

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 (rys. 4.6) 76
- 4.3. Moc elektryczna 77
- 4.4. Rezystywność przewodnika 79
- 4.5. Połączenia równoległe i szeregowo 80
- 4.5.1. Połączenie szeregowo 80
- 4.5.2. Połączenie równoległe 82
- 4.5.3. Przegląd 84
- 4.6. Obwody mieszane 85
- 4.6.1. Rozszerzone połączenie szeregowo 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 przeciwzakłóceń w samochodzie 98

- 4.10. Indukcyjność 99

- 4.10.1. Magnetyzm 99

- 4.10.2. Indukcja magnetyczna 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 (rys. 4.80) 112

- 4.10.5. Przekaznik 115

- 4.10.5.1. Zasada działania 115

- 4.10.5.2. Rodzaje przekazników 118

- 4.10.5.3. Budowa przekaznika kontaktronowego 118

- 4.10.5.4. Przykłady zastosowań przekazników kontaktronowych w samochodzie 119

- 4.10.5.5. Poszukiwanie usterki w obwodzie z przekaznikiem 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 prądnicie prądu trójfazowego 129

- 5.1.5. Dioda do rozłączania obwodu elektrycznego 132

- 5.1.6. Dioda do ograniczania napięcia wzbudzenia 132

- 5.1.7. Oznaczanie diod 133

- 5.2. Dioda Zenera 133

- 5.2.1. Właściwości 134

- 5.2.2. Dioda Zenera w przekazywniku ochrony przepięciowej 134

- 5.2.3. Dioda Zenera jako dioda prostująca w prądnicie 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 (rys. 5.36) 143

- 5.4.2. Przykłady zastosowania fotodiody 144

- 5.4.2.1. Czujnik deszczu i światła 144

- 5.4.2.2. Czujnik promieniowania słonecznego (rys. 5.42 i 5.43) 146

- 5.4.2.3. Lusterko wewnętrzne samoczynnie reagujące na oślepianie 147

- 5.4.2.4. Bezdotkowy pomiar temperatury (rys. 5.46) 148

- 5.5. Tranzystor 150

- 5.5.1. Tranzystor jako element sterowalny 151

- 5.5.2. Porównanie tranzystora z przekazywnikiem 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 wykłowe 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 259
- 11.5. Magistrala LIN 261
- 11.6. Optyczne sieci transmisji danych 263
 - 11.6.1. Przesyłanie sygnałów światłowodami 264
 - 11.6.2. Magistrala MOST 266
 - 11.6.3. Diagnostyka magistrali MOST 267
 - 11.6.4. Magistrala Byteflight 268
- 11.7. Sieć Bluetooth 270
- 11.8. Przykłady wykorzystania sieci transmisji danych w samochodzie 272

12. Układy zapłonowe 277

- 12.1. Bezstykowe sterowanie zapłonu 277
 - 12.1.1. Zalety 277
 - 12.1.2. Budowa i działanie 278
 - 12.1.3. Indukcyjne wyzwalanie sygnału w zapłonie tranzystorowym 279
 - 12.1.4. Emitowanie sygnału przez czujnik Halla 280
 - 12.1.5. Wykrywanie usterek zapłonu sterowanego bezstykowo 282
- 12.2. Zapłon elektroniczny 285
 - 12.2.1. Schemat funkcjonalny z wejściami i wyjściami urządzenia sterującego 286
 - 12.2.2. Najważniejsze sygnały wejściowe do obliczania KWZ 287
 - 12.2.3. Dodatkowe sygnały wejściowe 289
 - 12.2.4. Sygnały wyjściowe oraz wskazówki do wykrywania usterek 291
- 12.3. Zapłon całkowicie elektroniczny 292
 - 12.3.1. Budowa i zalety statycznego rozdziału wysokiego napięcia 292
 - 12.3.2. Statyczny rozdział wysokiego napięcia przez cewki dwubiegunowe 293
 - 12.3.3. Informacja zwrotna o prądzie zapłonu w zapłonie statycznym 294
 - 12.3.4. Wskazówki dotyczące wykrywania usterek 295

13. Układy wtryskowe 296

- 13.1. Wtrysk ciągły (układ K-Jetronic) 296
 - 13.1.1. Opis funkcji i części składowych układu 296
 - 13.1.2. Elementy składowe i ich funkcje 298
 - 13.1.3. Dodatkowe, elektrycznie sterowane elementy układu 304
- 13.1.4. Schemat elektryczny 306
- 13.1.5. Układ K-Jetronic z regulacją lambda 307
- 13.2. Układ KE-Jetronic 308
 - 13.2.1. Różnice w stosunku do układu K-Jetronic 309
 - 13.2.2. Sygnały wejściowe i ich znaczenie dla sterowania elektronicznego 309
 - 13.2.3. Regulacja dawki wtrysku przez elektrohydrauliczny nastawnik ciśnienia 312
- 13.3. Wtrysk przerywany (układ L-Jetronic) 313
 - 13.3.1. Ogólny opis działania układu 313
 - 13.3.2. Elementy składowe i ich funkcje 314
 - 13.3.3. Funkcje urządzenia sterującego 323

- 13.3.4. Ogólny schemat elektryczny układu 326
- 13.4. Układ Mono-Jetronic 327
- 13.4.1. Obwód zasilania paliwem 327
- 13.4.2. Sygnały wejściowe do ustalenia warunków eksploatacji 330
- 13.4.3. Działanie urządzenia sterującego, sygnały wyjściowe 332
- 13.5. Regulacja lambda 334
- 13.5.1. Adaptacja składu mieszanki 336
- 13.5.2. Budowa i działanie sondy lambda 337
- 13.5.3. Sonda lambda z wkładem z dwutlenku tytanu 338
- 13.5.4. Planama sonda lambda 340
- 13.5.5. Szerokopasmowa planama sonda lambda 340
- 13.6. Regulowane elektronicznie układy wtryskowe w silnikach wysokoprężnych 341
- 13.6.1. Wiadomości ogólne, przegląd układu 341
- 13.6.2. Sygnały wejściowe i ich wpływ na działanie układu 342
- 13.6.3. Sterowanie różnymi pompami wtryskowymi i pozostałe sygnały wyjściowe 345
- 13.6.4. Wtrysk bezpośredni w silnikach wysokoprężnych 350
- 13.6.4.1. Promieniowe rozdzielacze pompy wtryskowe 350
- 13.6.4.2. Układy z pompowtryskiwaczami (UIS) i indywidualnymi pompami wtryskowymi (UPS) 354
- 13.6.4.3. Zasobnikowy układ wtryskowy Common Rail 354

14. Zintegrowane układy wtryskowo-zapłonowe i obecne wymagania 361

- 14.1. Informacje ogólne 361
- 14.2. Funkcje dodatkowe w różnych rozwiązaniach Motronic 362
- 14.3. Cyfrowe układy sterowania silnika z wtryskiem do rury dolotowej 365
- 14.4. Cyfrowe układy sterowania silnika o bezpośrednim wtrysku benzyny 370
- 14.5. Stosowana w Europie diagnostyka pokładowa (E-OBD) 372

15. Układy regulacji i sterowania dynamiki jazdy 376

- 15.1. Układ przeciwblokujący (ABS) 376
- 15.1.1. Podstawowe funkcje i ogólna budowa układu ABS 376
- 15.1.2. Czujniki prędkości obrotowej kół 377
- 15.1.3. Układ zamknięty z zaworami elektromagnetycznymi 3/3 379
- 15.1.4. Układ otwarty z zaworami elektromagnetycznymi 2/2 382
- 15.1.5. Układ zamknięty z zaworami elektromagnetycznymi 2/2 384
- 15.1.6. ABS w motocyklach 387
- 15.2. Układ przeciwoślizgowy (ASR) 390
- 15.2.1. Układ przeciwoślizgowy z zaworami elektromagnetycznymi 3/3 391
- 15.2.2. Układ przeciwoślizgowy z zaworami elektromagnetycznymi 2/2 396
- 15.3. Układ stabilizacji toru jazdy 400
- 15.3.1. Opis układu stabilizacji toru jazdy 400
- 15.3.2. Sygnały wejściowe i wyjściowe 403
- 15.4. Regulowane blokady mechanizmu różnicowego 410
- 15.4.1. Sygnały wejściowe i wyjściowe w urządzeniu sterującym 411
- 15.4.2. Blokada elektrohydrauliczna i elektromagnetyczna 413
- 15.4.3. Obwód elektryczny elektromagnetycznej blokady w układzie napędowym czterech kół 415
- 15.5. Elektroniczna regulacja amortyzatorów 417

16. Układy bezpieczeństwa biernego 421

- 16.1. Wprowadzenie 421
- 16.2. Budowa i działanie przednich poduszek gazowych 422
- 16.3. Nadzorowanie układu i przepisy bezpieczeństwa 429
- 16.4. Boczne poduszki gazowe 434
- 16.5. Kurtyny gazowe 435
- 16.6. Pirotechniczne napinacze pasów 437

- 16.7. Poduszka kompaktowa (eurobag) 441
- 16.8. Przykład kompletnego układu 444

17. Układy ochrony przed kradzieżą 445

- 17.1. Elektroniczne zabezpieczenie przed nieuprawnionym użyciem 445
- 17.1.1. Zabezpieczenie z transponderem przed uruchomieniem samochodu 446
- 17.1.2. Montaż immobilizera w samochodzie niezabezpieczonym fabrycznie 449
- 17.2. Instalacje alarmowe 450
- 17.2.1. Ogólny opis układu 450
- 17.2.2. Sygnały wejściowe i elementy składowe instalacji 452
- 17.2.3. Sygnały wyjściowe i schemat elektryczny instalacji alarmowej 459

18. Układy zwiększające komfort jazdy 462

- 18.1. Sterowanie ogrzewania i klimatyzacji 462
- 18.1.1. Opis działania i budowa układu 462
- 18.1.2. Zasada działania klimatyzacji 464
- 18.1.3. Sygnały wejściowe 466
- 18.1.4. Sygnały wyjściowe i sposób działania 467
- 18.1.5. Schemat ideowy 473
- 18.2. Elektroniczne sterowanie skrzynki przekładniowej 477
- 18.2.1. Opis układu 477
- 18.2.2. Sygnały wejściowe i wyjściowe 479
- 18.2.3. Bezstopniowa automatyczna skrzynka przekładniowa 485
- 18.3. Elektroniczne sterowanie sprzęgła i zautomatyzowana skrzynka przekładniowa 488
- 18.3.1. Elektroniczne sterowanie sprzęgła 488
- 18.3.2. Zautomatyzowana skrzynka przekładniowa 491
- 18.4. Regulacja prędkości jazdy 494
- 18.4.1. Opis działania układu 494
- 18.4.2. Elementy składowe, sygnały wejściowe i wyjściowe 495
- 18.4.3. Adaptacyjna regulacja prędkości jazdy 498
- 18.5. Elektroniczny pomiar odległości (asystent parkowania) 503
- 18.6. Centralne blokowanie drzwi 509
- 18.6.1. Centralne blokowanie drzwi z nastawnikami pneumatycznymi 509
- 18.6.2. Centralne blokowanie drzwi z nastawnikami elektrycznymi 514
- 18.6.3. Komfortowy dostęp do samochodu 520
- 18.7. Elektryczne sterowanie szyb 522
- 18.8. Elektryczne sterowanie dachu 526
- 18.9. Elektryczne ustawianie lusterek zewnętrznych 528
- 18.10. Elektryczna regulacja siedzenia 530
- 18.11. Elektryczna regulacja siedzenia i lusterek z pamięcią ustawienia 532
- 18.12. Elektryczna regulacja położenia kolumny kierownicy 535

19. Zintegrowane układy informacji kierowcy 538

- 19.1. Wprowadzenie 538
- 19.2. Wprowadzanie poleceń i sygnały wejściowe 539
- 19.3. Komunikaty i odtwarzanie 543
- 19.4. Układy nawigacji satelitarnej 544
- 19.4.1. Wiadomości wstępne 544
- 19.4.2. Ustalenie pozycji i obliczenie marszruty 545
- 19.4.3. Budowa układu nawigacji GPS w samochodzie 547
- 19.4.4. Możliwe funkcje 550
- 19.4.5. Możliwe usterki i ich przyczyny 552
- 19.5. Telefon w samochodzie 554
- 19.5.1. Rozwój telefonii komórkowej 554
- 19.5.2. Zasady działania i stosowane technologie 554
- 19.5.3. Przykłady rozwiązań i etapy rozwojowe 557
- 19.5.3.1. Telefony montowane na stałe, koniec lat 90. XX wieku 557
- 19.5.3.2. Telefon komórkowy zintegrowany z samochodem 558
- 19.5.3.3. Zamontowanie telefonu komórkowego jako wyposażenia dodatkowego 560
- 19.5.3.4. Telefon zamontowany na stałe, zintegrowany z układem informacji kierowcy, stan z początku 2000 roku 562

19.5.3.5. Telefon w technologii bluetooth zintegrowany z
układem informacji kierowcy 563
19.6. Telematyka 564
19.6.1. Telematyka komunikacyjna 565
19.6.2. Funkcja wywołania alarmowego 567
19.6.3. Usługi online 568
19.6.4. Funkcje telematyczne dotyczące tylko samochodu 570

Materialy źródłowe 571

Źródła ilustracji 573

Wykaz skrótów 575