

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 ustalalnym 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 przemiennie na napięcie stałe / 116
 - 9.7.2. Stopień przetwarzania napięcia stałego na napięcie stałe / 118

- 9.8. Przykład rzeczywistego sieciowego impulsowego stabilizatora napięcia / 122
- 9.8.1. Sieciowe stabilizatory impulsowe: obraz ogólny / 122
- 9.8.2. Sieciowe stabilizatory impulsowe: sposób działania – opis ogólny / 123
- 9.8.3. Sieciowe stabilizatory impulsowe: sposób działania – opis szczegółowy / 126
- 9.8.4. Projekt wzorcowy / 131
- 9.8.5. Podsumowanie: ogólne uwagi na temat sieciowych zasilaczy impulsowych / 132
- 9.8.6. Kiedy stosować zasilacze impulsowe / 133
- 9.9. Inwertery i wzmacniacze impulsowe / 133
- 9.10. Wzorce napięcia / 135
- 9.10.1. Diody Zenera / 135
- 9.10.2. Wzorzec napięcia z tranzystorów bipolarnych / 144
- 9.10.3. Wzorzec napięcia z JFET-ów / 146
- 9.10.4. Wzorzec napięcia z tranzystorem MOS / 147
- 9.10.5. Trzykońcówkowe precyzyjne wzorce napięcia / 147
- 9.10.6. Szum wzorców napięcia / 148
- 9.10.7. Wzorce napięcia: uwagi dodatkowe / 150
- 9.11. Komercyjne moduły zasilające / 152
- 9.12. Magazynowanie energii: baterie i kondensatory / 154
- 9.12.1. Charakterystyki ogniw, baterii i akumulatorów / 155
- 9.12.2. Wybór baterii lub akumulatora / 157
- 9.12.3. Magazynowanie energii w kondensatorach / 157
- 9.13. Zasilacze: tematy dodatkowe / 160
- 9.13.1. Zabezpieczenia nadnapięciowe / 160
- 9.13.2. Poszerzanie zakresu napięć wejściowych / 164
- 9.13.3. Ograniczanie prądu wyjściowego przez jego redukcję / 165
- 9.13.4. Zewnętrzny tranzystor szeregowy / 167
- 9.13.5. Stabilizatory wysokonapięciowe / 168
- Podsumowanie rozdziału 9 / 172
- 10.2.1. Wykaz powszechnie stosowanych bramek / 195
- 10.2.2. Budowa bramek scalonych / 196
- 10.2.3. Charakterystyki układów CMOS i bipolarnych (TTL) / 197
- 10.2.4. Układy z wyjściem trójstanowym i układy z otwartym kolektorem / 200
- 10.3. Układy kombinacyjne / 204
- 10.3.1. Tożsamości logiczne / 204
- 10.3.2. Minimalizacja i tablice Karnaugh'a / 205
- 10.3.3. Scalone układy kombinacyjne / 206
- 10.4. Układy sekwencyjne / 212
- 10.4.1. Układy z pamięcią: przerzutniki / 212
- 10.4.2. Przerzutniki synchroniczne / 213
- 10.4.3. Połączenie przerzutników i bramek: układy sekwencyjne / 218
- 10.4.4. Synchronizator / 222
- 10.4.5. Przerzutnik monostabilny / 224
- 10.4.6. Wytwarzanie pojedynczych impulsów za pomocą przerzutników i liczników / 225
- 10.5. Scalone układy sekwencyjne / 226
- 10.5.1. Zatrzaski i rejestry / 226
- 10.5.2. Liczniki / 227
- 10.5.3. Rejestry przesuujące / 231
- 10.5.4. Programowalne układy cyfrowe / 233
- 10.5.5. Różnorodne funkcje sekwencyjne / 234
- 10.6. Kilka typowych układów cyfrowych / 236
- 10.6.1. Licznik moduło n : przykład zależności czasowych / 236
- 10.6.2. Sekwencyjny układ sterowania wyświetlaczami LED / 239
- 10.6.3. Generator o programowalnej liczbie impulsów / 241
- 10.7. Projektowanie mikromocowych układów cyfrowych / 243
- 10.7.1. Utrzymanie niskiego poziomu mocy wydzielanej w układzie CMOS / 243
- 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. Dyskretne 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. Przełączniki półprzewodnikowe z tranzystorem na wyjściu (V) / 369
- 12.7.6. Przełączniki 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
- 13.13.4. Projektowanie powielacza częstotliwości / 524
- 13.13.5. Zaskok pętli fazowej i jej pozostawanie w stanie synchronizmu / 529
- 13.13.6. Niektóre zastosowania pętli fazowej / 531
- 13.13.7. Podsumowanie: jak pętla fazowa tłumi szum i jitter / 543
- 13.14. Generatory sekwencji pseudolosowych i generatory szumu / 544
- 13.14.1. Cyfrowa generacja szumu / 544
- 13.14.2. Rejestry liniowe / 544
- 13.14.3. Wytwarzanie szumu analogowego z ciągów maksymalnie długich / 547
- 13.14.4. Widmo mocy ciągu pseudolosowego / 547
- 13.14.5. Filtracja dolnoprzepustowa / 550
- 13.14.6. Podsumowanie / 552
- 13.14.7. Generatory szumu wytwarzające sygnał prawdziwie losowy / 554
- 13.14.8. Hybrydowy filtr cyfrowy / 555
- Podsumowanie rozdziału 13 / 556
- 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 strobuujące / 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
- 14.3.7. Przerwania / 583
- 14.3.8. Obsługa przerw / 584
- 14.3.9. Uogólnienie metody przerw / 587
- 14.3.10. Bezpośredni dostęp do pamięci / 591
- 14.3.11. Zestawienie sygnałów 8-bitowej magistrali PCI04/ISA / 593
- 14.3.12. Magistrala PCI04 we wbudowywanym komputerze jednopłytkowym / 595
- 14.4. Rodzaje pamięci / 596
- 14.4.1. Pamięci ulotne i nieulotne / 597
- 14.4.2. Statyczne i dynamiczne pamięci RAM / 597
- 14.4.3. Statyczna pamięć RAM (SRAM) / 598
- 14.4.4. Pamięć DRAM / 601
- 14.4.5. Pamięć nieulotna / 605
- 14.4.6. Pamięci półprzewodnikowe: podsumowanie / 611
- 14.5. Inne magistrale i łącza do transmisji danych: ogólny zarys / 612
- 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 I²C („TWI”) / 622
- 14.7.3. Szeregowo 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 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 I²C / 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 Thévenina / 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

DODATEK I

Telewizja: krótkie wprowadzenie / 746

- I.1. Telewizja: wizja + fonia / 746
- I.1.1. Fonia / 746
- I.1.2. Wizja / 747
- I.2. Łączenie i przesyłanie wizji + fonii: modulacja / 749
- I.3. Rejestrowanie analogowych programów telewizyjnych / 752
- I.4. Telewizja cyfrowa: co to takiego? / 752
- I.5. Telewizja cyfrowa: rozsiewcza i kablowa / 755
- I.6. Bezpośrednia telewizja satelitarna / 756
- I.7. Transmisja strumieniowa cyfrowego sygnału wizyjnego za pośrednictwem internetu / 759
- I.8. Cyfrowa telewizja kablowa: usługi premium i dostęp warunkowy / 760
- I.8.1. Cyfrowa telewizja kablowa: wideo na życzenie / 760
- I.8.2. Cyfrowa telewizja kablowa: transmisje kluczowane / 761
- I.9. Rejestrowanie cyfrowych programów telewizyjnych / 761
- I.10. Wyświetlacze obrazu telewizyjnego / 762
- I.11. Łąca 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 odchylenia pionowego / 782
- O.1.2. Tor odchylenia poziomego / 784
- O.1.3. Wyzwalanie / 784
- O.1.4. Wskazówki dla początkujących / 784
- O.1.5. Sondy / 785
- O.1.6. Masa (uziemiaenie) 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