

WSTĘP	13
1 PODSTAWOWE POJĘCIA ELEKTRYCZNE	15
1.1. Budowa atomu	15
1.2. Napięcie	17
1.3. Prąd	18
1.4. Rezystancja	20
1.5. Możliwości wytwarzania napięcia	22
1.6. Skutki działania prądu elektrycznego	24
1.7. Zasady bezpieczeństwa	26
1.7.1. Oddziaływanie prądu elektrycznego na człowieka	26
1.7.2. Uszkodzenie nerwów	26
1.7.3. Oślepienie	28
1.7.4. Oparzenie	28
1.7.5. Uderzenia i przecięcia	28
1.8. Rodzaje napięcia	29
2 SCHEMATY POŁĄCZEŃ ELEKTRYCZNYCH	31
2.1. Części składowe i budowa obwodu elektrycznego	31
2.2. Symbole graficzne	33
2.3. Schematy połączeń	34
2.3.1. Podział schematów połączeń	34
2.3.2. Schematy ideowe i obwodowe	35
2.3.3. Rozróżnienie pod względem rozmieszczenia symboli graficznych	36
2.4. Oznaczenia urządzeń elektrycznych	37
2.5. Oznaczenia zacisków na schematach połączeń elektrycznych	39
2.6. Kolory przewodów na schematach połączeń elektrycznych	40
2.7. Schemat montażowy	41
2.8. Analiza schematów połączeń elektrycznych	42
2.9. Architektura układów elektrycznych współczesnych samochodów	42
2.10. Miejsce zamontowania elementów w samochodzie	45
3 POMIARY MIERNIKIEM UNIWERSALNYM	48
3.1. Rodzaje mierników uniwersalnych	48
3.2. Oznaczenia na uniwersalnych miernikach analogowych	49
3.3. Oznaczenia na uniwersalnych miernikach cyfrowych	50
3.4. Zakresy tolerancji mierników uniwersalnych	52
3.4.1. Uniwersalne mierniki analogowe	52
3.4.2. Uniwersalne mierniki cyfrowe	52
3.4.3. Wielokrotności i podwielokrotności jednostek	53
3.5. Poszukiwanie usterek za pomocą woltomierza	53
3.6. Poszukiwanie usterek za pomocą amperomierza	58
3.7. Poszukiwanie usterek za pomocą pomiaru rezystancji	62

3.8.	Pomiary bardzo małych i bardzo dużych rezystancji	68
3.9.	Praca z programami do poszukiwania usterek	71
4	PODSTAWY ELEKTROTECHNIKI	75
4.1.	Prawo Ohma	75
4.2.	Mechaniczne praca, energia i moc	77
4.3.	Elektryczne praca, energia i moc	79
4.4.	Straty napięcia	81
4.4.1.	Napięcie w zamkniętym obwodzie elektrycznym	81
4.4.2.	Napięcie w otwartym obwodzie elektrycznym	81
4.4.3.	Wpływ dodatkowych odbiorników na spadek napięcia w przewodach doprowadzających	82
4.5.	Rezystywność przewodnika	83
4.6.	Połączenia szeregowo i równoległe	84
4.6.1.	Połączenie szeregowo	84
4.6.2.	Połączenie równoległe	85
4.6.3.	Podsumowanie	86
4.7.	Obwody mieszane	87
4.7.1.	Rozszerzone połączenie szeregowo	87
4.7.2.	Rozszerzone połączenie równoległe	89
4.8.	Dzielnik napięcia, potencjometr	90
4.8.1.	Nieobciążony dzielnik napięcia	90
4.8.2.	Obciążony dzielnik napięcia	90
4.9.	Kondensator	92
4.9.1.	Kondensator jako magazyn ładunków elektrycznych	92
4.9.1.1.	Budowa	92
4.9.1.2.	Zasada działania	92
4.9.1.3.	Kierunek przepływu prądu i jednostki pojemności	93
4.9.1.4.	Czas ładowania i rozładowania kondensatora	94
4.9.1.5.	Rodzaje kondensatorów i ich oznaczanie na schematach	95
4.9.1.6.	Połączenie szeregowo i równoległe kondensatorów	95
4.9.2.	Kondensator jako magazyn ładunków elektrycznych w samochodzie	96
4.9.2.1.	Kondensator do wygładzania napięcia w samochodzie	96
4.9.2.2.	Kondensatory w sterowniku poduszki gazowej	96
4.9.2.3.	Kondensatory w obwodzie pośrednim samochodów elektrycznych	96
4.9.2.4.	Wzmacniacze dźwięku	97
4.9.2.5.	Samochody z systemami start-stop	98
4.9.3.	Kondensator w obwodzie prądu przemiennego	99
4.10.	Indukcyjność	100
4.10.1.	Magnetyzm	100
4.10.2.	Ziemia jako magnes	101
4.10.3.	Pole magnetyczne przewodnika z prądem	101
4.11.	Indukcja magnetyczna	102
4.11.1.	Indukcja ruchu	102
4.11.2.	Indukcja spoczynkowa	104
4.12.	Cewka	105
4.12.1.	Samoindukcja po włączeniu cewki	105
4.12.2.	Samoindukcja po odłączeniu cewki	105
4.12.3.	Kompatybilność elektromagnetyczna	106
4.12.4.	Zastosowania w samochodzie	107
4.13.	Przełączniki	108
4.13.1.	Zasada działania przełącznika	108
4.13.2.	Rodzaje przełączników samochodowych	111
4.13.3.	Zasada działania kontaktronu	111
4.13.4.	Przykłady zastosowania kontaktronów w samochodzie	111
4.13.5.	Poszukiwanie usterek przełączników	113
4.13.6.	Styczniki w samochodach elektrycznych	116

4.14. Silniki elektryczne i prądnice	117
4.14.1. Zasada działania silnika elektrycznego	117
4.14.2. Zasada działania prądnicy	119
4.14.3. Rodzaje maszyn elektrycznych	120
4.14.3.1. Maszyny prądu stałego obcowzbudne	121
4.14.3.2. Maszyny prądu stałego z magnesami stałymi	122
4.14.3.3. Maszyny prądu przemiennego – prądnice	122
4.14.3.4. Maszyny asynchroniczne prądu przemiennego	123
4.14.3.5. Maszyny synchroniczne prądu przemiennego	124
4.14.3.6. Maszyny prądu przemiennego – silnik reluktancyjny	125
4.14.3.7. Oznaczenie i charakterystyka maszyn elektrycznych	126
4.14.3.8. Silniki prądu przemiennego używane do napędu samochodów elektrycznych	126
5. PODSTAWOWE ELEMENTY ELEKTRONICZNE	131
5.1. Dioda	131
5.1.1. Dioda jako zawór elektryczny	131
5.1.2. Sprawdzanie diody	134
5.1.3. Zastosowanie diody do prostowania prądów przemiennych	134
5.1.3.1. Prostowanie jednopółkownikowe	134
5.1.3.2. Prostowanie dwupółkownikowe mostkowe	135
5.1.3.3. Prostowanie dwupółkownikowe z wygładzaniem	136
5.1.4. Układ mostkowy w prądnicy trójfazowej	136
5.1.5. Dioda do rozłączania obwodu elektrycznego	137
5.1.6. Dioda do ograniczania napięcia wzbudzenia	137
5.1.7. Oznaczanie diod	138
5.2. Dioda Zenera	138
5.2.1. Właściwości diody Zenera	138
5.2.2. Dioda Zenera w przekaźniku ochrony przepięciowej	139
5.2.3. Dioda Zenera do stabilizacji napięcia	139
5.2.4. Dioda Zenera do ograniczania zakresu (zerowanie)	140
5.2.5. Dioda Zenera jako dioda prostująca w prądnicy trójfazowej	140
5.3. Tranzystory bipolarne	140
5.3.1. Zasada działania tranzystora bipolarnego	141
5.3.2. Porównanie tranzystora bipolarnego z przekaźnikiem	143
5.3.3. Tranzystor bipolarny jako wzmacniacz	144
5.4. Tranzystory polowe FET i MOSFET	145
5.4.1. Zasada działania tranzystora polowego	146
5.4.2. Porównanie własności tranzystorów bipolarnego i polowego	146
5.5. Tranzystor bipolarny z izolowaną bramką IGBT	147
5.6. Współczynnik wypełnienia impulsu	148
6. POMIARY OSCYLOSKOPEM	150
6.1. Zasada działania oscyloskopu	150
6.2. Podłączanie oscyloskopu	151
6.3. Ustawienia oscyloskopu	152
6.3.1. Oś czasu	152
6.3.2. Oś napięcia	153
6.3.3. Inne napisy na osi czasu i napięcia	153
6.3.4. Impuls wyzwalający	154
6.3.4.1. Poziom impulsu wyzwalającego	154
6.3.4.2. Zbocze impulsu wyzwalającego	156
6.3.4.3. Przesunięcie osi czasu	156
6.3.5. Sprężenie DC/AC	157
6.4. Podstawowe pojęcia dotyczące obrazu na oscyloskopie	158
6.4.1. Okres	158
6.4.2. Częstotliwość	158

6.4.3.	Szerokość impulsu	159
6.4.4.	Współczynnik wypełnienia impulsu	159
6.5.	Porównanie oscyloskopu z miernikiem uniwersalnym	160
6.5.1.	Napięcie prostokątne	160
6.5.2.	Napięcie przemienne	160
6.5.3.	Napięcie mieszane	162
7	PODSTAWY CYFROWEJ TRANSMISJI SYGNAŁÓW	164
7.1.	Analiza systemowa i schematy przepływu sygnałów	164
7.1.1.	Analiza funkcjonalna	164
7.1.2.	Samochód jako system	165
7.1.3.	Schemat przepływu sygnałów	165
7.2.	Podstawy techniki cyfrowej	168
7.2.1.	Schemat przepływu sygnałów	168
7.2.2.	Zasada transmisji analogowej	169
7.2.3.	Logika podstawowych połączeń cyfrowych	171
7.2.4.	Układ logiczny jako człon przetwarzający dane	174
7.2.4.1.	Poziomy sygnał	174
7.2.4.2.	Poziomy sygnałów w samochodzie	175
7.2.5.	Bramki logiczne	175
7.2.6.	System dwójkowy (binarny)	181
7.3.	Transmisja danych w samochodzie	184
7.3.1.	Przykład przekształcania sygnałów analogowych w cyfrowe	185
7.3.2.	Przetwarzanie informacji w sterowniku	186
7.3.3.	Przetwornik analogowo-cyfrowy	189
7.3.4.	Połączenia wtykowe słabym punktem układu	191
7.3.5.	Autodiagnoza	191
7.4.	Magistrale transmisji danych	200
7.4.1.	Rozwój układów elektronicznych	200
7.4.2.	Konieczność stosowania magistral transmisji danych	200
7.4.3.	Przegląd magistral transmisji danych	201
7.4.4.	Magistrala CAN	202
7.4.4.1.	Napięcia na magistrali CAN B	205
7.4.4.2.	Napięcia na magistrali CAN C	207
7.4.4.3.	Wpływ napięć zakłócających na magistralę CAN	207
7.4.4.4.	Terminatory (rezystory dopasowujące)	208
7.4.4.5.	Wykrywanie usterek magistrali CAN	208
7.4.4.6.	Magistrala CAN FD	209
7.4.5.	Magistrala LIN	210
7.4.6.	Optyczne sieci transmisji danych	211
7.4.6.1.	Transmisja sygnałów światłowodem	211
7.4.6.2.	Porównanie optycznej i przewodowej transmisji danych	213
7.4.6.3.	Magistrala MOST	214
7.4.7.	Sieć Bluetooth	218
7.4.8.	Magistrala FlexRay	221
7.4.8.1.	Porównanie magistrali CAN i FlexRay	222
7.4.8.2.	Zachowanie się sieci FlexRay podczas awarii	223
7.4.9.	Dostęp do sieci Ethernet	223
7.4.10.	Programowanie, kodowanie, personalizacja, indywidualizacja	224
8	STEROWANIE I REGULACJA	226
8.1.	Różnica pomiędzy sterowaniem i regulacją	226
8.1.1.	Łańcuch sterowania	226
8.1.2.	Obwód regulacji	227
8.2.	Sterowanie	227
8.2.1.	Definicja sterowania	227

8.2.2.	Ogniwa łańcucha sterowania	227
8.2.3.	Wielkości wejściowe i wyjściowe łańcucha sterowania	228
8.2.4.	Rodzaje sterowania w zależności od sygnału	230
8.2.5.	Rodzaje sterowania w zależności od sposobu przetwarzania sygnału	233
8.3.	Regulacja	234
8.3.1.	Człowiek jako regulator w obwodzie regulacji	234
8.3.2.	Definicja regulacji	235
8.3.3.	Schemat blokowy obwodu regulacji	236
8.3.4.	Elementy składowe obwodu regulacji	237
8.3.5.	Stany przejściowe	238
8.4.	Adaptacyjne układy regulacji	238
8.4.1.	Przykład – regulacja λ	238
8.4.2.	Inne przykłady	241
8.4.3.	Problemy diagnostyczne wynikające z adaptacji	242
9	CZUJNIKI I ELEMENTY WYKONAWCZE	243
9.1.	Porównanie człowieka i maszyny	243
9.2.	Zadania czujników i elementów wykonawczych	244
9.3.	Podstawy fizyczne	245
9.3.1.	Fale	245
9.3.2.	Dźwięk jako fala mechaniczna	248
9.3.3.	Światło	253
9.4.	Wymagania dotyczące czujników i elementów wykonawczych w pojazdach samochodowych	256
9.5.	Włączniki mechaniczne i elektryczne	257
9.5.1.	Włączniki mechaniczne	257
9.5.2.	Włączniki elektryczne: pomiar poziomu cieczy	258
9.5.3.	Potencjometr	258
9.6.	Czujniki magnetyczne	261
9.6.1.	Czujniki indukcyjne	261
9.6.2.	Czujniki Halla	262
9.6.3.	Czujniki magnetorezystancyjne	268
9.6.4.	Zasada transformatora	271
9.6.5.	Czujnik przemieszczenia PLCD	273
9.6.6.	Czujnik położenia wirnika	273
9.6.7.	Czujnik położenia wirnika elektrycznego silnika trakcyjnego	274
9.7.	Magnetyczne elementy wykonawcze	275
9.7.1.	Elektromagnes	275
9.7.2.	Silnik elektryczny	276
9.7.3.	Amortyzatory o zmiennym tłumieniu (<i>Magnetic Ride</i>)	276
9.8.	Kontaktrony	277
9.9.	Efekty piezoelektryczny i piezorezystywny	278
9.9.1.	Efekt piezoelektryczny	278
9.9.2.	Efekt piezorezystancyjny	280
9.10.	Piezoelektryczne elementy wykonawcze	284
9.11.	Czujniki pojemnościowe	287
9.12.	Czujniki temperatury	292
9.12.1.	Termistor PTC	292
9.12.2.	Termistor NTC	293
9.12.3.	Ogrzewanie przewodu	296
9.13.	Termoogniwo	297
9.14.	Czujniki świetlne	299
9.14.1.	Fotorezystor	299
9.14.2.	Fotodioda	299
9.14.3.	Świetlne elementy wykonawcze	303
9.14.4.	Wyświetlacze ciekłokrystaliczne (LCD)	305

9.15. Czujniki radarowe	311
9.15.1. Bezpośredni pomiar czasu przebiegu sygnału	311
9.15.2. Pośredni pomiar czasu przebiegu sygnału	312
9.15.3. Efekt Dopplera	313
9.15.4. Wykrywanie prędkości poprzedzającego samochodu i odległości od niego	313
9.15.5. Wykrywanie położenia poprzedzającego samochodu	313
9.15.6. Realizacja techniczna	315
9.15.7. Czujniki lidarowe	315
9.15.8. Porównanie własności różnych rodzajów czujników	317
9.16. Czujniki gazów	318
9.16.1. Sondy lambda	318
9.16.2. Czujnik cząstek stałych	322
9.16.3. Czujnik tlenków azotu	324
9.16.4. Czujnik jakości powietrza	324
10 SYSTEMY TRANSMISJI DANYCH	326
10.1. Przykład topologii sieci transmisji danych	326
10.2. Rozwój układów elektronicznych i konieczność stosowania sieci transmisji danych	328
10.3. Podstawowe pojęcia dotyczące systemów transmisji danych	330
10.4. Magistrala CAN	334
10.4.1. Transmisja sygnałów	334
10.4.2. Format komunikatu	338
10.4.3. Diagnostyka	340
10.4.4. Magistrala CAN FD	343
10.5. Magistrala LIN	344
10.6. Optyczne sieci transmisji danych	347
10.6.1. Przesyłanie sygnałów światłowodami	348
10.6.2. Magistrala MOST	349
10.6.3. Diagnostyka magistrali MOST	350
10.6.4. Magistrala Byteflight	351
10.7. Sieć Bluetooth	352
10.8. Magistrala FlexRay	353
10.9. Sieć Ethernet w pojazdach samochodowych	356
10.10. Odczytywanie schematu sieci transmisji danych w samochodzie	357
10.11. Programowanie, kodowanie, personalizacja i indywidualizacja	362
11 POKŁADOWE SIECI ELEKTRYCZNE I ZARZĄDZANIE ENERGIĄ ELEKTRYCZNĄ	369
11.1. Pokładowe sieci elektryczne	369
11.1.1. Dwunastowoltowa sieć pokładowa z jednym akumulatorem	369
11.1.2. Jednonapięciowa sieć pokładowa z dwoma akumulatorami	371
11.1.3. Dwunapięciowa sieć pokładowa z podsiecią 48-woltową	371
11.2. Zarządzanie energią elektryczną	375
11.3. Elementy składowe pokładowej sieci elektrycznej	379
11.3.1. Czujnik stanu akumulatora	379
11.3.2. Prądnice w samochodach	379
11.3.3. Aktualne tendencje rozwojowe (prądnicorozrusznik)	380
11.3.4. Akumulatory	382
12 ELEKTRONICZNE STEROWANIE SILNIKAMI SPALINOWYMI	385
12.1. Elektroniczne sterowanie silnikiem benzynowym z wtryskiem bezpośrednim	385
12.1.1. Cyfrowy układ sterowania silnikiem benzynowym z wtryskiem bezpośrednim	386
12.1.2. Sygnały wejściowe i wyjściowe	388
12.2. Elektroniczne sterowanie silnikiem wysokoprężnym z wtryskiem bezpośrednim	394
12.2.1. Zasobnikowy układ wtryskowy <i>Common Rail</i> silników wysokoprężnych	395
12.2.2. Sposoby poprawy czystości spalin w silnikach wysokoprężnych	400

12.3. Diagnostyka pokładowa EOBD	402
12.4. Alternatywne napędy gazowe	405
12.4.1. Wprowadzenie	405
12.4.2. Samochodowa instalacja gazowa CNG	407
12.4.3. Samochodowe instalacje gazowe LPG	411
12.4.4. Regulacje prawne	413
12.5. Elektroniczne układy zapłonowe – zarys rozwoju	414
12.5.1. Bezstykowe sterowanie zapłonem	415
12.5.1.1. Indukcyjne wyzwalanie sygnału w zapłonie tranzystorowym	417
12.5.1.2. Wyzwalanie sygnału przez czujnik Halla w zapłonie tranzystorowym	418
12.5.1.3. Wykrywanie usterek zapłonu sterowanego bezstykowo	419
12.5.2. Elektroniczny zapłon rozdzielaczowy	422
12.5.2.1. Schemat funkcjonalny z wejściami i wyjściami sterownika	423
12.5.2.2. Sygnały wejściowe elektronicznego zapłonu rozdzielaczowego	423
12.5.2.3. Sygnały wyjściowe oraz wskazówki do wykrywania usterek	427
12.5.3. Zapłon całkowicie elektroniczny	428
12.5.3.1. Budowa i zalety statycznego rozdziału wysokiego napięcia	428
12.5.3.2. Statyczny rozdział wysokiego napięcia z cewkami dwubiegunowymi	429
12.5.3.3. Informacja zwrotna o prądzie zapłonu w układzie ze statycznym rozdziałem wysokiego napięcia	430
12.5.3.4. Wskazówki dotyczące wykrywania usterek	431
12.6. Układy wtrysku benzyny – zarys rozwoju	431
12.6.1. Ciągły wielopunktowy pośredni wtrysk benzyny sterowany mechanicznie (układ K-Jetronic)	432
12.6.1.1. Opis funkcji i części składowych układu	432
12.6.1.2. Elementy składowe i ich funkcje	432
12.6.1.3. Dodatkowe elementy układu sterowane elektrycznie	440
12.6.1.4. Schemat elektryczny	441
12.6.1.5. Układ K-Jetronic z regulacją lambda	442
12.6.2. Ciągły wielopunktowy pośredni wtrysk benzyny sterowany elektronicznie (układ KE- Jetronic)	443
12.6.2.1. Sygnały wejściowe i ich znaczenie dla sterowania elektronicznego	443
12.6.2.2. Regulacja dawki wtrysku przez elektrohydrauliczny nastawnik ciśnienia	445
12.6.3. Przerzany wielopunktowy pośredni wtrysk benzyny (układ L-Jetronic)	446
12.6.3.1. Ogólny opis działania układu	446
12.6.3.2. Elementy składowe i ich funkcje	448
12.6.3.3. Funkcje sterownika	456
12.6.3.4. Ogólny schemat elektryczny układu	458
12.6.4. Jednopunktowy pośredni wtrysk benzyny sterowany elektronicznie (układ Mono-Jetronic)	460
12.6.4.1. Obwód zasilania paliwem	460
12.6.4.2. Sygnały wejściowe do ustalenia warunków eksploatacji	462
12.6.4.3. Działanie sterownika, sygnały wyjściowe	464
12.7. Regulacja lambda	466
12.7.1. Adaptacja składu mieszanki	468
12.7.2. Napięciowa sonda lambda	469
12.7.3. Rezystancyjna sonda lambda z wkładem z dwutlenku tytanu	471
12.7.4. Planarna sonda lambda	472
12.7.5. Szerokopasmowa planarna sonda lambda	472
12.8. Elektronicznie sterowane układy wtryskowe silników wysokoprężnych	473
12.8.1. Ogólny opis układu	474
12.8.2. Sygnały wejściowe i ich wpływ na działanie układu	474
12.8.3. Elektronicznie sterowane pompy wtryskowe i pozostałe sygnały wyjściowe wykorzystywane we wtrysku pośrednim	477
12.8.4. Elektronicznie sterowane promieniowe rozdzielaczowe pompy wtryskowe wykorzystywane we wtrysku bezpośrednim	481
12.8.5. Układy z pompowtryskiwaczami (UIS) i indywidualnymi pompami wtryskowymi (UPS) wykorzystywane we wtrysku bezpośrednim	484

13	ELEKTRONICZNE STEROWANIE SKRZYŃKĄ BIEGÓW	486
13.1.	Ogólny opis układu	486
13.2.	Elektrohydrauliczne sterowanie stopniową automatyczną skrzynką biegów	488
13.3.	Bezstopniowa automatyczna skrzynka biegów	495
13.4.	Zautomatyzowana stopniowa skrzynka biegów i dwusprzęgłowa skrzynka biegów	497
13.4.1.	Zautomatyzowana stopniowa skrzynka biegów	497
13.4.2.	Dwusprzęgłowa skrzynka biegów	500
14	NAPĘDY ELEKTRYCZNE I ZELEKTRYFIKOWANE	502
14.1.	Wiedomości wstępne	502
14.2.	Napęd elektryczny	503
14.2.1.	Elementy składowe i sieć pokładowa samochodu elektrycznego	503
14.2.2.	Silniki elektryczne	505
14.2.3.	Układy sterowania i elektroniki mocy	507
14.2.4.	Bateria wysokonapięciowa	508
14.2.5.	Ogrzewanie i chłodzenie	509
14.2.6.	Odzyskiwanie energii podczas hamowania	511
14.2.7.	Ładowanie	512
14.2.7.1.	Rodzaje ładowania	512
14.2.7.2.	Wtyczki i gniazda do ładowania	512
14.2.7.3.	Sterowanie ładowaniem oraz komunikacja wewnątrz pojazdu i z pojazdem	514
14.2.7.4.	Bezpieczeństwo	515
14.2.8.	Samochody elektryczne o wydłużonym zasięgu	515
14.3.	Wskazówki dotyczące bezpieczeństwa podczas obsługi układów wysokiego napięcia	516
14.3.1.	Oznaczenia ostrzegawcze	516
14.3.2.	Wymagania dotyczące kwalifikacji umożliwiających obsługę układów wysokiego napięcia	517
14.3.3.	Zasady bezpieczeństwa i techniczne środki ochronne	519
14.3.3.1.	Bezpieczeństwo elektryczne pojazdów wyposażonych w układy wysokiego napięcia	519
14.3.3.2.	Sposób postępowania podczas obsługi pojazdów wyposażonych w układy wysokiego napięcia	520
14.3.3.3.	Ogólne wskazówki dotyczące obsługi pojazdów wyposażonych w układy wysokiego napięcia	522
14.4.	Napęd hybrydowy	522
14.4.1.	Rodzaje i odmiany układów hybrydowych	522
14.4.1.1.	Mikrohybryda	524
14.4.1.2.	Niepełna hybryda	525
14.4.1.3.	Pełna hybryda (HEV) i pełna hybryda ładowana z sieci elektrycznej (PHEV)	527
14.4.2.	Toyota Prius jako przykład napędu hybrydowego o rozdzielonej mocy	528
14.4.3.	Równoległy napęd hybrydowy	529
14.5.	Napęd wykorzystujący ogniwa paliwowe	530
14.6.	Badania pojazdów zelektryfikowanych wg cykli jezdnych NEDC i WLTP	532
15	UKŁADY REGULACJI DYNAMIKI JAZDY	534
15.1.	Układ stabilizacji toru jazdy	534
15.1.1.	Układ przeciwblokujący ABS	534
15.1.1.1.	Podstawowe funkcje i ogólna budowa układu ABS	535
15.1.1.2.	Czujniki prędkości obrotowej kół	536
15.1.1.3.	Układ zamknięty z zaworami elektromagnetycznymi 2/2	538
15.1.2.	Układ przeciwoślizgowy ASR	541
15.1.3.	Układ stabilizacji toru jazdy	543
15.1.4.	Sygnały wejściowe i wyjściowe	546
15.2.	Regulowane blokady mechanizmu różnicowego	552
15.2.1.	Sygnały wejściowe i wyjściowe w sterowniku	553
15.2.2.	Blokady elektrohydrauliczna i elektromagnetyczna	555
15.2.3.	Schemat połączeń elektrycznych blokady mechanizmu różnicowego	557

15.3.	Elektroniczna regulacja tłumienia amortyzatorów	560
15.4.	Starsze rozwiązania układów regulacji dynamiki jazdy	564
15.4.1.	Zamknięty układ przeciwblokujący z zaworami elektromagnetycznymi 3/3	564
15.4.2.	Otwarty układ przeciwblokujący z zaworami elektromagnetycznymi 2/2	567
15.4.3.	Układ przeciwpoślizgowy z zaworami elektromagnetycznymi 3/3	568
15.4.4.	Układ przeciwpoślizgowy z zaworami elektromagnetycznymi 2/2 – schemat połączeń	572
16	OŚWIETLENIE	575
16.1.	Oświetlenie przednie	575
16.1.1.	Połączenia i funkcje układu matrycowych reflektorów LED	575
16.1.2.	Elementy składowe i funkcje oświetlenia przedniego	577
16.2.	Oświetlenie tylne	585
16.3.	Oświetlenie wnętrza	585
16.4.	Wskazówki obsługowe i podstawowe pojęcia dotyczące oświetlenia	588
17	ELEKTRONICZNE WSPOMAGANIE PARKOWANIA	591
17.1.	Sposób działania elektronicznego układu wspomaganie parkowania	591
17.2.	Kamera cofania	596
17.3.	Asystent parkowania	597
17.4.	Parkowanie zdalne	600
18	UKŁADY BEZPIECZEŃSTWA BIERNEGO	603
18.1.	Budowa współczesnych układów bezpieczeństwa biernego	603
18.2.	Czołowe poduszki gazowe	606
18.3.	Boczne poduszki gazowe	613
18.4.	Kurtyny gazowe	615
18.5.	Poduszki gazowe chroniące kolana	617
18.6.	Pirotechniczne napinacze pasów bezpieczeństwa	617
18.7.	Pas bezpieczeństwa zintegrowany z poduszką gazową	621
18.8.	Aktywne zagłówki	622
18.9.	Kompaktowa poduszka gazowa	622
18.10.	Układ ochrony pieszych	623
18.11.	Nadzorowanie układu i przepisy bezpieczeństwa	624
19	ELEKTRONICZNE UKŁADY KOMFORTU I ZABEZPIECZENIA POJAZDU PRZED KRADZIEŻĄ	629
19.1.	Sterowanie ogrzewaniem, wentylacją i klimatyzacją	629
19.1.1.	Opis działania i budowa układu	629
19.1.2.	Zasada działania klimatyzacji	631
19.1.3.	Sygnały wejściowe i wyjściowe oraz sposób ich oddziaływania	634
19.1.4.	Schemat połączeń	639
19.1.5.	Zalecenia i przepisy bezpieczeństwa	641
19.1.6.	Obsługa klimatyzacji (opróżnianie, napełnianie, konserwacja i wykrywanie przecieków)	643
19.2.	Dodatkowe układy ogrzewania	646
19.2.1.	Przegląd rozwiązań konstrukcyjnych	647
19.2.1.1.	Ogrzewanie elektryczne w samochodzie elektrycznym i hybrydowym	647
19.2.1.2.	Nagrzewnica spalinowa i ogrzewanie postojowe	651
19.2.2.	Działanie nagrzewnicy spalinowej	653
19.2.3.	Wskazówki dotyczące montażu nagrzewnicy spalinowej i przepisy prawne	654
19.2.4.	Diagnozowanie i schemat elektryczny ogrzewania postojowego	655
19.3.	Zabezpieczenia pojazdu przed kradzieżą	658
19.3.1.	Centralne blokowanie drzwi	658
19.3.2.	Elektroniczna blokada silnika (immobilizer)	662
19.3.3.	Instalacja alarmowa	664
19.3.3.1.	Opis układu i konieczność jego stosowania	664
19.3.3.2.	Sygnały wejściowe i wyjściowe	664

19.3.4.	Rozwój układów zabezpieczenia pojazdu przed kradzieżą	667
19.3.4.1.	Centralne blokowanie drzwi z nastawnikami pneumatycznymi	667
19.3.4.2.	Centralne blokowanie drzwi z nastawnikami elektrycznymi	671
19.3.4.3.	Montaż immobilizera w samochodzie niezabezpieczonym fabrycznie	674
19.4.	Układy monitorowania ciśnienia w oponach	675
19.4.1.	Układy pośredniego pomiaru ciśnienia w oponach	676
19.4.2.	Układy bezpośredniego pomiaru ciśnienia w oponach	677
20	ZINTEGROWANE UKŁADY INFORMACYJNE I WSPOMAGAJĄCE KIEROWCĘ (ASYSTENCI)	680
20.1.	Wiadomości ogólne o układach informacyjnych kierowcy	680
20.2.	Wprowadzanie poleceń i sygnały wejściowe	682
20.3.	Wyświetlanie i odtwarzanie	685
20.4.	Układy nawigacji satelitarnej	687
20.4.1.	Wiadomości wstępne	687
20.4.2.	Ustalanie pozycji i obliczanie trasy	688
20.4.3.	Budowa samochodowego układu nawigacji GPS	690
20.4.4.	Możliwe funkcje	691
20.4.5.	Najczęstsze usterki i ich przyczyny	693
20.5.	Układy wspomagające kierowcę (asystenci)	694
20.5.1.	Czujniki i współzależności między układami	695
20.5.2.	Ostrzeganie przed opuszczeniem pasa ruchu, asystent martwego pola, ostrzeganie przed kolizją boczną, asystenci utrzymania pasa ruchu i aktywnej zmiany pasa ruchu	697
20.5.3.	Asystent monitorowania skupienia kierowcy i asystent aktywnego awaryjnego zatrzymania	700
20.5.4.	Asystent zapobiegania kolizji, asystent skrzyżowania, asystent omijania i układ <i>pre-safe</i>	702
20.5.5.	Rozpoznawanie znaków drogowych, ostrzeganie przed wjazdem pod prąd, ostrzeganie przed pierwszeństwem przejazdu, wykrywanie pieszych	704
20.5.6.	Asystent widzenia nocnego	705
20.5.7.	Ograniczenia układów wspomagających kierowcę, wskazówki i poszukiwanie usterek	706
21	JAZDA AUTONOMICZNA	708
21.1.	Poziomy jazdy autonomicznej	708
21.2.	Czujniki, mapy i oprogramowanie	710
21.3.	Złożoność problematyki jazdy autonomicznej	714
22	TELEFON I TELEMATYKA	719
22.1.	Współczesne systemy telefoniczne	719
22.2.	Funkcje telefonu i telematyki	721
22.2.1.	Funkcje telefonu	721
22.2.2.	Telematyka komunikacyjna	722
22.2.3.	Funkcja powiadamiania ratunkowego	723
22.2.4.	Usługi sieciowe	724
22.2.5.	Funkcje telematyczne specyficzne dla pojazdów	725
22.3.	Podstawy działania telefonii komórkowej	727
22.4.	Historyczny rozwój telefonii samochodowej	729
22.4.1.	Informacje ogólne	729
22.4.2.	Telefony montowane na stałe i wersje przenośne w samochodach – koniec lat 90. XX wieku	730
22.4.3.	Telefon komórkowy montowany jako wyposażenie dodatkowe – stan z początku lat 2000	732
22.4.4.	Telefon zamontowany na stałe, zintegrowany z układem informacji kierowcy – stan z początku lat 2000	734
22.4.5.	Telefon w technologii Bluetooth zintegrowany z układem informacyjnym kierowcy – stan z lat 2005–2011	735