

Stanisław DUER¹
Konrad ZAJKOWSKI¹
Radosław DUER³
Ireneusz PŁOCHA⁴

BADANIE WEWNĘTRZNEJ SIECI INFORMACYJNEJ POJAZDU SAMOCHODOWEGO

Artykuł zawiera opis diagnostyki sieci informacyjnej w pojeździe samochodowym. W pracy zamieszczono podstawowy dotyczące zasad funkcjonowania oraz przesyłania informacji w sieci wewnętrznej pojazdu. Przepływ i przesyłanie wszelkiej informacji (sygnałów) w samochodzie odbywa się drogą sieci wewnętrznej lub sieci CAN. Stąd w przypadku wystąpienia uszkodzeń w samochodzie przed podłączeniem diagnostyki do złącza diagnostycznego należałoby się wcześniej upewnić o sprawności sieci informacyjnej. W artykule zaprezentowano także system diagnostyki sieci informacyjnej w pojeździe samochodowym. Przedstawiono wyniki i wnioski z diagnostyki samochodowej sieci informacyjnej.

INTERNAL NETWORK TEST VEHICLE INFORMATION

The article contains a description of the diagnostic information network in the motor vehicle. The paper presents the basic principles of operation and information transmission network in the outer vehicle. Movement and transmission of any information (signals) in the car is carried by the internal network or networks CAN. Hence, in case of damage in a car before connecting to the connector of the diagnostic testing devices should be pre-check on the efficiency of network. The article presents the diagnostic system of information network in the motor vehicle. Presents the results and conclusions of automotive diagnostics network.

1. WPROWADZENIE

Dynamicznemu rozwojowi techniki komputerowej towarzyszy stały wzrost liczby systemów elektronicznych. Obserwuje się go także w technice motoryzacyjnej. Wiąże się to jednak nierozłącznie ze stałym wzrostem złożoności budowy całego pojazdu. Wiele układów sterowania, np. system sterowania silnikiem, w ostatnich latach znacznie usprawniono dzięki umożliwieniu współdziałania poszczególnych układów pojazdu [1-4].

¹ Koszalin University of Technology, Department of Mechanical Engineering, Raclawicka 15-17, 75-620 Koszalin, tel. 0943478262, e-mail: stanislaw.duer@tu.koszalin.pl;

² tel. 0943478426; konrad.zajkowski@tu.koszalin.pl;

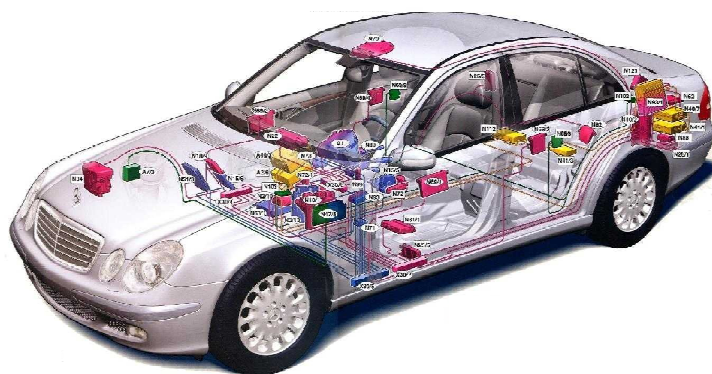
³ OTICON Polska Production Sp. z o.o.; ul. Lubieszńska 59. Mierzyn, 72-006 Szczecin; e-mail: radoslaw.duer@wp.pl

⁴ ATENA Usługi Informatyczno finansowe Sp. z o.o.; ul. Rzemielnicza 33. 81-855 Sopot., tel. +48587680700, e-mail: ip@nsc.pl

Ponadto, wiele informacji (danych) przetwarzanych przez poszczególne układy można wykorzystać w skali całego pojazdu pod warunkiem połączenia siecią poszczególnych składników w celu zintegrowania systemu. W zależności od rodzaju przyjętych kryteriów (np. bezpieczeństwo transmisji, tolerancja błędów, koszty) stosuje się różne systemy komunikacyjne.

2. MAGISTRALA LIN I SIEĆ CAN

Celem magistrali jest połączenie w sieci czujników i elementów wykonawczych sterujące urządzeniami w nadwoziu samochodu. Magistrala ta zawiera prosty protokół transmisji, co umożliwiło zastosowanie mikrokontrolerów o mniejszej mocy obliczeniowej w układach interfejsów komunikacyjnych, bez używania urządzeń dodatkowych. Interfejs LIN czyli Local Interconnect Network już w 2001r. był montowany w pojazdach produkcji seryjnej firmy Mercedes-Benz SL. Magistrala LIN powstała jako podsystem sieci nadrzędnej CAN. Przesyła ona dane z szybkością do 20 kbit/s i jest ograniczona do 16 węzłów. Jest to sieć typu Master-Slave, przy czym Master jest podłączony do sieci nadrzędnej, a urządzenia Slave są inteligentnymi czujnikami i nastawnikami (wyłączniki z interfejsem magistrali LIN). Węzły sieci są połączone w konfiguracji liniowej za pomocą linii jedнопrzewodowej. Komunikacja odbywa się synchronicznie w czasie, podstawę czasu zadaje Master.



Rys. 1 Sieci wymiany danych w pojazdach samochodowych [8]

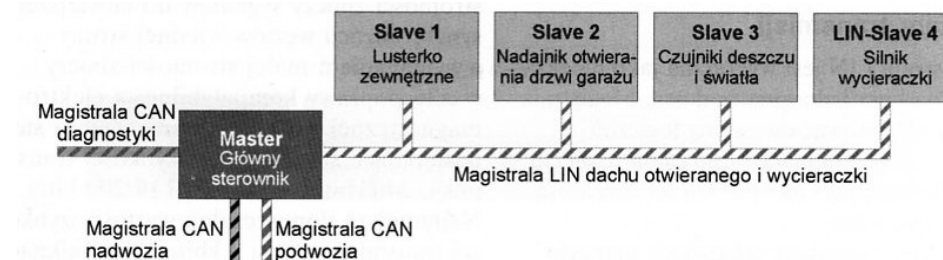
Zastosowanie:

- moduł sterowania drzwi obsługujący centralny zamek, elektryczne szyby i lusterka zewnętrzne;
- sterowanie elektrycznie otwieranym dachem;
- klimatyzacja;
- układ elektroniczny reflektorów;
- sterowanie silnikami regulacji wysokości i położenia siedzeń, itp.

Na rysunku 1 przedstawiono magistralę LIN, jako podsystem magistrali CAN.

Magistrala CAN została wprowadzona do samochodów produkowanych seryjnie w roku 1991. Stała się ona standardem w branży samochodowej jak również w systemach ogólnej

automatyki przemysłowej w systemach rozproszonych. Magistralę CAN wykorzystuje się w różnych układach samochodowych zróżnicowanych pod względem wymagań dotyczących sieci, z tegoż też powodu instaluje się magistrale o różnych szybkościach transmisji, które oferują optymalny stosunek kosztów do parametrów dla poszczególnych zespołów pojazdu.



Rys. 2. Struktura połączeń sieci CAN

3. MAGISTRALA K-LINE

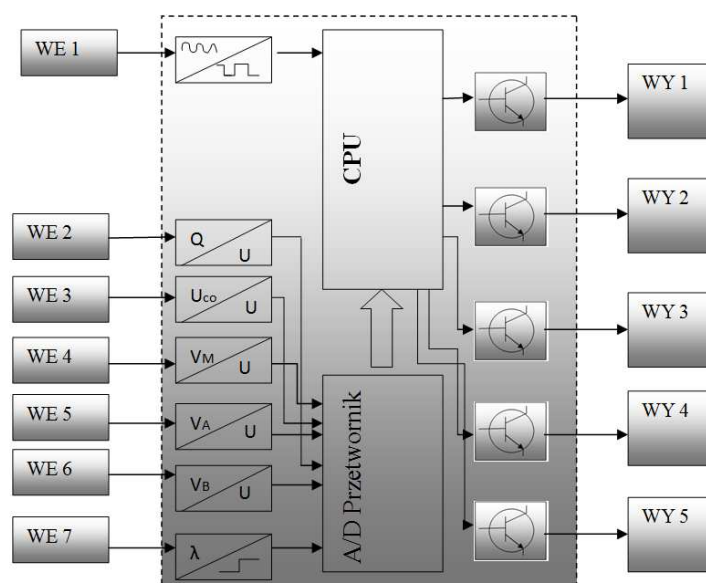
K-Line jest najstarszym protokołem magistrali stosowanych w pojazdach samochodowych i przeznaczonym do zadań diagnostycznych. Jest to protokół znakowy, który daje się prosto implementować w interfejsie szeregowym na bazie UART, w który jest wyposażony prawie każdy komputer i mikrokontroler. Interfejs ten powstał w latach 80. Podczas fazy inicjalizacji urządzenia wymieniają tak zwane słowo kluczowe (keyword), dzięki któremu oba urządzenia akceptują wspólny protokół przyszłej wymiany danych. Słowa kluczowe i oparty na nich protokół nie są ujęte w normie ISO9141 i przez długi czas były zależne od producenta. Na początku lat 90 wydano przepisy nazwane OBD (on-board diagnostics) dotyczące nadzoru emisji zanieczyszczeń. Żądano wprowadzenia interfejsu diagnostycznego do którego mogą podłączyć tester: policja, warsztat i uprawnione władze aby sprawdzić skład i poziom emitowanych spalin. W połowie lat 90 Unia Europejska przejęła przepisy amerykańskie w zmodyfikowanej formie pod zbiorczą nazwą Keyword Protocol 2000 (KWP 2000). Zostały ściślej sprecyzowane szczegóły interfejsu diagnostycznego pod nazwą ISO 14230. K-Line jest magistralą dwukierunkową jednoliniową. Opcjonalnie jest możliwe stosowanie dodatkowej linii L tylko jednokierunkowej wykorzystywanej tylko w fazie inicjacji. Tester diagnostyczny może być podłączony bezpośrednio do sieci albo przez sterownik, który jest bramą. Konfiguracja z bramą najczęściej znajduje zastosowanie, kiedy wewnętrzna magistrala opiera się na sieci CAN. Poziom logiczny sygnałów zdefiniowany jest względem napięcia sieci [1-4].

Testery diagnostyczne aktualnie najczęściej budowane są na bazie komputerów PC więc potrzebny jest konwerter interfejsu. Transmisja odbywa się asynchronicznie zgodnie ze standardem UART z 1 bitem startu, 8 bitów danych i 1 bit stopu. Szybkość transmisji dowolnie ustala aktywny sterownik w przedziale od 1,2 kbit/s do 10,4 kbit/s a tester musi się do tego dostosować. Sterowniki obsługujące diagnostykę emisji spalin mają ustaloną stałą prędkość transmisji na poziomie 10,4 kbit/s. Kształt gniazda złącza diagnostycznego jest opisany jednolicie według normy ISO 500131 i SAE J1962. Jest to

złącze 16-stykowe zawierające podłączenie do systemu magistrali według normy ISO 9141, SAE J1850 i CAN. Styki nieoznaczone mogą być dowolnie wykorzystane.

4. DIAGNOSTYKA SIECI CAN

Diagnozowanie usterek sieci CAN polega głównie na sprawdzeniu poprawności przebiegu sygnału przesyłanych danych [5-7]. Na ich podstawie można domniemywać przyczyny usterki i podjąć próbę jej usunięcia. Głównym narzędziem diagnozowania jest oscyloskop cyfrowy. Urządzenie diagnostyczne typu KTS podłączone do złącza diagnostycznego tworzy podsystem sieci CAN i daje nam możliwość diagnozowania tego odcinka sieci, gdyż przy jego braku ta część sieci jest nie aktywna. Pozwala on nam również na określenie przybliżonego miejsca usterki. Do pełnego opracowania takiego stanowiska konieczne jest opracowanie sposobów wykonywania pomiarów, ocena poprawności przebiegów sygnałów informacji, porównanie ich z przebiegami wzorcowymi, określenie usterek i przyczyn ich powstania. System sterowania silnikiem Motronic jest elektronicznym układem regulacji, w którym elektroniczne urządzenie sterujące kieruje pracą podsystemów zapłonu i wtrysku paliwa oraz reguluje prędkość biegu jałowego silnika.



Rys. 2. Schemat strukturalny systemu sterowania silnika, gdzie: WE1 - prędkość obrotowa, WE2 - objętość powietrza, WE3 - bieg jałowy, WE4 - temperatura cieczy chłodzącej, WE5 - temperatura zasysanego powietrza, WE6 - napięcie akumulatora, WE7 - napięcie sondy lambda, WY 1 - cewka zapłonowa, WY2 - wtryskiwacze, WY3 - pompa paliwa, WY4 - nastawnik biegu jałowego, WY5 - zawór odpowietrzania filtra z węglem aktywnym.

Rozdzielacz, jeśli występuje, jest potrzebny tylko do rozdzielenia iskry do poszczególnych cylindrów w określonej kolejności. Urządzenie sterujące nie reguluje tych wielkości oddzielnie. Oba podsystemy korzystają ze wspólnych czujników oraz ze wspólnego systemu przetwarzania danych. Motronic jest systemem sterowania z cyfrowym przetwarzaniem danych. Ma, zatem szerokie możliwości samodiagnostyczne oraz może współdziałać z innymi elektronicznymi systemami pojazdu takimi, jak: ABS, ASR, automatyczna skrzynia biegów czy też układ klimatyzacji. Urządzenie sterujące (Rys. 3) składa się z następujących elementów składowych:

- mikroprocesora (CPU),
- analogowo-cyfrowych przetworników (A/D),
- układu formowania impulsów (IF),
- pamięci ROM,
- pamięci RAM.

W skład stanowiska diagnostycznego (Rys. 4) wchodzi następujące elementy:

- Stanowisko laboratoryjne sterowania silnikiem benzynowym typu Motronic
- Komputer PC
- Diagnoskop KTS 530 firmy Bosch
- Oscyloskop cyfrowy RIGOL DS1062CA

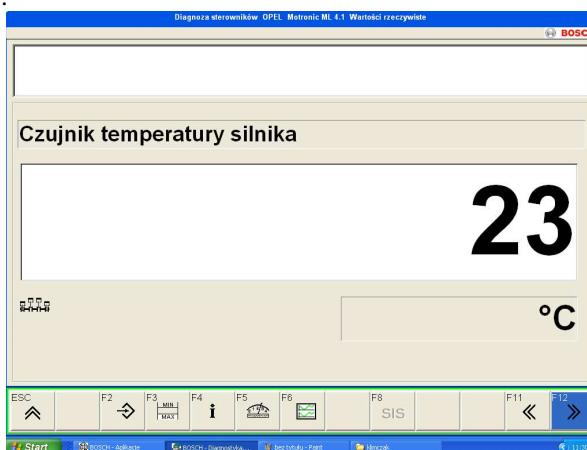


Rys. 4. Stanowisko laboratoryjne Motronic do badania sieci informacyjnych (wewnętrznych)

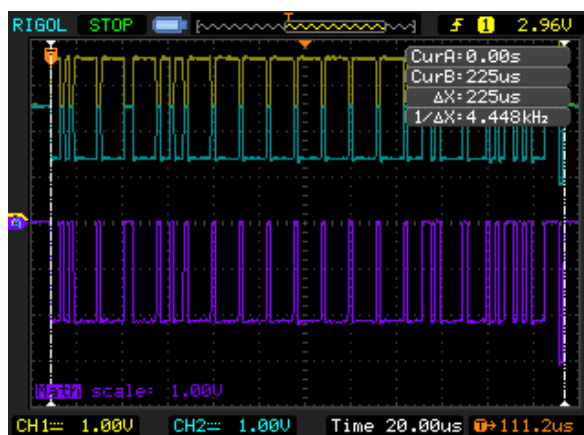
Aby umożliwić pomiar informacji przesyłanych w sieci należy podłączyć, i uruchomić diagnoskop zgodnie z schematem zawartym w [1, 4]. Podłączyć oscyloskop zgodnie z instrukcją zawartą w [1, 4].

5. POMIAR PRZESYŁANEJ INFORMACJI W SYSTEMIE MOTRONIC

Pomiar temperatury silnika za pomocą diagnostyki KTS Bosch (Rys. 4) i odczyt informacji przesyłanej wewnętrzną siecią informacyjną w systemie Motronic (Rys. 5).



Rys. 5. Pomiar temperatury silnika za pomocą diagnostyki KTS firmy Bosch

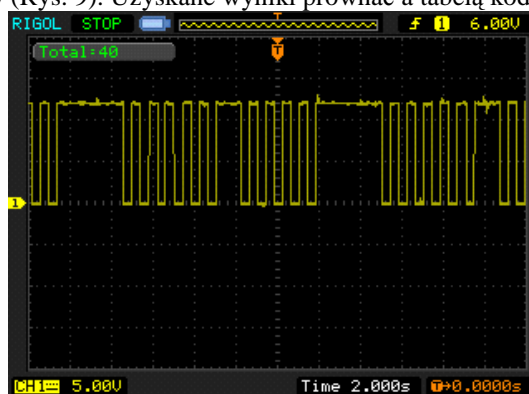


Rys. 6. Pomiar temperatury silnika za pomocą odczytu informacji przesyłanej siecią systemu Motronic

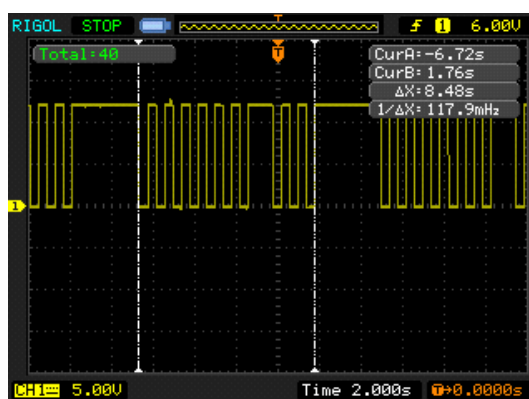
Za pomocą oscyloskopu nie jesteśmy w stanie odczytać ani wartości aktualnych ani komunikatów błędów ze względu na ogromną ilość przesyłanych informacji i ich kodowanie. Natomiast jesteśmy w stanie sprawdzić poprawność przebiegu jak i określić typ sieci którą badamy. W powyższym przypadku widać, że przesyłana informacja ma prawidłowy przebieg i jest to sieć CAN C.

Pomiar oscyloskopem informacji przesyłanej przez system Motronic w trybie pracy samodiagnozy dla symulowanych usterek: potencjometr CO – napięcie za niskie (Rys. 7),

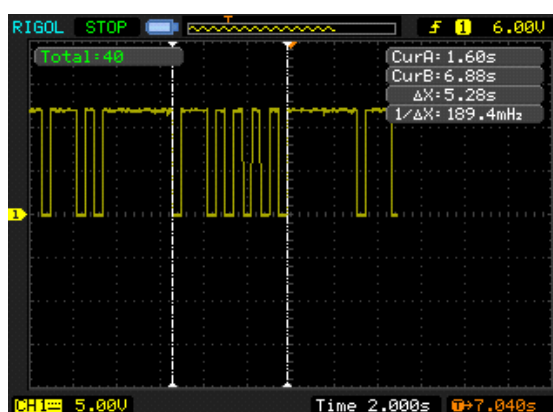
przeptywomierz powietrza – napięcie za niskie (Rys. 8), czujnik temperatury silnika – napięcie za wysokim (Rys. 9). Uzyskane wyniki prównać a tabelą kodów błędów [1].



Rys. 7. Samodiagnoza- usterka 1, kod 65



Rys. 8. Samodiagnoza- usterka 2, kod 73



Rys. 9. Samodiagnoza- usterka 3, kod 15

6. PODSUMOWANIE

Diagnostyka samochodowej sieci informacyjnej nie należy do skomplikowanych czynności diagnostycznych. Wymaga ona jednak dobrego oprzyrządowania w urządzenia diagnostyczne. Bardzo potrzebnym urządzeniem wydaje się być KTS 720/740. Dysponując jednak stosunkowo ubogą bazą diagnostyczną, w postaci KTS 520 i oscyloskop jest możliwe przeprowadzenie badań podstawowych. Powyższe pomiary pokazują iż za pomocą oscyloskopu jesteśmy w stanie określić komunikat przesyłanej informacji i określić typ uszkodzenia korzystając z tabeli kodów błędów. Dodatkowo jest możliwe uzyskanie daignozoy co do stanu sieci informacyjnej poprzez określenie stanu np. zwarcia lini H i L do masy lub wzajemne ich zwarcie między sobą.

LITERATURA

- [1] Duer S.: Laboratorium Elektrotechniki samochodowej Tom I. Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej. Koszalin 2009.
- [2] Duer S., Duer R., Duer P.: Tor pomiarowy dla systemu diagnozującego układ sterowania silnikiem samochodowym typu Motronic, w monografii pod redakcją Leona kukiełki nt. „Innowacje w motoryzacji dla ochrony środowiska” Słupsk, 2009, (ISBN 978-83-60228-19-7), str. 79-86.
- [3] Duer S., Zajkowski K.: Laboratorium Elektrotechniki samochodowej Tom II. Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej. Koszalin 2010.
- [4] Duer S., Zajkowski K., Duer R.: Diagnostyka w układzie zasilania elektrycznego pojazdu samochodowego. Proceedings of the „ XV Conference Computer Applications in Electrical Engineering” institute Of Electrical Engineering And Electronics Poznan University Of Technology, Poznan, April 19-21, 2010, pp. 255-256.
- [5] Duer S.: Artificial Neural Network-based technique for operation process control of a technical object. Defence Science Journal, DESIDOC, Vol. 59, No. 3, May 2009, pp. 305-313.
- [6] Duer S.: Diagnostic system with an artificial neural network in diagnostics of an analogue technical object. Neural Computing & Applications, 2010, Springer – Verlag London Limited, Vol. 19 No.1, pp.55-60.
- [7] Duer S.: Diagnostic system for the diagnosis of a reparable technical object, with the use of an artificial neural network of RBF type. Neural Computing & Applications, 2010, DOI: 10.1007/s00521-009-0325-4, Springer – Verlag London Limited.
- [8] Materiały dydaktyczno-szkoleniowe Bosch. Warszawa, 2009.