

	Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie
	Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej
	Katedra Automatyki i Inżynierii Biomedycznej
	LABORATORIUM AUTOMATYKI POJAZDOWEJ
<p style="text-align: center;"><u>Laboratorium nr 10</u> Samochodowy tester diagnostyczny</p>	

1. Cele ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest budowa aplikacji, która ma pełnić funkcję samochodowego testera diagnostycznego.

2. Wymagane kwalifikacje osób realizujących ćwiczenie

- Umiejętność programowania w języku C
- Znajomość protokołu komunikacyjnego CAN
- Znajomość koncepcji rozproszonych systemów sterowania

3. Opis stanowiska laboratoryjnego

Do wykonania ćwiczenia jest potrzebny komputer PC z systemem operacyjnym Windows oraz zainstalowanym programem CANoe. Do wykonania większej części aplikacji testera diagnostycznego wystarczy wersja demo programu CANoe; wersja pełna będzie potrzebna do podłączenia aplikacji do rzeczywistej sieci CAN. Działanie testera diagnostycznego powinno być zweryfikowane na modelu Ferrari, CarModel lub zestawie wskaźników deski rozdzielczej. Tester diagnostyczny należy podłączyć do konektora DSUB-9 w przypadku modelu Ferrari i modułu wskaźników deski rozdzielczej lub do konektora OBD-II w przypadku CarModel.

4. Wymagane informacje do realizacji ćwiczenia

Cechą charakterystyczną produkowanych współcześnie samochodów jest powszechne wykorzystywanie zaawansowanej technologii elektronicznej i informatycznej. Układy mikroprocesorowe stanowią obecnie nieodłączny element podzespołów samochodowych i stopniowo zastępują rozwiązania analogowe, mechaniczne i elektromechaniczne. Co więcej, układy te współpracują i komunikują się

ze sobą w ściśle określony i kontrolowany sposób. Skomplikowana i rozproszona architektura elektryczna samochodu, wysoki poziom integracji różnych urządzeń oraz przepisy bezpieczeństwa sprawiają, że wykrywanie i lokalizowanie usterek w takim systemie nabiera szczególnego znaczenia i staje się jednym z podstawowych wymagań jakie są stawiane producentom podzespołów elektronicznych. Dlatego też większość samochodowych układów wyposażonych w mikroprocesor posiada wbudowane funkcje i procedury diagnostyczne, które pozwalają na sprawne i niezawodne wykrycie usterek występujących w układzie. Diagnostyka samochodowych układów elektronicznych ma również za zadanie zapobiegać ewentualnym uszkodzeniom, monitorować stan techniczny samochodu i informować kierowcę o konieczności udania się do serwisu.

Funkcje i procedury diagnostyczne są wykorzystywane już na etapie projektowania i testowania urządzeń elektronicznych, następnie na liniach produkcyjnych, w stacjach dilerskich i warsztatach samochodowych. W zależności od modelu i wyposażenia samochodu można diagnozować silnik, ABS, immobilizer, automatyczną klimatyzację, automatyczną skrzynię biegów, panel wskaźników deski rozdzielczej, centralny komputer sterujący, funkcje komfortu, elementy multimedialne, itd. Za pomocą funkcji diagnostycznych można odczytywać i kasować kody błędów, odczytywać bieżące parametry dotyczące stanu technicznego pojazdu (np. obroty silnika, temperaturę oleju, napięcie na akumulatorze), sterować elementami wykonawczymi (np. silnikiem, światłami, wycieraczkami, nadmuchem). Poprzez serwisy diagnostyczne jest możliwe kodowanie immobilizera, kodowanie kluczyków, adaptacja i personalizacja, a także programowanie sterowników.

Samochodowe układy elektroniczne w czasie swojej pracy przeprowadzają nieustannie testy diagnostyczne co umożliwia szybkie wykrycie i lokalizację powstałych uszkodzeń. Wykrycie nieprawidłowości przez system może być sygnalizowane lampką kontrolną znajdującą się w zestawie wskaźników deski rozdzielczej lub za pomocą sygnału dźwiękowego. Kod usterki zapisany zostaje w pamięci sterownika, skąd może zostać odczytany przez zewnętrzne urządzenie diagnostyczne. Urządzenia diagnostyczne (tzw. testery diagnostyczne) podłącza się do złącza diagnostycznego pojazdu. Złącze diagnostyczne powinno być umiejscowione na desce rozdzielczej i być łatwo dostępne z miejsca kierowcy. Zazwyczaj jest to miejsce pomiędzy kolumną kierownicy a linią środka pojazdu. Przyłączenia jakiegokolwiek przyrządu diagnostycznego do złącza samochodu nie powinno wykluczać normalnej pracy pojazdu.

W latach 90-tych ubiegłego stulecia stwierdzono konieczność standaryzacji protokołu transmisji danych w celu ograniczenia nakładów na wykonanie i utrzymanie interfejsów diagnostycznych w sterownikach i testerach diagnostycznych. W rezultacie został opracowany system diagnostyki pokładowej OBDII (ang. *On-Board Diagnostic*) w wersji europejskiej zwany jako EOBDII (ang. *European On-Board Diagnostic*). Dzięki ujednoliceniu sposobu komunikacji, jednym przyrządem diagnostycznym można podłączyć się i odczytać dane z dowolnego pojazdu zgodnego ze standardem OBDII, niezależnie od marki i wyposażenia samochodu. System OBDII powstał głównie w celu monitorowania emisji spalin, ale obecnie jest on powszechnie wykorzystywany do monitorowania podzespołów, które nie mają bezpośredniego wpływu na emisję spalin. System OBDII został wprowadzony w USA w 1996 roku jako następcę systemu OBDI. Na terenie Unii Europejskiej pojawił się on w 2001 roku. W Polsce system OBDII mają

obowiązkowo wszystkie samochody sprzedawane po 1 stycznia 2002 roku. Samochody sprzedawane wcześniej mogą posiadać system OBDII, ale nie było to dla producentów obowiązkowe. Po 2003 roku producenci samochodów mogą stosować wyłącznie magistralę CAN do diagnostyki samochodowej.

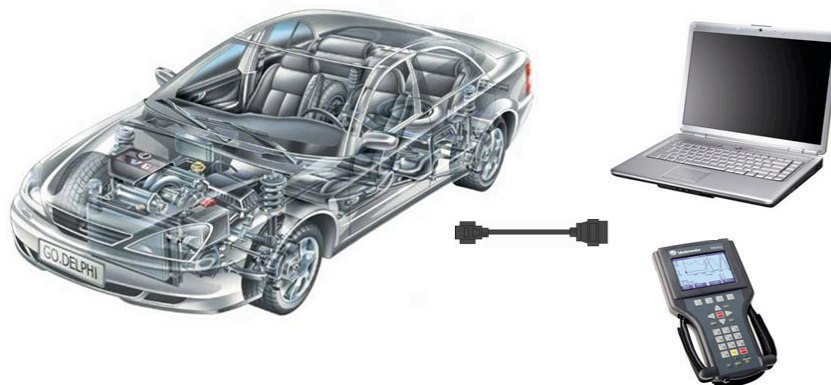
Sposób wymiany informacji pomiędzy sterownikiem samochodowym a testerem diagnostycznym definiuje tzw. protokół diagnostyczny. Obecnie najbardziej rozpowszechnionym protokołem diagnostycznym w pojazdach europejskich jest KWP 2000 (ang. *Keyword 2000 Protocol*) oparty na magistrali CAN i określony normą ISO 15765-3. Zgodnie z tą normą komunikacja powinna być inicjowana przez urządzenie testera diagnostycznego. Aplikacja diagnostyczna testera wysyła przez sieć komunikat z zapytaniem diagnostycznym (ang. *Request*). Zapytanie diagnostyczne składa się z informacji adresowej zawierającej adresy odbiorcy i nadawcy, identyfikatora oznaczającego wybraną funkcję oraz parametrów, które zależą od wybranej funkcji diagnostycznej. Zapytanie diagnostyczne może być skierowane do konkretnego sterownika lub do wszystkich sterowników podłączonych do sieci. Odpowiedź sterownika (ang. *Response*) jest następnie transmitowana przez sieć do testera. Odpytywane urządzenie może odpowiedzieć pozytywnie lub negatywnie. Pozytywna odpowiedź oznacza, że żądane polecenie zostało wykonane pomyślnie. Odpowiedź negatywna informuje, że sterownik nie może wykonać danego polecenia. Realizacja funkcji (usług) diagnostycznych odbywa się w specjalnie określonym stanie pracy sterownika zwanym sesją diagnostyczną. Normalny stan pracy sterownika to wstrzymanie się od usług diagnostycznych.

Jedną z wymaganych funkcji systemu OBDII jest zapamiętywanie błędów związanych z usterkami mogącymi mieć wpływ na prawidłowe funkcjonowanie podzespołów oraz sygnalizacja tych błędów za pomocą odpowiednich kontroltek znajdujących się na desce rozdzielczej. Kody błędów, czyli tzw. DTC (ang. *Diagnostic Trouble Code*), zapisywane są w sterowniku jako 16-bitowe liczby, które w testerze diagnostycznym lub w dokumentacji przetwarzane są w 5-znakowe słowa alfanumeryczne. Każde takie słowo składa się z litery (P, C, B lub U) oraz 4 cyfr. Litera P w kodzie błędu oznacza, że usterka wystąpiła w układzie napędowym (ang. *Powertrain*), litera C będzie wskazywać na podwozie (ang. *Chassis*), B – nadwozie (ang. *Body*), U – system komunikacyjny (ang. *Network*). Pierwsza cyfra informuje czy kod błędu jest kodem standardowym czy też specyficznym dla danego producenta; druga cyfra z reguły określa podsystem, którego błąd bezpośrednio dotyczy; w dwóch pozostałych cyfrach umieszcza się bliższe informacje o występującej usterce. Kody błędów mogą być odczytane i skasowane za pomocą testera diagnostycznego. Jeżeli usterka zostanie usunięta, to odpowiadający jej kod błędu może zostać automatycznie skasowany z pamięci sterownika, jeżeli przez określony czas i w określonych warunkach eksploatacyjnych usterka ponownie nie wystąpiła.

Litera	1. cyfra	2. cyfra	3. cyfra	4. cyfra
--------	----------	----------	----------	----------

Rys. 1. Format kodu błędu

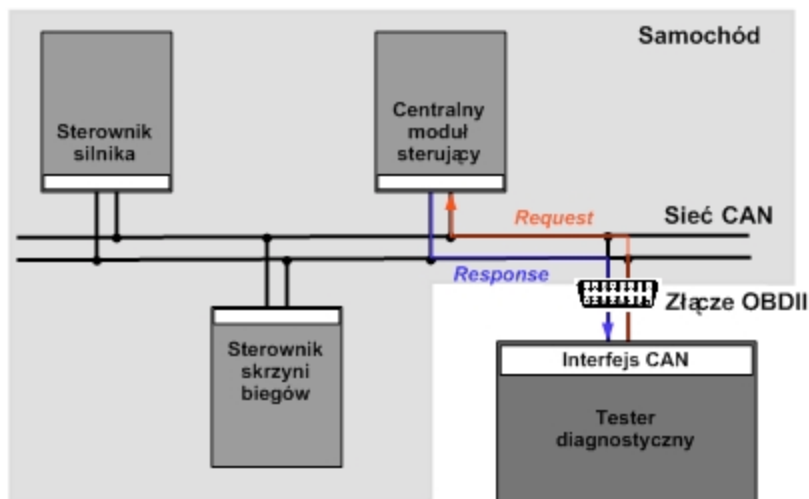
Działanie diagnostyki samochodowej można łatwo zilustrować na przykładzie świateł kierunku jazdy czyli tzw. kierunkowskazów. Światła te są z reguły sterowane przez centralną jednostkę sterującą, która określa warunki w jakich kierunkowskazy mają zostać załączone (położenie dźwigni kierunkowskazów, położenie kluczyka w stacyjce) oraz charakter ich pracy (częstotliwość załączeń, wypełnienie). Przepalenie żarówki kierunkowskazu lub użycie żarówki o niewłaściwej mocy jest automatycznie wykrywane przez centralny moduł sterujący, który w czasie swojej pracy nieustannie przeprowadza testy diagnostyczne. Informacja o zaistniałej nieprawidłowości jest przekazywana poprzez sieć CAN do zestawu wskaźników deski rozdzielczej, gdzie może być sygnalizowana kierowcy za pomocą odpowiedniej kontrolki lub odpowiedniego tekstu na wyświetlaczu. Dodatkowo, centralny moduł sterujący podwaja częstotliwość pracy kierunkowskazów. Informacja o przepalanej lub niewłaściwej żarówce jest również zapisywana w pamięci sterownika. Wymiana żarówki nie powoduje automatycznie wykasowanie kodu błędu z pamięci, zmienia się tylko status błędu na historyczny. Dzięki temu w warsztacie samochodowym jest możliwe stwierdzenie, że nastąpiła w przeszłości usterka w działaniu świateł kierunkowych, mimo że została ona później naprawiona. Kod usterki może mieć przykładowo postać B1008 co oznacza, że błąd wystąpił w układzie nadwozia i jest kodem specyficznym dla danego producenta.



Rysunek 2. Diagnostyka samochodowych układów elektronicznych może być przeprowadzona za pomocą specjalnych urządzeń zwanych testerami diagnostycznymi lub za pomocą komputera z odpowiednim oprogramowaniem.



Rysunek 3. Złącze diagnostyczne



Rysunek 4. Ilustracja komunikacji pomiędzy testerem diagnostycznym a samochodem

5. Przebieg ćwiczenia

- A. Tematem laboratorium jest budowa aplikacji, która ma pełnić funkcję samochodowego testera diagnostycznego.
- B. Tester diagnostyczny ma umożliwić wysłanie określonego zapytania diagnostycznego poprzez magistralę CAN do elektronicznego modułu samochodowego oraz zarejestrowanie uzyskanej odpowiedzi.
- C. Tester diagnostyczny należy podłączyć do konektora DSUB-9 w przypadku modelu Ferrari i zestawu wskaźników deski rozdzielczej lub do konektora OBD-II w przypadku CarModel.
- D. Aplikacja powinna mieć możliwość określenia formatu wysyłanej wiadomości w zakresie wartości identyfikatora oraz poszczególnych pól ramki.

6. Analiza i opracowanie wyników

Wyniki projektu należy przedstawić za pomocą prezentacji zawierającej następujące elementy:

- Informacje o zespole realizującym projekt;
- Sformułowanie problemu;
- Sposób rozwiązania problemu;
- Wyniki przeprowadzonych analiz, symulacji, testów i eksperymentów.
- Wnioski.

7. Literatura

- [1] International Standard ISO 11898-2. Road vehicles—Controller area network (CAN)—Part 2: High-speed medium access unit. 2003. <http://www.iso.org>.
- [2] International Standard ISO 11898-3. Road vehicles—Controller area network

- (CAN)—Part 3: Low-speed, fault-tolerant, medium-dependent interface. 2006.
- [3] International Standard ISO 15765-1:2011. Road vehicles – Diagnostic communication over Controller Area Network (DoCAN) -- Part 1: General information and use case definition. 2011. <http://www.iso.org>.
- [4] International Standard ISO 15765-2:2011. Road vehicles – Diagnostic communication over Controller Area Network (DoCAN) — Part 2: Transport protocol and network layer services. 2011. <http://www.iso.org>.
- [5] Moll, P.. Sieci CAN, część 1. Elektronika Praktyczna, nr 7, ss. 84-88, 2005. <http://ep.com.pl/files/4190.pdf>.
- [6] Moll, P.. Sieci CAN, część 2. Elektronika Praktyczna, nr 8, ss. 88-90, 2005. <http://ep.com.pl/files/4214.pdf>.
- [7] Moll, P.. Sieci CAN, część 3. Elektronika Praktyczna, nr 9, ss. 92-94, 2005. <http://ep.com.pl/files/4242.pdf>.
- [8] Vector Informatik GmbH. *CANoe. User manual (including notes on installation and all options). Version 7.5. English.* 2010. http://vector.com/portal/medien/cmc/manuals/CANoe75_Manual_EN.pdf.
- [9] Vector Informatik GmbH. *CAPL function reference manual.* 2014. http://vector.com/portal/medien/vector_cantech/faq/CAPL_Function_Reference_Manual.pdf.