

# Spis treści

|                                                                                                                         |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>1. Badanie układu samodiagnostyki w silniku benzynowym typu Motronic.....</b>                                        | <b>11</b>     |
| 1.1. Struktura systemu sterowania silnikiem benzynowym typu Motronic.....                                               | 11            |
| 1.2. Algorytm pracy sterownika w silniku benzynowym typu Motronic.....                                                  | 16            |
| 1.3. Podstawy diagnozowania systemów sterowania silników.....                                                           | 19            |
| 1.4. Samodiagnostyka w pojeździe samochodowym.....                                                                      | 22            |
| 1.5. Wewnętrzny (pokładowy) system diagnostyczny w układzie silnika typu Motronic.....                                  | 24            |
| 1.5.1. Układ działania awaryjnego.....                                                                                  | 31            |
| 1.6. Przesyłanie informacji samodiagnozy sieciami wewnętrznymi pojazdu.....                                             | 32            |
| 1.6.1. Magistrala CAN.....                                                                                              | 33            |
| 1.6.2. Magistrala K-LINE .....                                                                                          | 35            |
| 1.7. Sygnały na złączach diagnostycznych.....                                                                           | 36            |
| 1.7.1. Diagnostyka sieci informacyjnej w systemie sterowania silnikiem benzynowym.....                                  | 39            |
| 1.8. Wykonanie ćwiczenia .....                                                                                          | 40            |
| 1.8.1. Zapoznanie się ze schematem stanowiska oraz z funkcjonowaniem systemu samodiagnozy układu Motronic.....          | 40            |
| 1.8.2. Badanie kodu usterek zapisanych w pamięci sterownika...                                                          | 43            |
| 1.9. Badanie zapisu w pamięci usterek systemu Motronic ML 4.1 z wykorzystaniem diagnoskopu KTS 530.....                 | 48            |
| 1.10. Pomiar przesyłanych sygnałów samodiagnozy siecią wewnętrzną w systemie Motronic z wykorzystaniem oscyloskopu..... | 51            |
| 1.11. Pytania kontrolne.....                                                                                            | 55            |
| <br><b>2. Badanie układu regulacji biegu jałowego w silniku benzynowym.....</b>                                         | <br><b>57</b> |
| 2.1. Stabilizacja prędkości biegu jałowego.....                                                                         | 60            |

|                                                                                                                                                                     |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.2. Diagnostyka elementów układu regulacji biegu jałowego.....                                                                                                     | 64        |
| 2.3. Układ sterowania przepustnicą.....                                                                                                                             | 68        |
| 2.4. Wykonanie ćwiczenia.....                                                                                                                                       | 73        |
| 2.4.1. Zapoznanie się ze stanowiskiem laboratoryjnym oraz warunkami jego uruchamiania i ustawiania parametrów pracy silnika.....                                    | 73        |
| 2.4.2. Badanie układu regulacji biegu jałowego.....                                                                                                                 | 73        |
| 2.4.3. Wyznaczenie charakterystyki współczynnika wypełnienia impulsów sterujących mechanizmu wolnych obrotów w funkcji obciążenia silnika $k = f(\alpha_Q)$ .....   | 77        |
| 2.4.4. Wyznaczenie charakterystyki współczynnika wypełnienia impulsów zasilania mechanizmu wolnych obrotów w funkcji prędkości obrotowej silnika $k = f(n_s)$ ..... | 77        |
| 2.4.5. Wyznaczenie charakterystyki współczynnika wypełnienia impulsów zasilania mechanizmu wolnych obrotów w funkcji temperatury silnika $k = f(T_s)$ .....         | 78        |
| 2.5. Badanie sterownika systemu Motronic w zakresie wypracowania sygnałów sterujących silnikiem na biegu jałowym.....                                               | 78        |
| 2.5.1. Przygotowanie diagnostyki Opelscaner do pracy.....                                                                                                           | 78        |
| 2.5.2. Badanie „mapy roboczej” sterującej wtryskiem w systemie Motronic w rodzaju pracy bieg jałowy.....                                                            | 82        |
| 2.5.3. Badanie „mapy roboczej” sterującej kątem wyprzedzenia zapłonu w rodzaju pracy bieg jałowy w systemie Motronic.....                                           | 83        |
| 2.6. Opracowanie wyników pomiarów i wnioski.....                                                                                                                    | 84        |
| 2.7. Pytania kontrolne.....                                                                                                                                         | 85        |
| <b>3. Badanie układu wtrysku paliwa w silniku benzynowym sterowanym komputerowo.....</b>                                                                            | <b>87</b> |
| 3.1. Elementy układu zasilania paliwem.....                                                                                                                         | 87        |
| 3.1.1. Wtryskiwacze.....                                                                                                                                            | 88        |
| 3.1.2. Układ zasilania powietrzem.....                                                                                                                              | 89        |
| 3.1.3. Obliczanie ilości powietrza płynącego do silnika, w celu określenia dawki paliwa (czasu wtrysku).....                                                        | 90        |
| 3.2. Pomiar natężenia przepływu powietrza do silnika.....                                                                                                           | 92        |
| 3.2.1. Przepływomierz powietrza objętościowy – z klapą spiętrzającą.....                                                                                            | 92        |

|                                                                                                                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.2.2. Przepływomierz powietrza z gorącą płytką typu HFM5...                                                                                                    | 94  |
| 3.2.3. Przepływomierz masowy z „gorącym drutem”.....                                                                                                            | 96  |
| 3.3. Badanie sprawności przepływomierza przy pomocy diagnosko-<br>pu.....                                                                                       | 98  |
| 3.3.1. Warunki przeprowadzenia pomiarów masowego przepły-<br>womierza powietrza.....                                                                            | 98  |
| 3.3.2. Opis przeprowadzonych badań wraz z interpretacją wyni-<br>ków pomiarów.....                                                                              | 100 |
| 3.4. Czujnik temperatury powietrza dolotowego i cieczy chłodzącej<br>silnik.....                                                                                | 102 |
| 3.5. Regulacja składu mieszanki.....                                                                                                                            | 104 |
| 3.6. Wąskopasmowa sonda lambda.....                                                                                                                             | 107 |
| 3.7. Szerokopasmowa sonda lambda.....                                                                                                                           | 112 |
| 3.8. Adaptacyjne sterowanie wtryskiem.....                                                                                                                      | 118 |
| 3.9. Wykonanie ćwiczenia.....                                                                                                                                   | 119 |
| 3.9.1. Badanie układu regulacji z sondą lambda.....                                                                                                             | 120 |
| 3.9.1.1. Wyznaczenie charakterystyki współczynnika wy-<br>pełnienia impulsów sondy lambda w funkcji obciąż-<br>zenia silnika $k = f(\alpha_0)$ .....            | 120 |
| 3.9.1.2. Wyznaczenie charakterystyki współczynnika wy-<br>pełnienia impulsów sondy lambda w funkcji prędko-<br>ści obrotowej silnika $k = f(n_s)$ .....         | 120 |
| 3.9.1.3. Wyznaczenie charakterystyki współczynnika wy-<br>pełnienia impulsów sondy lambda w funkcji tempe-<br>ratury silnika $t_w = f(T_s)$ .....               | 121 |
| 3.9.2. Badanie układu wtryskowego w systemie Motronic przy<br>użyciu oscyloskopu.....                                                                           | 121 |
| 3.9.2.1. Sprawdzenie stanu technicznego wtryskiwaczy<br>w układzie paliwowym.....                                                                               | 121 |
| 3.9.3. Badanie przepływomierza powietrza.....                                                                                                                   | 122 |
| 3.9.4. Badanie wypracowania sygnałów sterujących dawką pali-<br>wa w systemie Motronic ML 4.1 z wykorzystaniem dia-<br>gnoskopu Oplescaner.....                 | 124 |
| 3.9.4.1. Wyznaczenie "mapy roboczej wtrysku" – charakte-<br>rystyki czasu wtryskiwanego paliwa w funkcji ob-<br>ciążenia silnika $t_w = f(\alpha_Q, n_s)$ ..... | 126 |

|                                                                                                                                                                |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.9.4.2. Wyznaczenie "mapy roboczej wtrysku" – charakterystyki czasu wtryskiwanego paliwa w funkcji prędkości obrotowej silnika $t_w = f(n_s, \alpha_Q)$ ..... | 127        |
| 3.9.4.3. Wyznaczenie charakterystyki czasu wtryskiwanego paliwa w funkcji temperatury silnika $t_w = f(T_s, n_s)$ ...                                          | 128        |
| 3.10. Opracowanie wyników pomiarów i wnioski.....                                                                                                              | 128        |
| 3.11. Pytania kontrolne.....                                                                                                                                   | 129        |
| <b>4. Badanie układu zapłonowego sterowanego komputerowo .....</b>                                                                                             | <b>131</b> |
| 4.1. Optymalizacja energii iskry zapłonowej.....                                                                                                               | 131        |
| 4.2. Elementy układów zapłonowych.....                                                                                                                         | 134        |
| 4.2.1. Cewki zapłonowe.....                                                                                                                                    | 134        |
| 4.2.2. Cewki dwubiegunowe.....                                                                                                                                 | 134        |
| 4.2.3. Cewki indywidualne.....                                                                                                                                 | 135        |
| 4.3. Świece zapłonowe.....                                                                                                                                     | 136        |
| 4.4. Sterownik układu zapłonowego.....                                                                                                                         | 139        |
| 4.5. Elektroniczne układy zapłonowe.....                                                                                                                       | 140        |
| 4.5.1. Elektroniczny zapłon tranzystorowy.....                                                                                                                 | 140        |
| 4.6. Elektroniczne układy zapłonowe II generacji.....                                                                                                          | 141        |
| 4.7. Mikrokomputerowe układy zapłonowe.....                                                                                                                    | 144        |
| 4.8. Diagnostyka układu zapłonowego.....                                                                                                                       | 148        |
| 4.8.1. Interpretacja diagnostyczna oscyloskopowego przebiegu napięcia na elektrodach świecy zapłonowej.....                                                    | 148        |
| 4.9. Opis wybranych niesprawności w elektronicznym układzie zapłonowym.....                                                                                    | 150        |
| 4.10. Badanie komputerowego układu zapłonowego z wykorzystaniem diagnostyki FSA 720 Bosch.....                                                                 | 150        |
| 4.10.1. Opis przeprowadzonych badań wraz z interpretacją wyników pomiarów.....                                                                                 | 152        |
| 4.11. Badanie cewki zapłonowej z wykorzystaniem FSA 720 Bosch...                                                                                               | 155        |
| 4.12. Wykonanie ćwiczenia.....                                                                                                                                 | 157        |
| 4.12.1. Zidentyfikowanie na stanowisku laboratoryjnym Motronic elementów układu zapłonowego.....                                                               | 157        |
| 4.12.2. Badanie komputerowego układu zapłonowego systemu                                                                                                       |            |

|                                                                                                                                                                 |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Motronic ML 4.1 z wykorzystaniem diagnoskopu Ople-scaner.....                                                                                                   | 157        |
| 4.12.3. Badanie „mapy roboczej” sterującej zapłonem w systemie Motronic.....                                                                                    | 160        |
| 4.13. Opracowanie wyników pomiarów i wnioski.....                                                                                                               | 161        |
| 4.14. Pytania kontrolne.....                                                                                                                                    | 162        |
| <b>5. Badanie wybranych czujników w systemie Motronic.....</b>                                                                                                  | <b>165</b> |
| 5.1. Czujniki prędkości obrotowej i położenia wału korbowego.....                                                                                               | 165        |
| 5.2. Zasada działania czujnika indukcyjnego.....                                                                                                                | 168        |
| 5.3. Budowa czujników położenia wału korbowego w systemie sterowania silnikiem typu Multec.....                                                                 | 171        |
| 5.4. Czujniki położenia wałka rozrządu.....                                                                                                                     | 176        |
| 5.5. Zasada działania czujnika Halla.....                                                                                                                       | 177        |
| 5.6. Piezoelektryczne czujniki drgań.....                                                                                                                       | 181        |
| 5.7. Piezoelektryczny czujnik ciśnienia.....                                                                                                                    | 182        |
| 5.8. Czujniki położenia pedału przyspieszania.....                                                                                                              | 186        |
| 5.9. Wykonanie ćwiczenia.....                                                                                                                                   | 188        |
| 5.9.1. Badanie czujnika położenia i prędkości obrotowej wału korbowego.....                                                                                     | 188        |
| 5.9.2. Badanie czujnika położenia przepustnicy.....                                                                                                             | 190        |
| 5.9.2.1. Wyznaczenie "mapy roboczej wtrysku" – charakterystyki czasu wtryskiwanego paliwa w funkcji zmian położenia przepustnicy $t_w = f(n_s, \alpha_p)$ ..... | 190        |
| 5.10. Opracowanie wyników pomiarów i wnioski.....                                                                                                               | 191        |
| 5.11. Pytania kontrolne.....                                                                                                                                    | 191        |
| Literatura.....                                                                                                                                                 | 193        |