



Stanisław DUER, Konrad ZAJKOWSKI

KONTROLA PRZESYŁANIA SYGNAŁÓW SIECIĄ INFORMACYJNĄ POJAZDU

Streszczenie

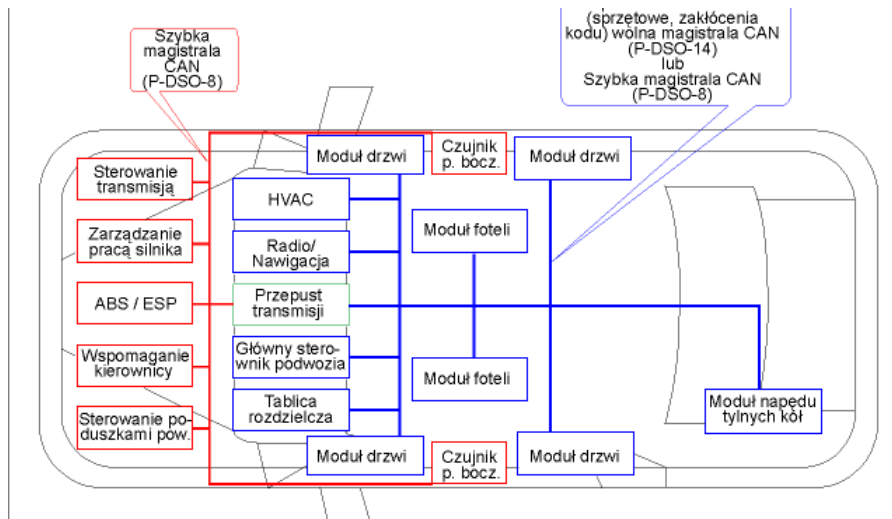
W artykule zaprezentowano pomiary i badanie stanu przesyłania sygnałów w sieci wewnętrznej samochodu. Sieć tego typu jest podstawowym środkiem informacyjnym w pojeździe. W magistrali sieci są połączone elementy transmisji oraz czujniki i elementy wykonawcze sterujące urządzeniami w samochodzie. Sprawność sieci informacyjnej jest podstawą w prawidłowym diagnozowaniu usterek w samochodzie przy wykorzystaniu oscyloskopów i innych urządzeń diagnostycznych. W artykule przedstawiono diagnostykę stanu sieci informacyjnej przy wykorzystaniu oscyloskopu.

WSTĘP

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. 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 [1, 19, 20].

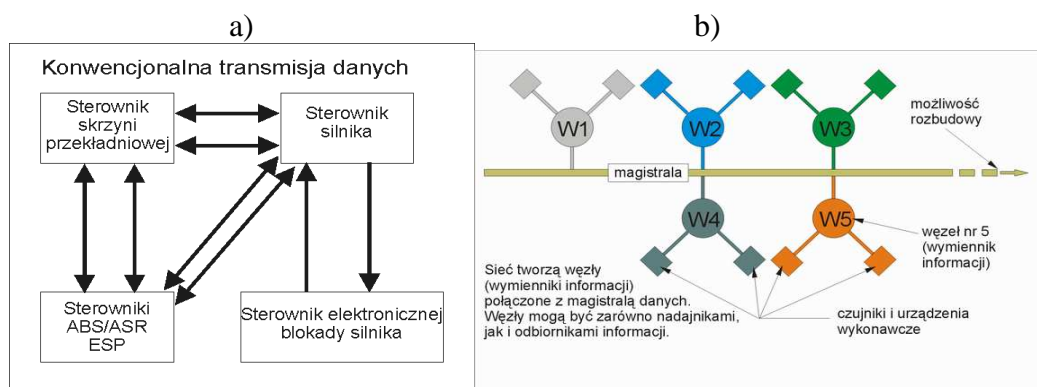
1. MAGISTRALA LIN

Celem magistrali jest połączenie w sieci czujników i elementów wykonawczych sterujące urządzeniami w nadwoziu samochodu (Rys. 1, 2 i 3). 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 typu Slave są inteligentnymi czujnikami i nastawnikami (wyłączniki z interfejsem magistrali LIN). Węzły sieci są połączone w konfiguracji liniowej za pomocą linii jedнопроводowej. Komunikacja odbywa się synchronicznie w czasie, podstawę czasu zadaje Master.



Rys. 1. Możliwe obszary zastosowania oraz współpraca między High-Speed-CAN a Fault-Tolerant-Low-Speed-CAN

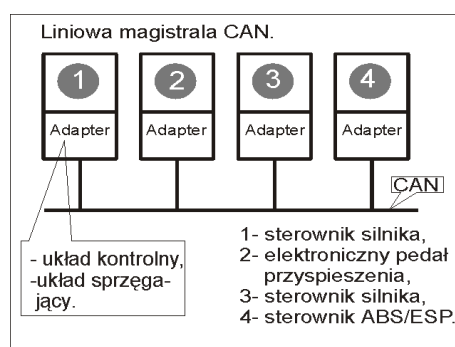
Źródło [19]



Rys. 2. Schemat organizacji sieci informacyjnej w samochodzie, gdzie: a) - konwencjonalna transmisja danych, b) schemat organizacji sieci CAN

Źródło [19]

Na rysunku 2, przedstawiono magistrale LIN, jako podsystem magistrali CAN (Rys. 3).



Rys. 3. Sieć wymiany danych w pojazdach samochodowych

Źródło [19]

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. Wyróżnia się magistrale CAN-B, CAN-C. Wolna magistrala (Low-Speed) CAN-B. Zdefiniowana w normie ISO 11898-3 działa z szybkością od 5 do 125 kbit/s. Do obsługi wielu urządzeń wyposażenia dodatkowego lub wyposażenia zewnętrznego takie szybkości wystarczają do przesyłania informacji w systemie czasu rzeczywistego.

Magistrale CAN-B coraz częściej stosuje się do diagnostyki pojazdu. Szybka magistrala High-Speed CAN-C, zdefiniowana w normie ISO 11898-2 działa z szybkością od 125 do 1 Mbit/s. Spełnia ona wymagania systemu czasu rzeczywistego dla układu napędowego samochodu [1, 20]. Wykorzystywana jest do:

1. sterowania silnikiem (np. Motronic oraz EDC);
2. sterowanie układem jezdny;
3. stabilizacji toru jazdy ESP;
4. sterowania zestawem wskaźników.

2. MAGISTRALA K-LINE

Magistrala K-Line jest najstarszym protokołem wśród magistrali stosowanych w pojazdach samochodowych i przeznaczonym do zadań diagnostycznych. Jest to protokół znakowy, który daje się prosto implementować w interfejsie szeregowym na bazie urządzenia typu 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 oparte na nich protokoły nie są ujęte w normie ISO9141 i przez długi czas były zależne od producenta. Na początku lat 90 wydano przepisy nazwane OBD (ang. on-board diagnostics) dotyczące nadzoru emisji zanieczyszczeń. Żądano wprowadzenia interfejsu diagnostycznego do którego mogą podłączyć tester: policja, warsztat i uprawnione władze aby sprawdzić np. skład i poziom emitowanych spalin itp.

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, 17-19].

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 [1, 20].

3. DIAGNOSTYKA SIECI INFORMACYJNEJ W SYSTEMIE STEROWANIA SILNIKIEM BENZYNOWYM

Diagnozowanie usterek sieci wewnętrznej polega głównie na sprawdzeniu poprawności przebiegu sygnałów informacyjnych przesyłanych danych. Na ich podstawie można domniemywać przyczyny usterki i podjąć próbę jej usunięcia. Głównym narzędziem diagnozowania jest oscyloskop cyfrowy. Urządzenie diagnostyczne typu KTS połączone do złącza diagnostycznego tworzy podsystem sieci wewnętrznej 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 (Rys. 4) [2-16, 20].



Rys. 4. Diagnoskop KTS 540 Bosch

Źródło [19]

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.

3.1. Stanowisko laboratoryjne do badania wewnętrznej sieci wymiany danych sterowania silnikiem Motronic

W skład stanowiska wchodzi następujące urządzenia:

- Stanowisko laboratoryjne sterowania silnikiem benzynowym typu Motronic ML 4.1,
- Komputer PC,
- Diagnoskop KTS 530 firmy Bosch,
- Oscyloskop cyfrowy RIGOL DS1062CA.



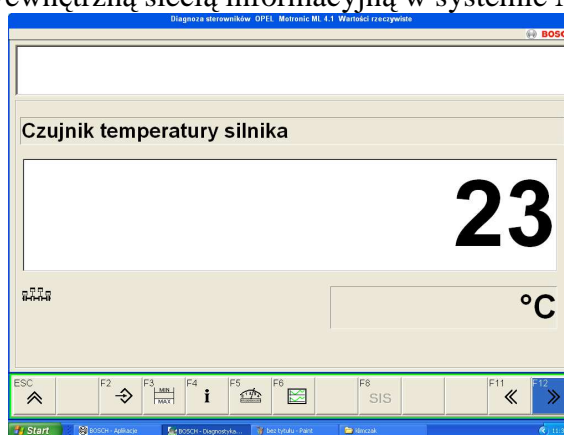
Rys. 5. Stanowisko laboratoryjne do badania przesyłania informacji w sieci wewnętrznej w systemie sterowania silnikiem benzynowym typu Motronic

Źródło [1]

Aby umożliwić pomiar (sprawdzenie) informacji przesyłanych w sieci należy podłączyć i uruchomić diagnostykę. W pracy do badania stanu sieci wewnętrznej wykorzystano stanowisko laboratoryjne typu Motronic ML 4.1. Wśród danych wejściowych ustalających warunki pracy na stanowisku (Rys. 5) wprowadzono między innymi przykładową temperaturę pracy silnika 23 stopnie Celsjusza jako sygnał sterujący, który jest przesyłany do sterownika.

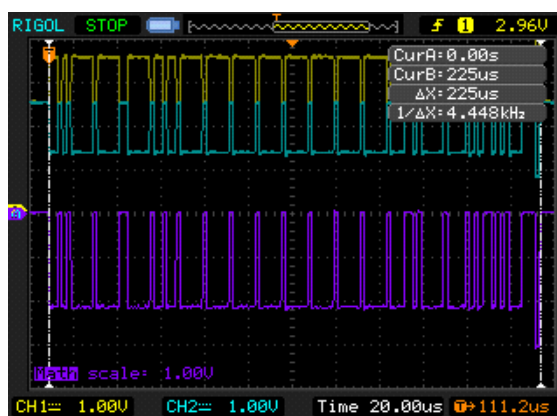
3.2. Pomiar przesyłanych sygnałów siecią wewnętrzną w systemie Motronic

Pomiar temperatury silnika za pomocą diagnostyki KTS Bosch (Rys. 5) i odczyt informacji przesyłanej wewnętrzną siecią informacyjną w systemie Motronic (Rys. 6).



Rys. 6. Pomiar temperatury silnika za pomocą diagnostyki KTS firmy Bosch

Źródło [18]



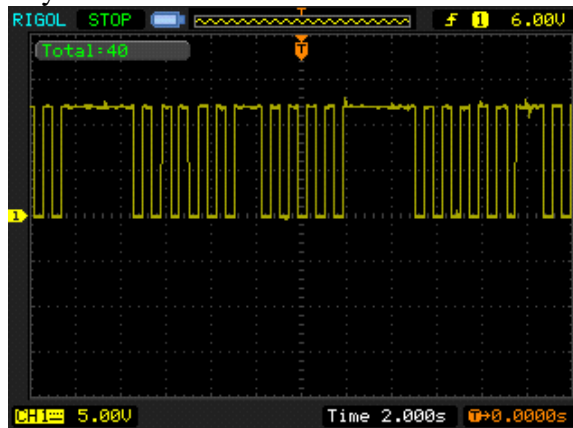
Rys. 7. Przesyłany siecią sygnał - temperatury silnika „23 [°C]”

Źródło [18]

Za pomocą oscyloskopu nie jesteśmy w stanie odczytać ani wartości aktualnych ani komunikatów błędów ze względu na ogromną ilość przesyłanych informacji i ich kodowanie. 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.

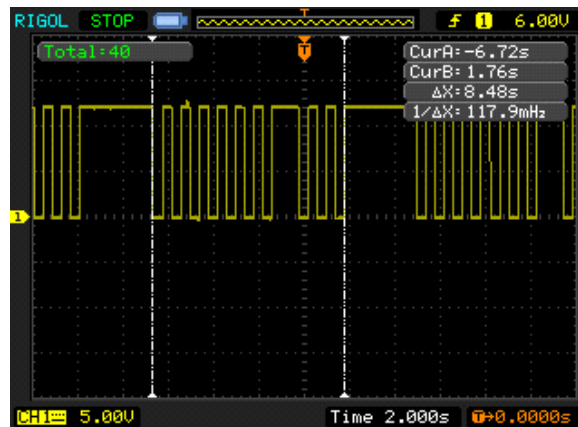
Pomiar oscyloskopem informacji przesyłanej przez system Motronic w trybie pracy samodiagnozy dla symulowanych usterek: potencjometr CO – napięcie za niskie (Rys. 7),

przepływomierz powietrza – napięcie za niskie (Rys. 8), czujnik temperatury silnika – napięcie za wysoki (Rys. 9). Na rysunku 10 przedstawiono przykład samodiagnozy - usterka 3, kod 15. Kody błędów dla systemu ML 4.1 zawarto w tabeli 1.



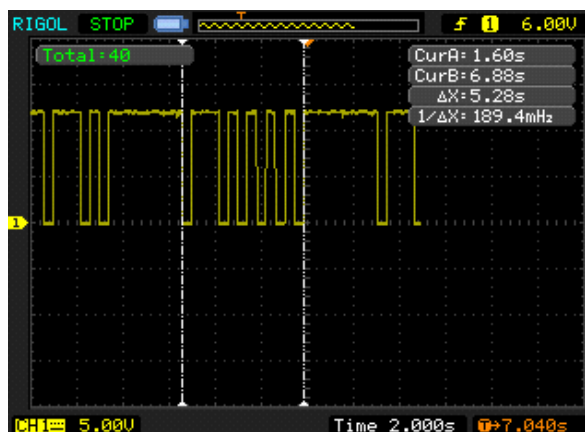
Rys. 8. Przesyłany siecią sygnał - Samodiagnoza- usterka 1, kod 65

Źródło [18]



Rys. 9. Przesyłany siecią sygnał - Samodiagnoza- usterka 2, kod 73

Źródło [18]



Rys. 10. Przesyłany siecią sygnał - Samodiagnoza- usterka 3, kod 15

Źródło [18]

Powyższe pomiary pokazują iż za pomocą oscyloskopu jesteśmy w stanie określić komunikat przesyłanej informacji i określić typ uszkodzenia korzystając z tabeli kodów błędów.

Tab. 1. Tabela kodów usterek systemu samodiagnozy układu Motronic ML 4.1[17]

KOD USTERKI	USTERKA W OBWODZIE CZUJNIK/ELEM. WYKONAWCZY	OPIS USTERKI
12	Poprawna praca	Brak błędów
13	Czujnik lambda	Brak zmian napięcia
14	Czujnik temperatury silnika	Napięcie za niskie
15	Czujnik temperatury silnika	Napięcie za wysokie
16	Czujnik spalania stukowego nr 1	Brak zmian napięcia
17	Czujnik spalania stukowego nr 2	Brak zmian napięcia
18	Sterowanie kątem zapłonu	Brak sygnału
19	Czujnik obrotów wału	Brak zmian napięcia
21	Czujnik położenia przepustnicy	Napięcie za wysokie
22	Czujnik położenia przepustnicy	Napięcie za niskie
25	Wtryskiwacz nr 1	Napięcie za wysokie
26	Wtryskiwacz nr 2	Napięcie za wysokie
27	Wtryskiwacz nr 3	Napięcie za wysokie
28	Wtryskiwacz nr 4	Napięcie za wysokie
31	Czujnik obrotów wału	Brak zmian napięcia
35	Mechanizm wolnych obrotów	Brak sterowania/Sterowanie niewł.
37	Obwód sterujący lampką kontr. silnika	Sterowanie niewł./Nap. za niskie
38	Czujnik lambda	Napięcie za niskie
39	Czujnik lambda	Napięcie za wysokie
41	Czujnik prędkości własnej pojazdu	Napięcie za niskie
42	Czujnik prędkości własnej pojazdu	Napięcie za wysokie
44	Sonda lambda/Układ wtrysku	Mieszanka za uboga
45	Sonda lambda/Układ wtrysku	Mieszanka za bogata
48	Zasilanie pojazdu	Napięcie za niskie<8V
49	Zasilanie pojazdu	Napięcie za wysokie >16V
51	Sterownik	Błąd w pamięci
52	Obwód sterujący lampką kontr. silnika	Sterowanie niewł./Nap. Za wysokie
53	Przełącznik pompy	Napięcie za niskie
54	Przełącznik pompy	Napięcie za wysokie
55	Sterownik	Uszkodzenie sterownika
56	Mechanizm wolnych obrotów	Napięcie za wysokie
57	Mechanizm wolnych obrotów	Napięcie za niskie
61	Zawór odpow. zbiornik paliwa	Napięcie za niskie
62	Zawór odpow. zbiornik paliwa	Napięcie za wysokie
65	Potencjometr CO	Napięcie za niskie
66	Potencjometr CO	Napięcie za wysokie
69	Czujnik temperatury powietrza	Napięcie za niskie
71	Czujnik temperatury powietrza	Napięcie za wysokie
73	Przepływomierz powietrza	Napięcie za niskie
74	Przepływomierz powietrza	Napięcie za wysokie
75	Skrzynia automat. - moment obrotowy	Napięcie za niskie
81	Wtryskiwacz nr 1	Napięcie za niskie
82	Wtryskiwacz nr 2	Napięcie za niskie
83	Wtryskiwacz nr 3	Napięcie za niskie
84	Wtryskiwacz nr 4	Napięcie za niskie
87	Przełącznik klimatyzacji	Napięcie za niskie
88	Przełącznik klimatyzacji	Napięcie za wysokie
93	Czujnik Hall'a	Napięcie za niskie
94	Czujnik Hall'a	Napięcie za wysokie

PODSUMOWANIE

W artykule zaprezentowano opis diagnostycznego sposobu badania wewnętrznej sieci informacyjnej (pokładowej) pojazdu samochodowego. Przesyłanie wszystkich informacji w pojeździe, a więc sygnałów informacyjnych, czy też sygnałów sterujących (nastawczych) jest realizowane z wykorzystaniem wewnętrznej sieci informacyjnej. Stan techniczny tej sieci jej sprawność bezpośrednio wpływają na właściwą pracę wszystkich systemów w pojeździe, informacyjnych (diagnostycznych), czy też systemów sterujących pracą silnika pojazdu oraz systemów bezpieczeństwa. Diagnostyci samochodowi często pomijają problem wpływu sprawności sieci informacyjnej na całą problematykę lokalizacji niesprawności na przykład przy wykorzystaniu urządzeń diagnostycznych i diagnostopów.

CONTROL SIGNAL TRANSMISSION NETWORK VEHICLE INFORMATION

Abstract

This paper presents measurements and examination of the signals on the internal network car. This type of network is the primary means of information on the vehicle. In the bus network are connected by transmission elements and sensors and actuators control devices in the car. The efficiency of the network is the basis of the information in the correct diagnosis of faults in the car using an oscilloscope and other diagnostic equipment. This paper presents the status of the network diagnostic information using an oscilloscope.

BIBLIOGRAFIA

1. Duer S.: *Laboratorium Elektrotechniki samochodowej Tom I*. Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej. Koszalin 2009. str. 199.
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, str. 79-86.
3. Duer S., Zajkowski K., Łyskojé D., Ziatyk P.: *Badanie sprawności przepływomierza powietrza (HFM5), podstawą jakości spalin*, w monografii pod redakcją Leona Kukiełki nt. „Innowacje w motoryzacji dla ochrony środowiska” Słupsk, 2010, str. 45-52.
4. Duer S., Zajkowski K., Duer R.: *Diagnostyka w układzie zasilania elektrycznego pojazdu samochodowego*. Proceedings of the „ XV Conference Computer Applications in Electrical Engineering”, Poznan University Of Technology, Poznan, April 19-21, 2010, pp. 255-256.
5. Łyskojé D., Duer S., Zajkowski K.: *Analiza możliwości wykorzystania silników elektrycznych w napędach pojazdów samochodowych*. Proceedings of the „ XV Conference Computer Applications in Electrical Engineering”, Poznan University Of Technology. Poznan, April 19-21, 2010, pp. 251-252.
6. Duer S., Zajkowski K., Duer R.: *Wykorzystanie sztucznej sieci neuronowej w diagnostyce pojazdów samochodowych*. XXIV Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna, „EKOMILITARIS 2010”. 07-10.09.2010, Zakopane, Wojskowa Akademia Techniczna, str.81-89.
7. 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.

8. 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.
9. Duer S.: *Diagnostic system with an artificial neural network in diagnostics of an analogue technical object*. Neural Computing & Applications, 2010, Vol. 19 No.1, pp.55-60.
10. Duer S.: *Examination of the reliability of a technical object after its regeneration in a maintenance system with an artificial neural network*. Neural Computing & Applications. 2011, DOI 10.1007/s00521-011-0723-2.
11. Duer S.: *Applications of an artificial intelligence for servicing of a technical object* . Neural Computing & Applications. 2011, DOI: 10.1007/s00521-011-0788-y.
12. Duer S.: *Artificial neural network in the control process of object's states basis for organization of a servicing system of a technical objects*. Neural Computing & Applications. 2012, Vol. 21, No. 1, pp. 153-160.
13. Duer S., Zajkowski K., Paś J.: *Wyznaczanie bazy wiedzy ekspertowej wspomagającej obsługiwane urządzeń silnika pojazdu samochodowego*. 14th International Conference „Computer Systems Aided Science, Industry And Transport-TRANSCOMP 2010”. Zakopane, 6-9 XII 2010. Technical University of Radom, pp. 73. Published in Logistyka nr 6/2010.
14. Duer S.: *Diagnostic system with an artificial neural network in diagnostics of an analogue technical object*. Neural Computing & Applications, 2010, Vol. 19 No.1, pp.55-60.
15. Duer S., Duer R.: *Diagnostic system with an artificial neural network which determines a diagnostic information for the servicing of a reparable technical object*. Neural Computing & Applications, 2010, Vol. 19, No. 5, pp. 755-766.
16. Duer S.: *Investigation of the operation process of a repairable technical object in an expert servicing system with an artificial neural network*. Neural Computing & Applications, 2010, Vol. 19, No. 5, pp. 767-774.
17. Instrukcja użytkownika stanowiska Motronic ML 4.1. Mechatronika, Poznań, 2008.
18. Klimczak P.: *Opracowanie stanowiska do badania samochodowej wewnętrznej sieci informacyjnej CAN*. Praca Dyplomowa. Politechnika Koszalińska, 2008.
19. Materiały szkoleniowe Bosch nt.: *Diagnostyka sieci CAN*. Warszawa 2010.
20. Merkisz J., Mazurek St.: *Pokładowe systemy diagnostyczne pojazdów samochodowych*. WKiŁ, Warszawa 2004, str. 418.

Autorzy:

dr inż. Stanisław DUER – Politechnika Koszalińska.

dr inż. Konrad ZAJKOWSKI – Politechnika Koszalińska