

Spis treści

Wstęp	11
-----------------	----

I. Repetytoria

Rozdział 1. Powtórka z matematyki	17
1.1. Różniczkowanie i całkowanie	17
1.1.1. Fizyczna interpretacja pochodnych i całek	17
1.1.2. Obliczanie pochodnych	20
1.1.3. Obliczanie całek	22
1.1.4. Wzory przybliżone	23
1.2. Liczby zespolone	24
1.2.1. Liczby zespolone jako para	24
1.2.2. Postać kanoniczna	24
1.2.3. Graficzna prezentacja	25
1.2.4. Postać wykładnicza	27
1.2.5. Dzielenie liczb zespolonych	27

Rozdział 2. Podstawowe informacje o prądzie elektrycznym	29
---	-----------

2.1. Od fizyki do elektroniki	29
2.2. Pierwotne pojęcia elektrodynamiki	30
2.2.1. Ładunki i pola	30
2.2.2. Natężenie pola elektrycznego	31
2.2.3. Potencjał pola elektrycznego	31
2.2.4. Przewodniki i izolatory	34
2.3. Prąd elektryczny	35
2.4. Prawo Ohma	37
2.5. Siła elektromotoryczna	40
2.6. Moc prądu elektrycznego	40
2.7. Prawa Kirchhoffa	41
2.7.1. I prawo Kirchhoffa	41
2.7.2. II prawo Kirchhoffa	42
2.8. Uwagi odnośnie do nazewnictwa	43
2.9. Podsumowanie	44

II. Elektronika analogowa

Rozdział 3. Minimum elektrotechniki	47
--	-----------

3.1. Elementy obwodów	47
3.2. Łączenie obwodów	49
3.3. Rezystory	50
3.3.1. Prawo Ohma dla elektroników	51
3.3.2. Wartości i szeregi	51

3.3.3.	Zapis skrótowy wartości i kod paskowy	52
3.3.4.	Moc strat	54
3.3.5.	Inne parametry rezystorów	54
3.3.6.	Potencjometry	54
3.4.	Dwójniki i rezystancja zastępcza	55
3.4.1.	Połączenie szeregowo rezystorów	56
3.4.2.	Połączenie równoległe rezystorów	57
3.4.3.	Połączenie mieszane	58
3.5.	Dzielnik napięcia	58
3.5.1.	Nieobciążony dzielnik	58
3.5.2.	Dzielnik regulowany	59
3.5.3.	Dzielnik obciążony	60
3.5.4.	Kompensacyjny pomiar napięcia*	60
3.5.5.	Dwa dzielniki = mostek*	61
3.6.	Źródła napięć i prądów	62
3.6.1.	Źródła idealne	62
3.6.2.	Symbole źródeł na schematach	63
3.6.3.	Zasilanie i masa układu	64
3.6.4.	Rzeczywiste źródła napięć i prądów	65
3.6.5.	Modelowanie źródeł rzeczywistych	66
3.6.6.	Równoważność źródeł prądowych i napięciowych	68
3.6.7.	Charakterystyki wyjściowe źródeł	69
3.6.8.	Moc źródeł rzeczywistych	71
3.7.	Twierdzenie Thevenina	72
3.7.1.	Twierdzenie Nortona	73
3.7.2.	Dzielnik obciążony raz jeszcze	73
3.7.3.	Rezystancja wewnętrzna theveninowskiego źródła	74
3.7.4.	Rezystancja wejściowa i wyjściowa	74
3.8.	Pomiar wielkości elektrycznych	76
3.8.1.	Dokładność przyrządów pomiarowych	77
3.8.2.	Rzeczywiste i idealne przyrządy pomiarowe	78
3.8.3.	Techniczny pomiar rezystancji	78
3.9.	Rozwiązywanie obwodów	79
3.9.1.	Wykorzystanie praw Kirchhoffa	80
3.9.2.	Wykorzystanie twierdzenia Thevenina	82
3.9.3.	Przekształcanie źródeł	83
3.9.4.	Elementarne składanie	84
3.9.5.	Zasada superpozycji	85
3.9.6.	Inne metody	86
3.10.	Czwórniki — ogólniej*	86
3.11.	Skale decybelowe	88
Rozdział 4. Obwody prądów zmiennych		93
4.1.	Sygnały	93
4.1.1.	Sygnały okresowe	94
4.1.2.	Charakterystyki sygnałów okresowych	97
4.1.3.	Składowa stała	99
4.1.4.	Sygnały nieokresowe	100
4.1.5.	Szumy	101
4.1.6.	Sygnały modulowane	102

4.2.	Analiza fourierowska	103
4.2.1.	Widmo sygnału	103
4.2.2.	Znaczenie techniczne analizy fourierowskiej	104
4.2.3.	Rozszerzenie na sygnały nieokresowe	106
4.3.	Kondensatory i cewki	107
4.3.1.	Fizyczna realizacja kondensatorów i cewek	107
4.3.2.	Rzeczywiste parametry kondensatorów	109
4.3.3.	Rzeczywiste parametry cewek	111
4.3.4.	Elektrotechniczna definicja pojemności i indukcyjności	112
4.3.5.	Ładowanie i rozładowanie kondensatora	113
4.3.6.	Cewka w układach przełączających	115
4.4.	Cewki i kondensatory w obwodach prądów sinusoidalnych	116
4.4.1.	Szeregowy obwód RLC	119
4.4.2.	Liczby zespolone w analizie obwodów prądów sinusoidalnych	121
4.4.3.	Uogólniony dzielnik napięcia	122
4.4.4.	Moc w obwodach z kondensatorami i cewkami	123
4.5.	Proste filtry	125
4.5.1.	Rodzaje filtrów	125
4.5.2.	Częstotliwości graniczne	126
4.5.3.	Filtr dolnoprzepustowy	127
4.5.4.	Filtr górnoprzepustowy	129
4.5.5.	Rząd filtru	130
4.5.6.	Inne rodzaje filtrów	131
4.5.7.	Układy całkujące i różniczkujące	131
4.5.8.	Pojemności i indukcyjności pasożytnicze	132
4.5.9.	Kondensatory sprzęgające	133
4.5.10.	Kondensatory blokujące	134
4.6.	Transformatory	134
4.7.	Przekazniki	136
Rozdział 5.	Elementy nieliniowe	141
5.1.	Charakterystyki statyczne elementów nieliniowych	141
5.2.	Analiza obwodów z elementami nieliniowymi	145
5.2.1.	Wykorzystanie praw Kirchhoffa	145
5.2.2.	Metoda graficzna	146
5.2.3.	Metody przybliżone	147
5.2.4.	Parametry mało- i wielkosygnałowe	149
5.3.	Moc w obwodach z elementami nieliniowymi	151
5.4.	Dioda półprzewodnikowa	152
5.4.1.	Niezbędna ilość teorii	152
5.4.2.	Dioda prostownicza	153
5.4.3.	Ważne parametry diod	156
5.4.4.	Dzielnik z diodą prostowniczą	156
5.4.5.	Diody elektroluminescencyjne	157
5.4.6.	Dioda Zenera	159
5.4.7.	Dzielnik napięcia z diodą tunelową*	161
5.4.8.	Inne diody w elektronice	163
5.5.	Układy diodowe	163
5.5.1.	Prostowniki	163
5.5.2.	Detektory	167
5.5.3.	Ogranicznik	170

5.5.4.	Zabezpieczenie przeciwprzepięciowe	170
5.6.	Zniekształcenia nieliniowe	171
Rozdział 6.	Tranzystory bipolarne	175
6.1.	Podstawowy model tranzystora	175
6.1.1.	Tranzystor dwójnikowo	176
6.1.2.	Najprostszy tranzystor	177
6.1.3.	Charakterystyki statyczne tranzystorów	180
6.1.4.	Stany pracy tranzystora	182
6.1.5.	Ważne parametry tranzystora	183
6.2.	Najprostsze układy tranzystorowe	184
6.2.1.	Obwód bazy i kolektora	184
6.2.2.	Uwagi odnośnie do indeksowania napięć i prądów	186
6.2.3.	Sterowanie obciążeniem	187
6.2.4.	Tranzystorowe źródło prądowe	188
6.3.	Wzmacniacz tranzystorowy	189
6.3.1.	Układy pracy tranzystora	190
6.3.2.	Ustalenie punktu pracy	191
6.3.3.	Wtórnik emiterowy	192
6.3.4.	Układ wspólnego emitera	193
6.4.	Tranzystor dynamicznie	195
6.4.1.	Pojemności złączowe	196
6.4.2.	<i>Efekt Millera*</i>	196
6.5.	Parowanie tranzystorów	197
Rozdział 7.	Układy tranzystorowe	199
7.1.	Źródła prądowe	199
7.1.1.	Podstawowy układ z tranzystorem	199
7.1.2.	Źródło prądowe z diodą Zenera	200
7.1.3.	Zwierciadło prądowe	201
7.2.	Zasilanie	202
7.2.1.	Zwiększanie obciążalności dzielnika napięciowego	202
7.2.2.	Układ Darlingtona	202
7.2.3.	Dzielnik z diodą Zenera	203
7.2.4.	Stabilizator ze sprzężeniem zwrotnym	204
7.3.	Wzmacniacz różnicowy	206
7.3.1.	Mostek dwóch wzmacniaczy OE	206
7.3.2.	Podstawowy układ wzmacniacza różnicowego	206
7.3.3.	Asymetryczny wzmacniacz różnicowy	208
7.3.4.	Wzmacniacz różnicowy ze źródłem prądowym	210
7.4.	Wzmacniacz przeciwsoبنى	211
7.4.1.	Wtórnik emiterowy z ujemnym zasilaniem	211
7.4.2.	Wzmacniacz przeciwsoبنى klasy B	213
7.4.3.	Wzmacniacz klasy AB	215
7.4.4.	Kilka uwag o wzmacniaczach mocy	216
7.5.	Sprzężenie zwrotne i generatory	217
7.5.1.	Ogólnie o sprzężeniu zwrotnym	217
7.5.2.	Ujemne sprzężenie zwrotne emiterowe i kolektorowe	219
7.5.3.	Sprzężenie zwrotne w układach generacyjnych	219
7.6.	Tranzystor bipolarny jako przełącznik	221
7.6.1.	Inwerter	221

7.6.2.	Multiwibrator astabilny	222
7.6.3.	Przerzutnik Schmitta	225
Rozdział 8.	Tranzystory unipolarne	229
8.1.	Podstawy działania tranzystorów unipolarnych	230
8.1.1.	Fizyczne podstawy działania FET	230
8.1.2.	Klasyfikacja i symbole tranzystorów unipolarnych	230
8.1.3.	Charakterystyki tranzystorów unipolarnych	232
8.1.4.	Parametry katalogowe tranzystorów polowych	236
8.2.	Wzmacniacze z tranzystorami unipolarnymi	239
8.2.1.	Punkt pracy	239
8.2.2.	Wtórnik źródłowy	241
8.2.3.	Wzmacniacz o wspólnym źródle	243
8.3.	Układy przełączające z tranzystorami polowymi	244
8.3.1.	Sterowanie obciążeniem	244
8.3.2.	Inwertery nMOS i CMOS	246
8.3.3.	Mostek H	246
8.3.4.	Sterowanie PWM	248
8.3.5.	Klucze analogowe	249
Rozdział 9.	Technika scalona	253
9.1.	Wzmacniacze operacyjne	254
9.1.1.	Idealny wzmacniacz operacyjny	254
9.1.2.	Podstawowe układy wzmacniające	256
9.1.3.	Wzmacniacz różnicowy	258
9.1.4.	Sumator	259
9.1.5.	Realizacja funkcji nieliniowych	260
9.1.6.	Źródła prądowe	262
9.1.7.	Układ całkujący i różniczkujący	263
9.1.8.	Praca z niesymetrycznym zasilaniem	264
9.1.9.	Parametry rzeczywistych wzmacniaczy operacyjnych	266
9.2.	Komparatory	268
9.2.1.	Komparator drabinkowy	270
9.2.2.	Komparator okienkowy	270
9.2.3.	Przerzutnik Schmitta	271
9.3.	Scalone trójkońcówkowe stabilizatory napięcia	273
9.3.1.	Regulacja napięcia wyjściowego	274
9.3.2.	Zwiększenie obciążalności	275
9.3.3.	Źródło prądowe	275
9.4.	Układ czasowy 555	276
9.4.1.	Budowa wewnętrzna	276
9.4.2.	Generator przebiegu prostokątnego	278
9.4.3.	Układy scalone na schematach	279
III. Elektronika cyfrowa		
Rozdział 10.	Podstawy, techniki	283
10.1.	Wprowadzenie	283
10.2.	System binarny	284
10.2.1.	Systemy liczenia	284
10.2.2.	Dwójkowy system liczenia	285
10.2.3.	Inne systemy liczbowe w elektronice cyfrowej	287

10.3.	Kody liczbowe	288
10.3.1.	Popularne kody	289
10.3.2.	Kodery, dekodery, transkodery	290
10.3.3.	<i>Liczby ujemne*</i>	290
10.3.4.	<i>Liczby stało- i zmiennoprzecinkowe*</i>	291
10.4.	Podstawy cyfrowej logiki	292
10.4.1.	Zapis funkcji logicznych	292
10.4.2.	Elementarne funktory	293
10.4.3.	Podstawy algebry Boole'a	296
10.4.4.	Bramki wielowejsściowe	298
10.5.	Techniki wykonania układów cyfrowych	299
10.5.1.	Ważne parametry bramek	300
10.5.2.	Serie 7400 i 4000	300
10.5.3.	Technika bipolarna	301
10.5.4.	Technika unipolarna	302
10.5.5.	Układy pośredniczące	303
10.6.	Klasyfikacja układów cyfrowej elektroniki	304
Rozdział 11.	Układy kombinacyjne	305
11.1.	Zapis funkcji na podstawie tablicy stanów	305
11.1.1.	Przykład projektowy	305
11.1.2.	Optymalizacja układów kombinacyjnych	307
11.2.	Multiplexery, demultiplexery	310
11.2.1.	Przełącznik cyfrowy	311
11.2.2.	Transmisja szeregową	312
11.2.3.	Realizacja dowolnych układów kombinacyjnych za pomocą multiplexerów	313
11.3.	Złożone układy kombinacyjne	313
11.3.1.	Implementacja za pomocą bloków funkcjonalnych	313
11.3.2.	ALU	314
11.3.3.	Układy programowalne	315
11.3.4.	Hazard	315
11.3.5.	Kontrola parzystości	316
Rozdział 12.	Układy sekwencyjne	319
12.1.	Przerzutniki	319
12.1.1.	Jak zapamiętać?	319
12.1.2.	Przerzutnik RS	321
12.1.3.	Tłumienie drgań styków	323
12.1.4.	Przerzutniki synchroniczne	324
12.1.5.	Przerzutnik JK	325
12.1.6.	Przerzutnik D	327
12.1.7.	Przekształcanie przerzutników	327
12.2.	Pamięci	330
12.2.1.	Rejestry	330
12.2.2.	Pamięci o swobodnym dostępie	331
12.2.3.	Klasyfikacja pamięci	332
12.3.	Liczniki	333
12.3.1.	Liczniki asynchroniczne	333
12.3.2.	Liczniki synchroniczne	335
12.3.3.	Projektowanie liczników	335

12.4. Ogólna charakterystyka układów sekwencyjnych	338
Rozdział 13. Systemy wbudowane	341
13.1. Charakterystyka systemów wbudowanych	341
13.1.1. Architektura systemów wbudowanych	341
13.1.2. Układy mikroprocesorowe	343
13.1.3. Dwie główne metody programowania systemów wbudowanych . . .	344
13.2. Przycisk maszynowy	346
13.2.1. Przykład Arduino	347
13.2.2. Przykład Raspberry Pi	348
13.3. Analogowy świat	350
13.3.1. Przetworniki AD i DA	350
13.3.2. Sterowanie jasnością świecenia diody	351
Indeks	353