

W podręczniku przedstawiono zagadnienia z elektrotechniki i elektroniki samochodowej, począwszy od przypomnienia podstawowych pojęć z elektryczności, a na omówieniu elektronicznych układów regulacji i sterowania we współczesnych samochodach kończąc. Omówiono wszystkie występujące w nowoczesnych samochodach układy i urządzenia wyposażenia elektrycznego i elektronicznego, w tym również systemy transmisji danych (magistrale CAN, LIN, MOST, Bluetooth), także układy nawigacji satelitarnej (GPS), telefon w samochodzie oraz zagadnienia telematyki. Kolejne wydania rozszerzono o informacje na temat: konstrukcji hybrydowych z uwzględnieniem pełnego, niepełnego oraz mikrohybrydowego napędu; najnowszego rozwiązania sieci transmisji danych w samochodach, czyli magistrali Flex Ray; gazu jako paliwa alternatywnego oraz dodatkowych urządzeń grzewczych w samochodach. Odbiorcy książki: studenci wyższych uczelni o kierunku samochodowym, uczniowie średnich szkół samochodowych oraz wszyscy zainteresowani elektrotechniką i elektroniką samochodową.

Spis treści

Słowo wstępne	13
1. Podstawowe pojęcia z elektryczności	15
1.1. Budowa atomu	15
1.2. Napięcie	16
1.3. Prąd	17
1.4. Rezystancja	17
1.5. Możliwości wytworzenia napięcia	18
1.6. Skutki oddziaływania prądu elektrycznego	19
1.7. Przepisy bezpieczeństwa	20
1.7.1. Oddziaływanie prądu elektrycznego na człowieka	20
1.7.2. Pierwsza pomoc przy porażeniu prądem	21
1.8. Rodzaje napięcia	21
2. Schematy połączeń elektrycznych	24
2.1. Części składowe i budowa obwodu elektrycznego	24
2.2. Symbole graficzne	26
2.3. Schematy ideowe	29
2.3.1. Schemat połączeń	29
2.3.2. Schemat obwodu	30
2.4. Oznaczenia urządzeń elektrycznych	30
2.5. Oznaczenia zacisków	30
2.6. Schematy elektryczne	31
2.6.1. Przykłady schematów dla samochodu Volkswagen	31
2.6.2. Przykłady schematów dla samochodu Ford	36
2.7. Miejsce zamontowania elementów w samochodzie	41
3. Pomiary miernikiem uniwersalnym	44
3.1. Rodzaje mierników	44
3.2. Oznaczenia na uniwersalnych miernikach analogowych	46
3.3. Oznaczenia na uniwersalnych miernikach cyfrowych	47
3.4. Zakresy tolerancji mierników uniwersalnych	49
3.4.1. Mierniki analogowe	49
3.4.2. Uniwersalne mierniki cyfrowe	50
3.5. Poszukiwanie usterek za pomocą woltomierza	50
3.6. Poszukiwanie usterek za pomocą amperomierza	55
3.7. Poszukiwanie usterek za pomocą pomiaru rezystancji	58
3.8. Podsumowanie: pomiary napięcia, natężenia i rezystancji	64
3.9. Praca z programami do poszukiwania usterek	65
3.9.1. Poszukiwanie usterek w samochodzie Volkswagen	65
3.9.2. Poszukiwanie usterek w samochodzie Ford	69
4. Podstawy elektrotechniki	74
4.1. Prawo Ohma	74
4.2. Straty napięcia	75

4.2.1. Napięcie w zamkniętym obwodzie elektrycznym	75
4.2.2. Napięcie w otwartym obwodzie elektrycznym	76
4.3. Moc elektryczna	77
4.4. Rezystywność przewodnika	79
4.5. Połączenia równoległe i szeregowe	80
4.5.1. Połączenie szeregowe	80
4.5.2. Połączenie równoległe	82
4.5.3. Przegląd	84
4.6. Obwody mieszane	85
4.6.1. Rozszerzone połączenie szeregowe	85
4.6.2. Rozszerzone połączenie równoległe	87
4.7. Dzielnik napięcia, potencjometr	88
4.7.1. Nieobciążony dzielnik napięcia	88
4.7.2. Obciążony dzielnik napięcia	89
4.8. Rezystory zależne od temperatury	89
4.8.1. Rezystory PTC	89
4.8.2. Rezystory NTC	93
4.9. Kondensator	94
4.9.1. Kondensator jako magazyn ładunków elektrycznych	94
4.9.2. Kierunek przepływu prądu	94
4.9.3. Budowa	95
4.9.4. Zasada działania	95
4.9.5. Przebieg ładowania i rozładowania	96
4.9.6. Kondensator w obwodzie prądu przemiennego	98
4.9.7. Kondensator jako element przeciwzakłóceńowy w samochodzie	98
4.10. Indukcyjność	99
4.10.1. Magnetyzm	99
4.10.2. Indukcja elektromagnetyczna	103
4.10.2.1. Indukcja ruchu	103
4.10.2.2. Indukcja spoczynkowa	105
4.10.3. Cewka	106
4.10.3.1. Samoindukcja po włączeniu cewki	106
4.10.3.2. Samoindukcja po odłączeniu cewki	108
4.10.4. Silnik elektryczny i prądnica	110
4.10.4.1. Zasada działania silnika elektrycznego	110
4.10.4.2. Zasada działania prądnicy	112
4.10.5. Przekątnik	115
4.10.5.1. Zasada działania	115
4.10.5.2. Rodzaje przekątników	118
4.10.5.3. Budowa przekątnika kontaktronowego	118
4.10.5.4. Przykłady zastosowań przekątników kontaktronowych w samochodzie	119
4.10.5.5. Poszukiwanie usterki w obwodzie z przekątnikiem	121
5. Podstawowe elementy elektroniczne	126
5.1. Dioda	126
5.1.1. Dioda jako zawór elektryczny	126
5.1.2. Sprawdzanie diody	126
5.1.3. Zastosowanie diody jako prostownika prądu przemiennego	128
5.1.4. Układ mostkowy w prądnicy prądu trójfazowego	129
5.1.5. Dioda do rozłączania obwodu elektrycznego	132
5.1.6. Dioda do ograniczania napięcia wzbudzenia	13
5.1.7. Oznaczanie diod	133
5.2. Dioda Zenera	133
5.2.1. Właściwości	134
5.2.2. Dioda Zenera w przekątniku ochrony przepięciowej	134
5.2.3. Dioda Zenera jako dioda prostująca w prądnicy trójfazowej	135
5.3. Dioda świecąca (LED)	135
5.3.1. Właściwości	136

5.3.2. Budowa	137
5.3.3. Przykłady zastosowania	139
5.4. Fotodiody	142
5.4.1. Właściwości fotodiody	143
5.4.2. Przykłady zastosowania fotodiody	144
5.4.2.1. Czujnik deszczu i światła	144
5.4.2.2. Czujnik promieniowania słonecznego	146
5.4.2.3. Lusterko wewnętrzne samoczynnie reagujące na oślepienie	147
5.4.2.4. Bezdotykowy pomiar temperatury	148
5.5. Tranzystor	150
5.5.1. Tranzystor jako element sterowalny	151
5.5.2. Porównanie tranzystora z przekaźnikiem	152
5.5.3. Tranzystor jako wzmacniacz	153
5.5.4. Współczynnik trwania impulsu	155
6. Analiza systemowa i schematy przepływu sygnałów	158
6.1. Analiza funkcjonalna	158
6.2. Samochód jako system	159
6.3. Schemat przepływu sygnałów	160
7. Podstawy techniki cyfrowej	162
7.1. Sygnały analogowe i cyfrowe	162
7.2. Zasada przekazu analogowego	164
7.2.1. Problemy przekazu analogowego	165
7.2.2. Przykłady przekazu analogowego	165
7.3. Logika podstawowych połączeń cyfrowych	167
7.4. Przegląd podstawowych funkcji logicznych	170
7.5. Element logiczny przetwarzający dane	171
7.5.1. Poziom sygnału	172
7.5.2. Poziom sygnału w samochodzie	173
7.6. Podstawowe funkcje logiczne	173
7.6.1. Iloczyn logiczny	173
7.6.2. Suma logiczna	175
7.6.3. Negacja logiczna	176
7.6.4. Podsumowanie	178
7.6.5. Używane skróty	178
7.6.6. Wybrane symbole graficzne elementów logicznych	179
7.6.7. Przykład	179
7.7. Złożone elementy logiczne	181
7.8. System dwójkowy	182
8. Transmisja danych w samochodzie	184
8.1. Przykłady	185
8.2. Przetwarzanie informacji w urządzeniu sterującym	187
8.3. Przetwornik analogowo-cyfrowy	188
8.4. Połączenia wtykowe słabym punktem układu	190
8.5. Transmisja danych za pomocą magistrali danych	190
8.6. Samodiagnoza	191
8.6.1. Nadzorowanie czujnika (np. temperatury cieczy chłodzącej)	193
8.6.2. Nadzorowanie nastawnika (np. regulatora biegu jałowego)	194
8.7. Magistrala transmisji danych diagnostycznych	196
8.8. Pokładowa instalacja elektryczna i zarządzanie obciążeniem	203
9. Sterowanie i regulacja	211
9.1. Różnica pomiędzy sterowaniem i regulacją	211
9.1.1. Łańcuch sterowania	211
9.1.2. Obwód regulacji	211
9.2. Sterowanie	212
9.2.1. Definicja sterowania	212
9.2.2. Ogniwa łańcucha sterowania	212
9.2.3. Wielkości wejściowe i wyjściowe łańcucha sterowania	212

9.2.4. Rodzaje sterowania według rodzaju sygnału	214
9.2.5. Sterowanie binarne	215
9.2.6. Sterowanie analogowe	216
9.2.7. Sterowanie cyfrowe	217
9.2.8. Rodzaje sterowania według rodzaju przetwarzania sygnału	218
9.3. Regulowanie	219
9.3.1. Człowiek jako regulator w obwodzie regulacji	219
9.3.2. Definicja regulacji	220
9.3.3. Schemat blokowy obwodu regulacji	221
9.3.4. Części składowe układu regulacji	222
9.3.5. Obwód regulacji	223
9.3.6. Rodzaje regulatorów	223
9.3.7. Stany przejściowe	224
9.3.8. Regulacja prądu	225
9.3.9. Regulacja prędkości obrotowej biegu jałowego	226
9.3.10. Odpowietrzanie zbiornika paliwa	229
9.4. Adaptacyjne układy regulacji	231
9.4.1. Adaptacja na przykładzie regulacji lambda	232
9.4.2. Problemy diagnostyczne wynikające z adaptacji	234
10. Oscyloskop warsztatowy	235
10.1. Analogowe i cyfrowe przedstawianie sygnałów	235
10.2. Sprzężenia DC/AC	236
10.3. Oś Y	237
10.4. Oś X	237
10.5. Impuls wyzwalaający	239
10.5.1. Poziomy impuls wyzwalaającego	239
10.5.2. Zbocze impulsu wyzwalaającego	240
10.6. Obrazy typowych sygnałów z czujników	241
10.7. Sprawdzanie prądnicy	242
10.7.1. Sygnały harmoniczne	242
10.7.2. Wpływ rodzaju sprzężenia na obraz	243
10.7.3. Przykłady usterek wykrytych podczas testu prądnicy	244
11. Systemy transmisji danych	246
11.1. Rozwój elektronicznych układów samochodowych	246
11.2. Konieczność stosowania sieci transmisji danych	247
11.3. Podstawowe pojęcia	249
11.3.1. Rodzaje sieci transmisji danych	250
11.3.2. Podstawy cyfrowej transmisji danych	252
11.4. Magistrala CAN	253
11.4.1. Transmisja sygnałów	253
11.4.2. Format komunikatu	257
11.4.3. Diagnostyka	260
11.5. Magistrala LIN	264
11.6. Optyczne sieci transmisji danych	268
11.6.1. Przesyłanie sygnałów światłowodami	268
11.6.2. Magistrala MOST	270
11.6.3. Diagnostyka magistrali MOST	271
11.6.4. Magistrala Byteflight	273
11.7. Sieć Bluetooth	275
11.8. Sieć Flex Ray	276
11.9. Przykłady wykorzystania sieci transmisji danych w samochodzie	278
11.10. Programowanie, kodowanie, personalizacja, indywidualizacja	283
12. Układy zapłonowe	289
12.1. Bezstykowe sterowanie zapłonu	289
12.1.1. Zalety	289
12.1.2. Budowa i działanie	290
12.1.3. Indukcyjne wyzwalaanie sygnału w zapłonie tranzystorowym	291

- 12.1.4. Emitowanie sygnału przez czujnik Halla 292
- 12.1.5. Wykrywanie usterek zapłonu sterowanego bezstykowo 294
- 12.2. Zapłon elektroniczny 297
 - 12.2.1. Schemat funkcjonalny z wejściami i wyjściami urządzenia sterującego 298
 - 12.2.2. Najważniejsze sygnały wejściowe do obliczania KWZ 299
 - 12.2.3. Dodatkowe sygnały wejściowe 301
 - 12.2.4. Sygnały wyjściowe oraz wskazówki do wykrywania usterek 303
- 12.3. Zapłon całkowicie elektroniczny 304
 - 12.3.1. Budowa i zalety statycznego rozdziału wysokiego napięcia 304
 - 12.3.2. Statyczny rozdział wysokiego napięcia przez cewki dwubiegunowe 305
 - 12.3.3. Informacja zwrotna o prądzie zapłonu w zapłonie statycznym 306
 - 12.3.4. Wskazówki dotyczące wykrywania usterek 307
- 13. Układy wtryskowe 308
 - 13.1. Wtrysk ciągły (układ K-Jetronic) 308
 - 13.1.1. Opis funkcji i części składowych układu 308
 - 13.1.2. Elementy składowe i ich funkcje 310
 - 13.1.3. Dodatkowe, elektrycznie sterowane elementy układu 316
 - 13.1.4. Schemat elektryczny 318
 - 13.1.5. Układ K-Jetronic z regulacją lambda 319
 - 13.2. Układ KE-Jetronic 320
 - 13.2.1. Różnice w stosunku do układu K-Jetronic 321
 - 13.2.2. Sygnały wejściowe i ich znaczenie dla sterowania elektronicznego 321
 - 13.2.3. Regulacja dawki wtrysku przez elektrohydrauliczny nastawnik ciśnienia 324
 - 13.3. Wtrysk przerywany (układ L-Jetronic) 325
 - 13.3.1. Ogólny opis działania układu 325
 - 13.3.2. Elementy składowe i ich funkcje 326
 - 13.3.3. Funkcje urządzenia sterującego 335
 - 13.3.4. Ogólny schemat elektryczny układu 338
 - 13.4. Układ Mono-Jetronic 339
 - 13.4.1. Obwód zasilania paliwem 339
 - 13.4.2. Sygnały wejściowe do ustalenia warunków eksploatacji 342
 - 13.4.3. Działanie urządzenia sterującego, sygnały wyjściowe 344
 - 13.5. Regulacja lambda 346
 - 13.5.1. Adaptacja składu mieszanki 348
 - 13.5.2. Budowa i działanie sondy lambda 349
 - 13.5.3. Sonda lambda z wkładem z dwutlenku tytanu 350
 - 13.5.4. Planarna sonda lambda 352
 - 13.5.5. Szerokopasmowa planarna sonda lambda 352
 - 13.6. Regulowane elektronicznie układy wtryskowe w silnikach wysokoprężnych 353
 - 13.6.1. Wiadomości ogólne, przegląd układu 353
 - 13.6.2. Sygnały wejściowe i ich wpływ na działanie układu 354
 - 13.6.3. Sterowanie różnymi pompami wtryskowymi i pozostałe sygnały wyjściowe 357
 - 13.6.4. Wtrysk bezpośredni w silnikach wysokoprężnych 362
 - 13.6.4.1. Promieniowe rozdzielaczowe pompy wtryskowe 362
 - 13.6.4.2. Układy z pompowtryskiwaczami (UIS) i indywidualnymi pompami wtryskowymi (UPS) 366
 - 13.6.4.3. Zasobnikowy układ wtryskowy Common Rail 366
 - 13.6.5. Sposoby poprawy czystości spalin w samochodach z silnikami wysokoprężnymi 372
- 14. Zintegrowane układy wtryskowo-zapłonowe i obecne wymagania 375
 - 14.1. Informacje ogólne 375
 - 14.2. Funkcje dodatkowe w różnych rozwiązaniach Motronic 376
 - 14.3. Cyfrowe układy sterowania silnika z wtryskiem do rury dolotowej 379
 - 14.4. Cyfrowe układy sterowania silnika o bezpośrednim wtrysku benzyny 384
 - 14.5. Stosowana w Europie diagnostyka pokładowa (E-OBD) 386
 - 14.6. Gaz jako paliwo alternatywne 389
 - 14.6.1. Wiadomości wstępne 389
 - 14.6.2. Instalacja samochodowa na gaz ziemny 391
 - 14.6.3. Samochodowe instalacje gazowe jako wyposażenie dodatkowe 395

- 14.6.4. Regulacje prawne 397
- 15. Układy regulacji i sterowania dynamiki jazdy 398
 - 15.1. Układ przeciwblokujący (ABS) 398
 - 15.1.1. Podstawowe funkcje i ogólna budowa układu ABS 398
 - 15.1.2. Czujniki prędkości obrotowej kół 399
 - 15.1.3. Układ zamknięty z zaworami elektromagnetycznymi 3/3 401
 - 15.1.4. Układ otwarty z zaworami elektromagnetycznymi 2/2 404
 - 15.1.5. Układ zamknięty z zaworami elektromagnetycznymi 2/2 406
 - 15.1.6. ABS w motocyklach 409
 - 15.2. Układ przeciwpoślizgowy (ASR) 412
 - 15.2.1. Układ przeciwpoślizgowy z zaworami elektromagnetycznymi 3/3 413
 - 15.2.2. Układ przeciwpoślizgowy z zaworami elektromagnetycznymi 2/2 418
 - 15.3. Układ stabilizacji toru jazdy 422
 - 15.3.1. Opis układu stabilizacji toru jazdy 422
 - 15.3.2. Sygnały wejściowe i wyjściowe 425
 - 15.4. Regulowane blokady mechanizmu różnicowego 432
 - 15.4.1. Sygnały wejściowe i wyjściowe w urządzeniu sterującym 433
 - 15.4.2. Blokady elektrohydrauliczna i elektromagnetyczna 435
 - 15.4.3. Obwód elektryczny elektromagnetycznej blokady w układzie napędowym czterech kół 437
 - 15.5. Elektroniczna regulacja amortyzatorów 439
- 16. Układy bezpieczeństwa biernego 443
 - 16.1. Wprowadzenie 443
 - 16.2. Budowa i działanie przednich poduszek gazowych 444
 - 16.3. Nadzorowanie układu i przepisy bezpieczeństwa 451
 - 16.4. Boczne poduszki gazowe 456
 - 16.5. Kurtyny gazowe 457
 - 16.6. Pirotechniczne napinacze pasów 459
 - 16.7. Poduszka kompaktowa (eurobag) 463
 - 16.8. Przykład kompletnego układu 466
- 17. Układy ochrony przed kradzieżą 467
 - 17.1. Elektroniczne zabezpieczenie przed nieuprawnionym użyciem 467
 - 17.1.1. Zabezpieczenie z transponderem przed uruchomieniem samochodu 468
 - 17.1.2. Montaż immobilizera w samochodzie niezabezpieczonym fabrycznie 471
 - 17.2. Instalacje alarmowe 472
 - 17.2.1. Ogólny opis układu 472
 - 17.2.2. Sygnały wejściowe i elementy składowe instalacji 474
 - 17.2.3. Sygnały wyjściowe i schemat elektryczny instalacji alarmowej 481
- 18. Układy zwiększające komfort jazdy 484
 - 18.1. Sterowanie ogrzewania i klimatyzacji 484
 - 18.1.1. Opis działania i budowa układu 484
 - 18.1.2. Zasada działania klimatyzacji 486
 - 18.1.3. Sygnały wejściowe 488
 - 18.1.4. Sygnały wyjściowe i sposób działania 489
 - 18.1.5. Schemat ideowy 495
 - 18.2. Elektroniczne sterowanie skrzynki przekładniowej 499
 - 18.2.1. Opis układu 499
 - 18.2.2. Sygnały wejściowe i wyjściowe 501
 - 18.2.3. Bezstopniowa automatyczna skrzynka przekładniowa 507
 - 18.3. Elektroniczne sterowanie sprzęgła i zautomatyzowana skrzynka przekładniowa 510
 - 18.3.1. Elektroniczne sterowanie sprzęgła 510
 - 18.3.2. Zautomatyzowana skrzynka przekładniowa 513
 - 18.4. Regulacja prędkości jazdy 516
 - 18.4.1. Opis działania układu 516
 - 18.4.2. Elementy składowe, sygnały wejściowe i wyjściowe 517
 - 18.4.3. Adaptacyjna regulacja prędkości jazdy 520
 - 18.5. Elektroniczny pomiar odległości (asystent parkowania) 525
 - 18.6. Centralne blokowanie drzwi 531

18.6.1. Centralne blokowanie drzwi z nastawnikami pneumatycznymi	531
18.6.2. Centralne blokowanie drzwi z nastawnikami elektrycznymi	536
18.6.3. Komfortowy dostęp do samochodu	542
18.7. Elektryczne sterowanie szyb	544
18.8. Elektryczne sterowanie dachu	548
18.9. Elektryczne ustawianie lusterek zewnętrznych	550
18.10. Elektryczna regulacja siedzenia	552
18.11. Elektryczna regulacja siedzenia i lusterek z pamięcią ustawienia	554
18.12. Elektryczna regulacja położenia kolumny kierownicy	557
18.13. Dodatkowe urządzenie grzewcze	559
18.13.1. Przegląd rozwiązań konstrukcyjnych	559
18.13.2. Działanie urządzenia grzewczego	561
18.13.3. Wskazówki montażowe i przepisy prawa	562
18.13.4. Diagnostowanie i schemat elektryczny ogrzewania postojowego	564
19. Zintegrowane układy informacji kierowcy	567
19.1. Wprowadzenie	567
19.2. Wprowadzanie poleceń i sygnały wejściowe	568
19.3. Komunikaty i odtwarzanie	572
19.4. Układy nawigacji satelitarnej	573
19.4.1. Wiadomości wstępne	573
19.4.2. Ustalenie pozycji i obliczenie marszruty	574
19.4.3. Budowa układu nawigacji GPS w samochodzie	576
19.4.4. Możliwe funkcje	579
19.4.5. Możliwe usterki i ich przyczyny	581
19.5. Telefon w samochodzie	583
19.5.1. Rozwój telefonii komórkowej	583
19.5.2. Zasady działania i stosowane technologie	583
19.5.3. Przykłady rozwiązań i etapy rozwojowe	586
19.5.3.1. Telefony montowane na stałe, koniec lat 90. XX wieku	586
19.5.3.2. Telefon komórkowy zintegrowany z samochodem	587
19.5.3.3. Zamontowanie telefonu komórkowego jako wyposażenia dodatkowego	589
19.5.3.4. Telefon zamontowany na stałe, zintegrowany z układem informacji kierowcy, stan z początku 2000 roku	591
19.5.3.5. Telefon w technologii bluetooth zintegrowany z układem informacji kierowcy	592
19.6. Telematyka	593
19.6.1. Telematyka komunikacyjna	594
19.6.2. Funkcja wywołania alarmowego	596
19.6.3. Usługi online	597
19.6.4. Funkcje telematyczne dotyczące tylko samochodu	599
20. Konstrukcje hybrydowe	600
20.1. Definicja	600
20.2. Wiadomości wstępne	600
20.2.1. Podział według budowy	600
20.2.1.1. Napęd hybrydowy równoległy	600
20.2.1.2. Napęd hybrydowy szeregowy	601
20.2.1.3. Napęd hybrydowy mieszany lub rozgałęziony	601
20.2.1.4. Napęd hybrydowy ładowany z sieci elektrycznej (Plug-In-Hybrid)	602
20.2.2. Podział według stopnia elektryfikacji pojazdu	602
20.2.2.1. Napęd mikrohybrydowy (Micro Hybrid)	602
20.2.2.2. Niepełny napęd hybrydowy (Mild Hybrid)	603
20.2.2.3. Pełny napęd hybrydowy (Full Hybrid)	605
20.3. Napędzanie zespołów pomocniczych w samochodach Full Hybrid	607
20.4. Zalety i wady napędu hybrydowego	608
20.4.1. Współpraca silnika benzynowego z silnikiem elektrycznym	608
20.4.2. Zalety samochodów hybrydowych	608
20.4.3. Wady samochodów hybrydowych	609
20.5. Toyota Prius przykładem seryjnie-równoległego napędu hybrydowego	610

20.5.1. Podzespoły układu napędowego (rys.20.13)	610
20.5.2. Akumulatory wysokiego napięcia (HV)	611
20.5.2.1. Akumulator nikielowo-wodorkowy (NiMH)	611
20.5.2.2. Akumulatory litowo-jonowe (Li-Ion)	613
20.5.3. Rozdział mocy	615
20.5.4. Budowa i działanie maszyny synchronicznej prądu przemiennego	616
20.5.5. Przetwornik (inwerter, falownik) – rysunki 20.23 i 20.25	619
20.5.6. Elektroniczne urządzenie sterujące	620
20.5.7. Układ bezpieczeństwa napędu hybrydowego Toyoty Prius	621
20.6. Samochody z samozabezpieczonymi obwodami wysokiego napięcia	623
20.6.1. Samozabezpieczenie	623
20.6.2. Zasady bezpieczeństwa samochodów z obwodami wysokiego napięcia	623
20.6.3. Techniczne warunki bezpieczeństwa obsługi układów wysokiego napięcia	624
Materiały źródłowe	626
Źródła ilustracji	628
Wykaz skrótów	631