

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. Przekąźnik 115
 - 4.10.5.1. Zasada działania 115
 - 4.10.5.2. Rodzaje przekąźników 118
 - 4.10.5.3. Budowa przekąźnika kontaktronowego 118
 - 4.10.5.4. Przykłady zastosowań przekąźników kontaktronowych w samochodzie 119
 - 4.10.5.5. Poszukiwanie usterki w obwodzie z przekąźnikiem 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 przekąźniku 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 wyzwalający	239
10.5.1. Poziom impulsu wyzwalającego	239
10.5.2. Zbocze impulsu wyzwalającego	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 wyzwalenie 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 przeciwoślizgowy (ASR)	412
15.2.1. Układ przeciwoślizgowy z zaworami elektromagnetycznymi 3/3	413
15.2.2. Układ przeciwoślizgowy 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.	Sygnaly wejściowe i elementy składowe instalacji	474
17.2.3.	Sygnaly 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.	Sygnaly wejściowe	488
18.1.4.	Sygnaly 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.	Sygnaly 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, sygnaly 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.	Diagnozowanie i schemat elektryczny ogrzewania postojowego	564
19.	Zintegrowane układy informacji kierowcy	567
19.1.	Wprowadzenie	567
19.2.	Wprowadzanie poleceń i sygnaly 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