diody tunelowe	89
3.2.6. Diody Schottky'ego	90
3.2.7. Fotodiody	90
3.2.8. Fototranzystory	92
3.2.9. Diody elektroluminescencyjne LED (ang. Light-Emitting Diode)	92
ROZDZIAŁ 4. Przyrządy półprzewodnikowe objętościowe	95
4.1. Hallotrony	95
4.2. Termistory	97
4.3. Fotorezystory	98
ROZDZIAŁ 5. Układy diodowe	101
5.1. Podstawowe układy pracy (wybrane rozwiązania)	101
5.1.1. Prostowniki sieciowe	101
5.1.2. Stabilizatory napięcia	107
5.1.3. Układy automatycznego strojenia częstotliwości	109
5.2. Diody przełączające	110

5.3. Diodowe układy obcinające (przykłady)	113
5.4. Ogniwa fotowoltaiczne	114
5.5. Optoizolatory	115
ROZDZIAŁ 6. Tranzystory	117
6.1. Tranzystory bipolarne	118
6.1.1. Konfiguracje pracy tranzystora	118
6.1.2. Charakterystyki statyczne	121
6.1.3. Modele tranzystorów	127
6.2. Tranzystory polowe — unipolarne	129
6.2.1. Tranzystor polowy złączowy	129
6.2.2. Tranzystor polowy z izolowaną bramką	132
ROZDZIAŁ 7. Klasyfikacja wzmacniaczy	137
7.1. Wzmacniacz napięciowy	137
7.2. Wzmacniacz prądowy	138
7.3. Wzmacniacz transkonduktancyjny	138
7.4. Wzmacniacz transrezystancyjny	139
7.5. Wzmacniacz wielostopniowy	140
ROZDZIAŁ 8. Układy tranzystorowe	141
8.1. Zastosowanie parametrów h do analizy wzmacniacza tranzystorowego	141
8.2. Właściwości wzmacniaczy z tranzystorami bipolarnymi w różnych konfiguracjach	143
8.2.1. Wzmacniacz w układzie wspólnego emitera (OE)	143
8.2.2. Wzmacniacz w układzie wspólnego kolektora (OC) — wtórnik emiterowy	145
8.2.3. Wzmacniacz w układzie wspólnej bazy (OB)	146
ROZDZIAŁ 9. Właściwości wzmacniaczy z tranzystorami polowymi	149
9.1. Układ ze wspólnym źródłem OS (WS)	149
9.2. Układ ze wspólnym drenem (wtórnik źródłowy) OD (WD)	150
9.3. Układ ze wspólną bramką	151
9.4. Układy zasilania tranzystorów unipolarnych	152
ROZDZIAŁ 10. Ciekawe układy tranzystorowe	153

10.1. Tranzystor jako źródło prądowe	153
10.2. Układ Darlingtona	158
ROZDZIAŁ 11. Wzmacniacze szerokopasmowe	159
11.1. Układ kaskodowy	162
ROZDZIAŁ 12. Wzmacniacze różnicowe	165
12.1. Definicja CMRR (ang. common mode rejection ratio)	
współczynnik tłumienia sygnału wspólnego	166
12.2. Wejściowe napięcie niezrównoważenia	168
12.3. Tranzystory polowe we wzmacniaczu różnicowym	168
ROZDZIAŁ 13. Wzmacniacze mocy	171
13.1. Wtórnik emiterowy	171
13.2. Komplementarne wtórnik emiterowe pracujące w klasie B	172
13.3. Komplementarne wtórnik emiterowe w klasie AB	174
13.4. Wzmacniacze mocy klasy C oraz D	176
13.5. Stopień mocy we wzmacniaczach operacyjnych	177
ROZDZIAŁ 14. Sprzężenie zwrotne — feedback	179
14.1. Wzmacniacz ze sprzężeniem zwrotnym	180
14.2. Wpływ ujemnego sprzężenia zwrotnego	
na właściwości wzmacniaczy	181
ROZDZIAŁ 15. Wzmacniacze operacyjne	185
ROZDZIAŁ 16. Zastosowanie wzmacniaczy operacyjnych	191
16.1. Wzmacniacz odwracający fazę	191
16.2. Wzmacniacz nieodwracający fazy	195
16.3. Sumator	196
16.4. Układ odejmujący	197
6 PODSTAWY ELEKTRONIKI I TECHNIKI CYFROWEJ	
16.5. Układ mnożący napięcie przez stały współczynnik	197
16.6. Generator funkcji — układ logarytmujący	198
16.7. Generator funkcji wykładniczej	199
16.8. Źródło prądowe sterowane napięciem	199
16.9. Źródło prądowe z wykorzystaniem tranzystora	200
16.9.1. Źródło prądowe sterowane prądem —	

wtórnik prądowy (lustro prądowe)	200
16.10. Integrator — układ całkujący	201
16.10.1. Integrator nieodwracający	201
16.11. Układy różniczkujące	202
ROZDZIAŁ 17. Komparatory	203
ROZDZIAŁ 18. Filtry aktywne	205
18.1. Realizacja filtrów pierwszego rzędu	209
18.2. Filtry drugiego rzędu	210
18.3. Filtry pasmowo-przepustowe	213
ROZDZIAŁ 19. Układy zasilające	215
19.1. Transformatory sieciowe	216
19.2. Prostowniki sieciowe	216
19.3. Stabilizatory	216
19.3.1. Stabilizatory impulsowe	221
19.3.2. Modulator szerokości impulsów — Pulse Width Modulator (PWM)	225
ROZDZIAŁ 20. Przetworniki analogowo-cyfrowe i cyfrowo-analogowe	227
20.1. Przetwarzanie — pojęcia podstawowe	229
20.1.1. Parametry przetwarzania	229
20.1.2. Źródła błędów	231
20.1.3. Efekt aliasingu	234
20.2. Przetworniki analogowo-cyfrowe ADC	235
20.2.1. Przetworniki typu flash	236
20.2.2. Przetworniki licznikowe	237
20.2.3. Przetworniki typu delta-sigma $\Delta\Sigma$ jednobitowe	239
20.2.4. Przetworniki z podwójnym całkowaniem	240
20.3. Przetworniki cyfrowo-analogowe DAC	242
20.3.1. Przetworniki typu ważone R	242
20.3.2. Przetworniki typu R-2R	242
ROZDZIAŁ 21. Układy cyfrowe — podstawowe pojęcia, definicje	245
21.1. System binarny i algebra Boole'a	245
21.2. Układy cyfrowe	248

21.3. Sygnał cyfrowy	250
21.4. Podstawowe parametry układu cyfrowego	252
21.4.1. Szybkość działania	252
21.4.2. Moc pobierana/rozpraszana	253
21.4.3. Odporność na zakłócenia	253
21.4.4. Elastyczność łączeniowa	255
21.4.5. Skala integracji	256
ROZDZIAŁ 22. Podstawowe funkcje logiczne	257
22.1. Negacja — NOT, NIE; inwerter, negator	257
22.2. Suma logiczna — OR, LUB	259
22.3. Suma logiczna zanegowana (negacja sumy logicznej) — NOR, LUB-NIE	260
22.4. Iloczyn logiczny — AND, I	261
22.5. Iloczyn logiczny zanegowany (negacja iloczynu logicznego) — NAND, I-NIE	262
22.6. Suma modulo — XOR, EXCLUSIVE-OR, WYŁĄCZNIE-LUB	263
ROZDZIAŁ 23. Funkcje większej ilości zmiennych	265
ROZDZIAŁ 24. Upraszczanie funkcji metodą tablic Karnaugh'a	269
ROZDZIAŁ 25. Podstawowe techniki realizacji	277
25.1. DTL (ang. Diode-Transistor Logic) / RTL (ang. Resistor-Transistor Logic)	277
25.2. TTL — Transistor Transistor Logic	278
25.2.1. Inne funkcje logiczne realizowane w technologii TTL	283
25.2.2. Różne ciekawe rozwiązania powstałe na bazie technologii TTL	285
25.2.3. Zasady sterowania i układy sprzęgające	291
25.3. Technologia MOS — Metal Oxide Semiconductor	294
25.3.1. Realizacja podstawowych funkcji logicznych w technologii MOS	294
25.3.2. Realizacja podstawowych funkcji logicznych w technologii CMOS	295
25.3.3. Porównanie struktur wykonanych w technologii TTL	

oraz CMOS	298
ROZDZIAŁ 26. Przerzutniki	301
26.1. Przerzutniki bistabilne	301
26.1.1. Przerzutniki typu RS	301
26.1.2. Przerzutniki typu D	307
26.1.3. Przerzutniki typu JK	309
26.1.4. Realizacja różnych odmian	313
26.1.5. Podsumowanie wiadomości o przerzutnikach bistabilnych	314
26.2. Przerzutniki monostabilne	317
26.2.1. Detektor zbocza impulsu jako najprostsza realizacja	317
26.2.2. Realizacja umożliwiającą kształtowanie długości impulsu	317
26.2.3. Realizacja jako układ scalony	318
26.2.4. Timer 555	321
8 PODSTAWY ELEKTRONIKI I TECHNIKI CYFROWEJ	
26.3. Przerzutniki astabilne — generatory fali prostokątnej	322
26.3.1. Przerzutniki astabilne — realizacja na kondensatorze	323
26.3.2. Przerzutniki astabilne — realizacja z użyciem bramek zlinearyzowanych	325
26.3.3. Realizacja stabilnego generatora drgań z użyciem kwarcu	327
26.3.4. Generator przebiegu prostokątnego stabilizowany rezonatorem kwarcowym	331
ROZDZIAŁ 27. Złożone, sekwencyjne układy cyfrowe	333
27.1. Liczniki	333
27.1.1. Liczniki asynchroniczne	334
27.1.2. Liczniki synchroniczne	336
27.1.3. Liczniki zliczające do dowolnego n	338
27.2. Liczniki rewersyjne	342
27.2.1. Mikrooperacja	346
27.3. Wybrane scalone liczniki firmowe	347
27.4. Generator sekwencji	348
27.5. Detektor sekwencji	350
ROZDZIAŁ 28. Hazard	353

ROZDZIAŁ 29. Automaty stanów skończonych FSM	357
29.1. Automaty Moore’a oraz Mealy’ego	359
29.1.1. Automat Moore’a	359
29.1.2. Automat Mealy’ego	360
29.2. Projekt detektora sekwencji 110	363
29.2.1. Realizacja projektu jako automat Moore’a	363
29.2.2. Realizacja projektu jako automat Mealy’ego	364
ROZDZIAŁ 30. Rejestry	367
30.1. Rejestry przesuwne	367
30.1.1. Rejestr SISO	367
30.1.2. Rejestr SIPO	368
30.1.3. Rejestr PISO	368
30.1.4. Rejestry równoległe PIPO	369
30.2. Rejestry uniwersalne	369
ROZDZIAŁ 31. Multipleksery	371
ROZDZIAŁ 32. Demultipleksery/dekodery	373
ROZDZIAŁ 33. Konwertery kodów	375
ROZDZIAŁ 34. Złożone kombinacyjne układy cyfrowe — przykłady	379
34.1. Klawiatura 64-stykowa	379
34.2. Sekwencyjne wyświetlanie cyfr	380
ROZDZIAŁ 35. Układy arytmetyczne	383
35.1. Sumatory	383
35.1.1. Sumator dwójkowy — półsumator	383
35.1.2. Pełny sumator	384
35.2. Subtraktory (układy odejmujące)	385
35.3. Sumowanie wielobitowe — metody przyspieszania sumowania	387
35.3.1. Antycypowanie przeniesień	387
35.3.2. Sumowanie szeregowe	389
ROZDZIAŁ 36. Kody zapisu liczb ze znakiem	391
36.1. Komplementer (układ realizujący przeniesienie do jeden U1)	391
36.2. Komplementer do dwóch U2	392
ROZDZIAŁ 37. Układy stosowane	

w jednostkach wykonawczych procesorów	393
37.1. Sumator dziesiętny BCD	393
37.2. Komparatory	394
37.3. Układy generowania i kontroli parzystości	395
37.4. Jednostki arytmetyczno-logiczne ALU	395
ROZDZIAŁ 38. Programowalne struktury logiczne — układy PLD	
(ang. Programmable Logic Devices)	399
38.1. Układy SPLD	400
38.2. Układy CPLD	407
38.3. FPGA — Field programmable Gate Array — programowalne matryce bramkowe	412
38.3.1. Konfigurowalne bloki logiczne	412
38.3.2. Moduły logiczne	414
38.4. Programowanie za pomocą języków opisu sprzętu — HDL (ang. Hardware Description Language)	418
38.5. Podstawowe elementy — jednostki projektowe VHDL	421
38.6. Przykład kompletnego opisu	423
38.7. Diagram przepływu	425
38.7.1. Symulacja funkcjonalna	427
38.7.2. Synteza	427
38.7.3. Programowa realizacja — Software Implementation	428
38.7.4. Symulacja czasowa (ang. timing simulation)	429
38.7.5. Device programming (downloading)	429
Literatura	431
Skorowidz	433