

Spis treści

Spis tablic / 12

ROZDZIAŁ 9

Przetwarzanie i stabilizacja napięcia / 13

- 9.1. Krok po kroku: od diody Zenera do liniowego stabilizatora szeregowego / 14
 - 9.1.1. Dodajemy sprzężenie zwrotne / 16
- 9.2. Podstawowe układy liniowych stabilizatorów napięcia z klasycznym elementem 723 / 18
 - 9.2.1. Stabilizator napięcia typu 723 / 19
 - 9.2.2. Kilka słów na obronę surowo ocenianego układu 723 / 21
- 9.3. Całkowicie scalone liniowe stabilizatory napięcia / 22
 - 9.3.1. Klasyfikacja liniowych scalonych stabilizatorów napięcia / 22
 - 9.3.2. Stabilizatory trzykońcówkowe o ustalonym napięciu wyjściowym / 22
 - 9.3.3. Stabilizatory trzykońcówkowe o ustawialnym napięciu wyjściowym / 25
 - 9.3.4. Stabilizator typu 317: wskazówki dla użytkownika / 27
 - 9.3.5. Przykładowe układy z wykorzystaniem stabilizatora typu 317 / 33
 - 9.3.6. Stabilizatory o zmniejszonym minimalnym napięciu we-wy / 36
 - 9.3.7. Stabilizatory o prawdziwie małym minimalnym napięciu we-wy / 37
 - 9.3.8. Stabilizatory 3-końcówkowe z wbudowanym źródłem prądu wzorcowego / 38
 - 9.3.9. Porównanie minimalnych napięć we-wy różnych stabilizatorów / 39
 - 9.3.10. Przykład stabilizatora dwunapięciowego / 47
 - 9.3.11. Wybór stabilizatora liniowego / 48
 - 9.3.12. Osobliwości stabilizatorów liniowych / 49
 - 9.3.13. Filtracja szumu i tętnień / 54
 - 9.3.14. Źródła prądowe / 55
- 9.4. Projektowanie z uwzględnieniem mocy i ciepła / 59
 - 9.4.1. Tranzystory mocy i rozpraszanie ciepła / 60
 - 9.4.2. Obszar bezpiecznej pracy / 65
- 9.5. Od gniazda sieciowego do wyjścia zasilacza niestabilizowanego / 66
 - 9.5.1. Elementy sieciowe / 67
 - 9.5.2. Transformator sieciowy / 70
 - 9.5.3. Elementy obwodu stałoprądowego zasilacza / 72
 - 9.5.4. Zasilacz niestabilizowanych napięć symetrycznych - test prawdy na stole laboratoryjnym! / 74
 - 9.5.5. Zasilacze liniowe kontra zasilacze impulsowe: tętnienia i zakłócenia / 75
- 9.6. Stabilizatory impulsowe i przetwornice napięcia stałego / 76
 - 9.6.1. Stabilizatory liniowe kontra stabilizatory impulsowe / 76
 - 9.6.2. Topologie przetwornic impulsowych / 78
 - 9.6.3. Bezcewkowe przetwornice impulsowe / 79
 - 9.6.4. Przetwornice z cewkami: topologie podstawowe bez izolacji we-wy / 85
 - 9.6.5. Przetwornica obniżająca napięcie / 91
 - 9.6.6. Przetwornica podwyższająca napięcie / 101
 - 9.6.7. Przetwornica odwracająca napięcie / 102
 - 9.6.8. Uwagi na temat przetwornic impulsowych bez izolacji we-wy / 103
 - 9.6.9. Tryby pracy stabilizatorów impulsowych: napięciowy i prądowy / 107
 - 9.6.10. Przetwornice impulsowe z transformatorami: informacje podstawowe / 109
 - 9.6.11. Przetwornica zaporowa / 109
 - 9.6.12. Przetwornica przepustowa / 112
 - 9.6.13. Przetwornice mostkowe / 113
- 9.7. Sieciowe przetwornice impulsowe / 115
 - 9.7.1. Stopień wejściowy przetwarzający napięcie przemienne na napięcie stałe / 116
 - 9.7.2. Stopień przetwarzania napięcia stałego na napięcie stałe / 118

9.8.	Przykład rzeczywistego sieciowego impulsowego stabilizatora napięcia / 122	10.2.1.	Wykaz powszechnie stosowanych bramek / 195
9.8.1.	Sieciowe stabilizatory impulsowe: obraz ogólny / 122	10.2.2.	Budowa bramek scalonych / 196
9.8.2.	Sieciowe stabilizatory impulsowe: sposób działania - opis ogólny / 123	10.2.3.	Charakterystyki układów CMOS i bipolarnych (TTL) / 197
9.8.3.	Sieciowe stabilizatory impulsowe: sposób działania - opis szczegółowy / 126	10.2.4.	Układy z wyjściem trójstanowym i układy z otwartym kolektorem / 200
9.8.4.	Projekt wzorcowy / 131	10.3.	Układy kombinacyjne / 204
9.8.5.	Podsumowanie: ogólne uwagi na temat sieciowych zasilaczy impulsowych / 132	10.3.1.	Tożsamości logiczne / 204
9.8.6.	Kiedy stosować zasilacze impulsowe / 133	10.3.2.	Minimalizacja i tablice Karnaugh / 205
9.9.	Inwertery i wzmacniacze impulsowe / 133	10.3.3.	Scalone układy kombinacyjne / 206
9.10.	Wzorce napięcia / 135	10.4.	Układy sekwencyjne / 212
9.10.1.	Diody Zenera / 135	10.4.1.	Układy z pamięcią: przerzutniki / 212
9.10.2.	Wzorec napięcia z tranzystorów bipolarnych / 144	10.4.2.	Przerzutniki synchroniczne / 213
9.10.3.	Wzorec napięcia z JFET-ów / 146	10.4.3.	Połączenie przerzutników i bramek: układy sekwencyjne / 218
9.10.4.	Wzorec napięcia z tranzystorem MOS / 147	10.4.4.	Synchronizator / 222
9.10.5.	Trzykońcówkowe precyzyjne wzorce napięcia / 147	10.4.5.	Przerzutnik monostabilny / 224
9.10.6.	Szum wzorców napięcia / 148	10.4.6.	Wytwarzanie pojedynczych impulsów za pomocą przerzutników i liczników / 225
9.10.7.	Wzorce napięcia: uwagi dodatkowe / 150	10.5.	Scalone układy sekwencyjne / 226
9.11.	Komercyjne moduły zasilające / 152	10.5.1.	Zatrzaski i rejestry / 226
9.12.	Magazynowanie energii: baterie i kondensatory / 154	10.5.2.	Liczniki / 227
9.12.1.	Charakterystyki ogniw, baterii i akumulatorów / 155	10.5.3.	Rejestry przesuwające / 231
9.12.2.	Wybór baterii lub akumulatora / 157	10.5.4.	Programowalne układy cyfrowe / 233
9.12.3.	Magazynowanie energii w kondensatorach / 157	10.5.5.	Różnorodne funkcje sekwencyjne / 234
9.13.	Zasilacze: tematy dodatkowe / 160	10.6.	Kilka typowych układów cyfrowych / 236
9.13.1.	Zabezpieczenia nadnapięciowe / 160	10.6.1.	Licznik modulo n : przykład zależności czasowych / 236
9.13.2.	Poszerzanie zakresu napięć wejściowych / 164	10.6.2.	Sekwencyjny układ sterowania wyświetlaczami LED / 239
9.13.3.	Ograniczanie prądu wyjściowego przez jego redukcję / 165	10.6.3.	Generator o programowalnej liczbie impulsów / 241
9.13.4.	Zewnętrzny tranzystor szeregowy / 167	10.7.	Projektowanie mikromocowych układów cyfrowych / 243
9.13.5.	Stabilizatory wysokonapięciowe / 168	10.7.1.	Utrzymanie niskiego poziomu mocy wydzielanej w układzie CMOS / 243
	Podsumowanie rozdziału 9 / 172	10.8.	„Choroby” układów cyfrowych / 245
		10.8.1.	Problemy statyczne / 245
		10.8.2.	Problemy dynamiczne / 246
		10.8.3.	Wrodzone wady układów TTL i CMOS / 249
			Ćwiczenia dodatkowe do rozdziału 10 / 253
			Podsumowanie rozdziału 10 / 254
ROZDZIAŁ 10			
Technika cyfrowa / 179			
10.1.	Podstawy techniki cyfrowej / 179		
10.1.1.	Dyskretnie czy analogowe? / 179		
10.1.2.	Stany logiczne / 180		
10.1.3.	Kody liczbowe / 182		
10.1.4.	Bramki i tablice prawdy / 186		
10.1.5.	Bramki z elementów dyskretnych / 189		
10.1.6.	Przykłady układów z bramkami / 190		
10.1.7.	Miejsce symbolu negacji stanu / 192		
10.2.	Scalone układy cyfrowe: CMOS i bipolarne (TTL) / 193		
ROZDZIAŁ 11			
Programowalne układy cyfrowe / 258			
11.1.	Krótki rys historyczny / 258		
11.2.	Sprzęt / 260		
11.2.1.	Podstawowy układ rodziny PAL / 260		
11.2.2.	Układy PLA / 263		
11.2.3.	Układy FPGA / 263		
11.2.4.	Pamięć konfiguracji / 265		

11.2.5.	Inne układy PLD / 266
11.2.6.	Oprogramowanie / 266
11.3.	Przykład: generator pseudolosowych bajtów / 266
11.3.1.	Sposób wytwarzania pseudolosowych bajtów / 267
11.3.2.	Realizacja za pomocą układów standardowych / 268
11.3.3.	Realizacja za pomocą układu programowalnego / 269
11.3.4.	Układ programowalny - tekstowe wprowadzanie danych (HDL) / 272
11.3.5.	Realizacja z użyciem mikrokontrolera / 277
11.4.	Rady / 283
11.4.1.	Wybór technologii / 283
11.4.2.	Wybór z punktu widzenia potrzeb użytkownika / 284
	Podsumowanie rozdziału 11 / 286

ROZDZIAŁ 12

Transmisja sygnałów cyfrowych / 290

12.1.	Łączenie się z układami CMOS i TTL / 290
12.1.1.	Chronologia układów cyfrowych - krótki zarys historyczny / 290
12.1.2.	Charakterystyki wejściowe i wyjściowe / 296
12.1.3.	Łączenie ze sobą układów cyfrowych z różnych rodzin / 301
12.1.4.	Sterowanie wejściami układów cyfrowych / 305
12.1.5.	Zabezpieczanie wejść układów cyfrowych / 308
12.1.6.	Kilka uwag na temat obwodów wejściowych układów cyfrowych / 311
12.1.7.	Komparatory i wzmacniacze operacyjne jako źródła sygnałów wejściowych układów cyfrowych / 312
12.2.	Dygresja: obserwacja sygnałów cyfrowych / 315
12.3.	Komparatory / 316
12.3.1.	Wyjścia / 316
12.3.2.	Wejścia / 320
12.3.3.	Inne parametry / 326
12.3.4.	Inne przestrogi / 327
12.4.	Łączenie układów cyfrowych z zewnętrznymi obciążeniami / 328
12.4.1.	Obciążenie zasilane dodatnim napięciem: sterowanie bezpośrednie / 328
12.4.2.	Obciążenie zasilane dodatnim napięciem: sterowanie pośrednie / 332
12.4.3.	Obciążenie zasilane ujemnym napięciem lub napięciem przemiennym / 334
12.4.4.	Zabezpieczanie kluczy mocy / 336
12.4.5.	Sprzęganie układów NMOS LSI / 340

12.5.	Elementy optoelektroniczne: źródła światła / 344
12.5.1.	Diody LED: kontrolki i inne zastosowania / 344
12.5.2.	Diody laserowe / 352
12.5.3.	Wyświetlacze / 354
12.6.	Elementy optoelektroniczne: detektory / 359
12.6.1.	Fotodiody i fototranzystory / 359
12.6.2.	Fotopowielacze / 361
12.7.	Transoptory i przekaźniki / 362
12.7.1.	Transoptory z fototranzystorem na wyjściu (I) / 364
12.7.2.	Transoptory z wyjściem cyfrowym (II) / 365
12.7.3.	Transoptory - sterowniki MOS-ów i IGBT-ów (III) / 366
12.7.4.	Transoptory do zastosowań analogowych (IV) / 367
12.7.5.	Przekaźniki półprzewodnikowe z tranzystorem na wyjściu (V) / 369
12.7.6.	Przekaźniki półprzewodnikowe z tyrystorem/triakiem na wyjściu (VI) / 371
12.7.7.	Transoptory z wejściem przemiennoprądowym (VII) / 372
12.7.8.	Przerwyacze optyczne / 373
12.8.	Optoelektronika: światłowodowe łącza cyfrowe / 374
12.8.1.	TOSLINK / 374
12.8.2.	Versatile Link / 376
12.8.3.	Moduły do światłowodów szklanych ze złączami SC/ST / 377
12.8.4.	Całkowicie scalone moduły nadawczo-odbiorcze do szybkiej transmisji światłowodowej / 378
12.9.	Sygnały cyfrowe a długie przewody / 379
12.9.1.	Połączenia lokalne / 379
12.9.2.	Połączenia między płytkami / 381
12.10.	Transmisja sygnałów cyfrowych za pośrednictwem kabli / 382
12.10.1.	Kable współosiowe (koncentryczne) / 382
12.10.2.	Właściwy sposób transmisji (I): dopasowanie falowe na końcu kabla / 384
12.10.3.	Kable symetryczne / 390
12.10.4.	RS-232 / 399
12.10.5.	Podsumowanie / 401
	Podsumowanie rozdziału 12 / 403

ROZDZIAŁ 13

Na styku techniki analogowej i techniki cyfrowej / 410

13.1.	Kilka uwag wstępnych / 411
13.1.1.	Podstawowe parametry przetworników C/A i A/C / 411
13.1.2.	Kody / 411
13.1.3.	Błędy przetwarzania / 411

- 13.1.4. Przetworniki autonomiczne kontra wbudowane / 412
- 13.2. Przetworniki cyfrowo-analogowe (C/A) / 413
- 13.2.1. Przetworniki C/A z łańcuchem oporników / 413
- 13.2.2. Przetworniki C/A z drabinką $R-2R$ / 414
- 13.2.3. Przetworniki C/A z przełączaniem prądów / 416
- 13.2.4. Mnożące przetworniki C/A / 416
- 13.2.5. Wytwarzanie napięcia wyjściowego / 417
- 13.2.6. Sześć przetworników C/A / 419
- 13.2.7. Przetworniki C/A sigma-delta / 422
- 13.2.8. Modulator szerokości impulsów jako przetwornik cyfrowo-analogowy / 422
- 13.2.9. Przetworniki częstotliwość-napięcie / 425
- 13.2.10. Mnożący eliminator impulsów / 425
- 13.2.11. Wybór przetwornika cyfrowo-analogowego / 426
- 13.3. Przykładowe układy z przetwornikami C/A / 426
- 13.3.1. Laboratoryjne źródło napięcia stałego ogólnego przeznaczenia / 426
- 13.3.2. Ośmiokanałowe źródło napięcia / 432
- 13.3.3. Nanoamperowe bipolarne źródło prądowe o szerokim zakresie napięcia wyjściowego / 432
- 13.3.4. Precyzyjny sterownik cewki / 435
- 13.4. Nieliniowość przetworników C/A / 438
- 13.5. Przetworniki analogowo-cyfrowe (A/C) / 439
- 13.5.1. Digitalizacja: aliasing, częstotliwość próbkowania i głębokość próbkowania / 439
- 13.5.2. Sposoby przetwarzania analogowo-cyfrowego / 442
- 13.6. Przetworniki A/C - grupa I: przetworniki równoległe („flash”) / 443
- 13.6.1. Zmodyfikowane przetworniki równoległe / 446
- 13.6.2. Sterowanie przetwornikami A/C: równoległymi, składankowymi i RF / 448
- 13.6.3. Przykład przetwornika równoległego z próbkowaniem podpasmowym / 450
- 13.7. Przetworniki A/C - grupa II: przetworniki kompensacyjne / 451
- 13.7.1. Przykład prostego kompensacyjnego przetwornika A/C / 456
- 13.7.2. Odmiany przetworników kompensacyjnych / 457
- 13.7.3. Przykład układu przetwarzania A/C / 457
- 13.8. Przetworniki A/C - grupa III: przetworniki całkujące / 460
- 13.8.1. Przetwarzanie napięcia na częstotliwość / 460
- 13.8.2. Metoda jednokrotnego całkowania / 461
- 13.8.3. Metody oparte na równoważeniu ładunków / 461
- 13.8.4. Metoda dwukrotnego całkowania / 462
- 13.8.5. Dygresja: klucze analogowe w układach przetwarzania sygnałów / 463
- 13.8.6. Projekty mistrzów: światowej klasy przetworniki A/C z wielokrotnym całkowaniem firmy Agilent / 467
- 13.9. Przetworniki A/C - grupa IV: przetworniki sigma-delta / 471
- 13.9.1. Prosty przetwornik sigma-delta do naszego monitora dawki promieniowania UV / 471
- 13.9.2. Demistyfikacja przetwornika sigma-delta / 473
- 13.9.3. Analogowo-cyfrowe i cyfrowo-analogowe przetworniki sigma-delta / 474
- 13.9.4. Proces przetwarzania sigma-delta / 474
- 13.9.5. Dygresja: kształtowanie widma szumu / 481
- 13.9.6. Konkluzja / 482
- 13.9.7. Symulacja / 484
- 13.9.8. A co z przetwornikami C/A? / 485
- 13.9.9. Zalety i wady nadpróbkujących przetworników sigma-delta / 486
- 13.9.10. Sygnały spoczynkowe / 487
- 13.9.11. Kilka przykładów zastosowań przetworników sigma-delta / 489
- 13.10. Przetworniki A/C: wybór i kompromisy / 495
- 13.10.1. Przetworniki sigma-delta i ich konkurencja / 495
- 13.10.2. Przetworniki A/C próbujące kontra uśredniające: szum / 498
- 13.10.3. Mikromocowe przetworniki A/C / 499
- 13.11. Kilka niezwykłych przetworników A/C i C/A / 500
- 13.11.1. ADE7753: wielofunkcyjny układ scalony do pomiaru mocy pobieranej z sieci energetycznej / 501
- 13.11.2. AD7873: digitalizer ekranu dotykowego / 504
- 13.11.3. AD7927: przetwornik A/C z sekwencerem / 505
- 13.11.4. AD7730: podsystem do precyzyjnych pomiarów mostkowych / 505
- 13.12. Przykłady systemów przetwarzania A/C / 507
- 13.12.1. Multipleksowany 16-kanałowy system zbierania danych / 507
- 13.12.2. Wielokanałowy system równoległego zbierania danych z przetwornikami kompensacyjnymi / 511
- 13.12.3. Wielokanałowy system równoległego zbierania danych z przetwornikami sigma-delta / 514
- 13.13. Pętla fazowa / 518
- 13.13.1. Wprowadzenie / 518
- 13.13.2. Podzespoły pętli fazowej / 520

13.13.3.	Projektowanie pętli fazowej / 524	14.3.7.	Przerwania / 583
13.13.4.	Projektowanie powielacza częstotliwości / 524	14.3.8.	Obsługa przerwań / 584
13.13.5.	Zaskok pętli fazowej i jej pozostawanie w stanie synchronizmu / 529	14.3.9.	Uogólnienie metody przerwań / 587
13.13.6.	Niektóre zastosowania pętli fazowej / 531	14.3.10.	Bezpośredni dostęp do pamięci / 591
13.13.7.	Podsumowanie: jak pętla fazowa tłumi szum jitter / 543	14.3.11.	Zestawienie sygnałów 8-bitowej magistrali PC104/ISA / 593
13.14.	Generatory sekwencji pseudolosowych i generatory szumu / 544	14.3.12.	Magistrala PC104 we wbudowywanym komputerze jednopłytkowym / 595
13.14.1.	Cyfrowa generacja szumu / 544	14.4.	Rodzaje pamięci / 596
13.14.2.	Rejestry liniowe / 544	14.4.1.	Pamięci ulotne i nieulotne / 597
13.14.3.	Wytwarzanie szumu analogowego z ciągów maksymalnie długich / 547	14.4.2.	Statyczne i dynamiczne pamięci RAM / 597
13.14.4.	Widmo mocy ciągu pseudolosowego / 547	14.4.3.	Statyczna pamięć RAM (SRAM) / 598
13.14.5.	Filtracja dolnoprzepustowa / 550	14.4.4.	Pamięć DRAM / 601
13.14.6.	Podsumowanie / 552	14.4.5.	Pamięć nieulotna / 605
13.14.7.	Generatory szumu wytwarzające sygnał prawdźwie losowy / 554	14.4.6.	Pamięci półprzewodnikowe: podsumowanie / 611
13.14.8.	Hybrydowy filtr cyfrowy / 555	14.5.	Inne magistrale i łącza do transmisji danych: ogólny zarys / 612
	Podsumowanie rozdziału 13 / 556	14.6.	Magistrale i łącza równoległe / 616
		14.6.1.	Magistrala równoległa między podzespołami elektronicznymi - przykład / 616
		14.6.2.	Szybkie łącza równoległe między elementami elektronicznymi - dwa przykłady / 617
		14.6.3.	Inne równoległe magistrale komputerowe / 618
		14.6.4.	Równoległe magistrale i łącza peryferyjne / 619
		14.7.	Magistrale i łącza szeregowo / 620
		14.7.1.	SPI / 621
		14.7.2.	Dwuprzewodowa magistrala I ² C („TWI”) / 622
		14.7.3.	Szeregowa magistrala jednoprzewodowa („1-wire”) / 625
		14.7.4.	JTAG / 625
		14.7.5.	Precz z linią sygnału zegarowego: można go odtworzyć z ciągu danych / 626
		14.7.6.	SATA, eSATA i SAS / 627
		14.7.7.	PCI Express / 627
		14.7.8.	Asynchroniczne magistrale szeregowo (RS-232, RS-485) / 628
		14.7.9.	Kodowanie Manchester / 631
		14.7.10.	Kodowanie bifazowe / 631
		14.7.11.	RLL w ciągach binarnych: przetykanie bitami / 634
		14.7.12.	Kodowanie RLL: 8b/10b i inne / 634
		14.7.13.	USB / 635
		14.7.14.	FireWire / 636
		14.7.15.	Magistrala CAN (Controller Area Network) / 636
		14.7.16.	Ethernet / 640
		14.8.	Formaty liczb / 641
		14.8.1.	Liczby całkowite / 641
		14.8.2.	Liczby zmiennoprzecinkowe / 641
			Podsumowanie rozdziału 14 / 644

ROZDZIAŁ 14

Komputery, kontrolery i łącza do transmisji danych / 562

14.1.	Architektura komputera: procesor i magistrala / 563
14.1.1.	Procesor (CPU) / 564
14.1.2.	Pamięć / 565
14.1.3.	Pamięć masowa / 565
14.1.4.	Grafika, sieć komputerowa, sterowniki łącz równoległych i szeregowych / 566
14.1.5.	Układy wejścia/wyjścia czasu rzeczywistego / 566
14.1.6.	Magistrala / 566
14.2.	Zbiór instrukcji komputera / 567
14.2.1.	Język symboliczny i język maszynowy / 567
14.2.2.	Uproszczony zbiór instrukcji procesorów rodziny x86 / 568
14.2.3.	Przykład programowania / 572
14.3.	Sygnały magistrali i sposoby łączenia się z nią / 573
14.3.1.	Podstawowe sygnały magistrali: dane, adresy, sygnały strobujące / 573
14.3.2.	Programowa obsługa wejścia/ wyjścia: wysyłanie danych / 574
14.3.3.	Programowanie wektorowego wyświetlacza XY / 577
14.3.4.	Programowa obsługa wejścia/wyjścia: przyjmowanie danych / 578
14.3.5.	Programowa obsługa wejścia/ wyjścia: rejestry stanu / 579
14.3.6.	Programowalny układ we/wy: rejestry rozkazów / 582

ROZDZIAŁ 15**Mikrokontrolery / 649**

- 15.1. Wstęp / 649
- 15.2. Projekt 1: monitor promieniowania UV (V) / 650
- 15.2.1. Realizacja z użyciem mikrokontrolera / 651
- 15.2.2. Program mikrokontrolera („firmware”) / 653
- 15.3. Przegląd popularnych rodzin mikrokontrolerów / 657
- 15.3.1. Wewnętrzne układy peryferyjne / 659
- 15.4. Projekt 2: układ sterowania zasilaniem urządzeń sieciowych / 660
- 15.4.1. Realizacja za pomocą mikrokontrolera / 661
- 15.4.2. Program mikrokontrolera / 663
- 15.5. Projekt 3: syntezytor częstotliwości / 664
- 15.5.1. Program mikrokontrolera / 667
- 15.6. Projekt 4: układ sterujący temperaturą / 670
- 15.6.1. Sprzęt / 670
- 15.6.2. Pętla sterowania / 676
- 15.6.3. Program mikrokontrolera / 677
- 15.7. Projekt 5: układ stabilizacji platformy pojazdu dwukołowego / 679
- 15.8. Scalone układy peryferyjne dla mikrokontrolerów / 680
- 15.8.1. Układy peryferyjne łączone bezpośrednio z mikrokontrolerem / 682
- 15.8.2. Układy peryferyjne z łączem SPI / 685
- 15.8.3. Układy peryferyjne z łączem PC / 688
- 15.8.4. Kilka ważnych ograniczeń sprzętowych / 690
- 15.9. Środowisko uruchomieniowe / 691
- 15.9.1. Oprogramowanie / 691
- 15.9.2. Ograniczenia związane z programowaniem w czasie rzeczywistym / 693
- 15.9.3. Sprzęt / 695
- 15.9.4. Projekt Arduino / 698
- 15.10. Na zakończenie / 699
- 15.10.1. O kosztach sprzętu i oprogramowania / 699
- 15.10.2. Kiedy używać mikrokontrolerów / 700
- 15.10.3. Jak wybrać mikrokontroler / 701
- 15.10.4. Uwaga na odchodnym / 701

Przegląd rozdziału 15 / 702

DODATEK A**Powtórka z matematyki / 705**

- A.1. Trygonometria, funkcje wykładnicze i logarytmiczne / 705
- A.2. Liczby zespolone / 705
- A.3. Obliczanie pochodnych (rachunek różniczkowy) / 707
- A.3.1. Pochodne niektórych popularnych funkcji / 708

- A.3.2. Kilka reguł na obliczanie pochodnych funkcji złożonych / 708
- A.3.3. Obliczanie pochodnych: kilka przykładów / 708

DODATEK B**Jak rysować schematy / 709**

- B.1. Zasady ogólne / 709
- B.2. Reguły / 709
- B.3. Wskazówki / 710
- B.4. Prosty przykład / 710

DODATEK C**Oporniki / 712**

- C.1. Szczypta historii / 712
- C.2. Dostępne wartości rezystancji / 712
- C.3. Znakowanie oporników / 713
- C.4. Typy oporników / 713
- C.5. Komedia omyłek / 715

DODATEK D**Twierdzenie Thevenina / 716**

- D.1. Dowód / 716
- D. 1.1. Dwa przykłady: dzielnik napięcia i quasi-dzielnik napięcia / 717
- D.2. Twierdzenie Nortona / 717
- D.3. Jeszcze jeden przykład / 717
- D.4. Twierdzenie Millmana / 718

DODATEK E**Filtry LC o charakterystyce Butterwortha / 719**

- E.1. Filtr dolnoprzepustowy / 719
- E.2. Filtr górnoprzepustowy / 720
- E.3. Przykłady filtrów / 720

DODATEK F**Proste obciążenia / 723**

- F.1. Przykład / 723
- F.2. Elementy o trzech końcówkach / 724
- F.3. Elementy nieliniowe / 724

DODATEK G**Charakterograf / 726****DODATEK H****Linie transmisyjne i dopasowywanie impedancji / 727**

- H.1. Niektóre właściwości linii transmisyjnych / 727
- H.1.1. Impedancja charakterystyczna (falowa) / 727
- H.1.2. Impulsowe sterowanie linią transmisyjną z różnym obciążeniem jej końca / 729

- H.1.3. Sinusoidalne sterowanie linią transmisyjną z różnym obciążeniem jej końca / 733
- H.1.4. Straty w liniach transmisyjnych / 734
- H.2. Dopasowywanie impedancji / 735
- H.2.1. Szerokopasmowe rezystorowe układy dopasowujące / 736
- H.2.2. Tłumik rezystorowy / 737
- H.2.3. Szerokopasmowe (bezstratne) transformatorowe układy dopasowujące / 737
- H.2.4. Wąskopasmowe (bezstratne) reaktancyjne układy dopasowujące / 739
- H.3. Linie opóźniające i układy formowania impulsów z elementów o parametrach skupionych / 740
- H.4. Epilog: wyznaczanie impedancji falowej linii transmisyjnej / 741
- H.4.1. Metoda pierwsza: linia obciążona opornikiem o rezystancji równej impedancji falowej / 741
- H.4.2. Metoda druga: linia o nieskończonej długości / 742
- H.4.3. Postscriptum: linie opóźniające z elementów dyskretnych / 742

DODATEKI

Telewizja: krótkie wprowadzenie / 746

- 1.1. Telewizja: wizja + fonie / 746
- 1.1.1. Fonia / 746
- 1.1.2. Wizja / 747
- 1.2. Łączenie i przesyłanie wizji + fonii: modulacja / 749
- 1.3. Rejestrowanie analogowych programów telewizyjnych / 752
- 1.4. Telewizja cyfrowa: co to takiego? / 752
- 1.5. Telewizja cyfrowa: rozsiewcza i kablowa / 755
- 1.6. Bezpośrednia telewizja satelitarna / 756
- 1.7. Transmisja strumieniowa cyfrowego sygnału wizyjnego za pośrednictwem internetu / 759
- 1.8. Cyfrowa telewizja kablowa: usługi premium i dostęp warunkowy / 760
- 1.8.1. Cyfrowa telewizja kablowa: wideo na życzenie / 760
- 1.8.2. Cyfrowa telewizja kablowa: transmisje kluczowane / 761
- 1.9. Rejestrowanie cyfrowych programów telewizyjnych / 761
- 1.10. Wyświetlacze obrazu telewizyjnego / 762
- 1.11. Łącza wizyjne: analogowe (sygnału zespolonego, sygnałów składowych) i cyfrowe (HDMI/DVI, DisplayPort) / 763

DODATEK J

Elementarz programu SPICE: jak uruchomić bezpłatny ICAP/4 demo / 767

- J.1. Instalacja programu ICAP SPICE / 767
- J.2. Wprowadzanie schematu / 767
- J.3. Symulacje / 767
- J.3.1. Wprowadzenie schematu / 768
- J.3.2. Symulacja: analiza częstotliwościowa (małosygnałowa) / 768
- J.3.3. Symulacja: analiza stanów przejściowych (przebiegi napięcia wejściowego i wyjściowego) / 769
- J.4. Kilka uwag końcowych / 770
- J.5. Przykład wykorzystania programu SPICE: badanie zniekształceń nieliniowych wzmacniacza / 770
- J.6. Dodawanie elementów do bazy danych / 770

DODATEK K

„Gdzie można kupić te wszystkie dobra elektroniczne?” / 771

DODATEK L

Przyrządy i narzędzia laboratoryjne / 773

DODATEK M

Katalogi, czasopisma, dane techniczne elementów / 775

DODATEK N

Lektury uzupełniające i bibliografia / 777

DODATEK O

Oscyloskop / 782

- O.1. Oscyloskop analogowy / 782
- O.1.1. Tor odchyłania pionowego / 782
- O.1.2. Tor odchyłania poziomego / 784
- O.1.3. Wyzwalanie / 784
- O.1.4. Wskazówki dla początkujących / 784
- O.1.5. Sondy / 785
- O.1.6. Masa (uziemia) oscyloskopu / 786
- O.1.7. Inne cechy oscyloskopu / 786
- O.2. Oscyloskop cyfrowy / 787
- O.2.1. Różnice między oscyloskopem cyfrowym a oscyloskopem analogowym / 788
- O.2.2. Kilka ostrzeżeń / 790

DODATEK P

Skróty i skrótowce / 792