



# Oscyloskopy pod strzechy

Paweł Olszowiec



Szeroko rozumiana diagnostyka komputerowa pojazdów stosowana w wielu warsztatach polega przeważnie na odczycie i kasowaniu kodów błędów w poszczególnych sterownikach. Nie jest to ani zbyt dochodowe, ani szczególnie skuteczne.

W pracy diagnosty często zdarzają się sytuacje, że sterownik nie odnotowuje usterek kodu błędu, a pojazd nadal nie funkcjonuje właściwie. Okoliczności takie sprzyjają cytowaniu klasyka: „patrz szwagier, jaka franca”. Jednakże powodem nie jest błąd systemu, a niedostateczna wiedza obsługującego. Właściwa interpretacja sygnałów (lub ich braku) elektroniki samochodowej wymusza na diagnoście znajomość zasady działania przybliżonych parametrów pracy czujników oraz elementów sterujących.

Systemy funkcjonujące do 2000 r. opierały się na manipulacji wartościami, typu: rezystancja, napięcie, a ich badanie punktowe można było przeprowadzić za pośrednictwem multimetru. Ostatnich kilka lat wymusiło na producentach pojazdów montaż podzespołów komunikujących się techniką cyfrową. Jednym z wielu przykładów takich zmian jest stopniowe wycofywanie przepływomierza HFM5 na rzecz HFM6, stosowanego w Fiatach, BMW czy VW (przepływomierz cyfrowy firmy Continental dla 1.6 TDI). Dotychczasowe badanie punktowe przepływomierza analogowego polegało na pomiarze multimetrem sygnału napięcia wysyłanego przez sterownik, w celu utrzymania temperatury 120/130°C na elemencie grzejnym. Zakres powyższego pomiaru zawierał się w zakresie 1,5 V dla biegu jałowego oraz 4,5 V (podręcznikowo 5 V) dla 3000 obr./min oraz wyższych. Obecnie do wykonania bezpośredniego testu przepływomierza cyfrowego wymagany jest oscyloskop. Pomimo tej samej metody pomiaru ilości przepływającego powietrza zmienił się sposób przekazywania sygnałów do sterownika. W najnowszych rozwiązaniach przepływomierzy wartość temperaturowa i ilość zasysanego powietrza przedstawiana jest w postaci sygnału prostokątnego cyfrowego. Sygnał masy powietrza zawiera się w zakresie 5 V oraz częstotliwości od 1,4 kHz do

12 kHz, a sygnał temperatury natomiast w zakresie 5 V i stałej częstotliwości 20 Hz przy zmiennym sygnale PWM.

Przepływomierz to tylko jeden z wielu przykładów zastosowania oscyloskopu w diagnostyce mechatroniki samochodowej. Doświadczenia, które zdobyłem jako mechanik, szkoleniowiec i dydaktyk pozwalają mi stwierdzić, że przez wielu warsztatowców oscyloskop traktowany jest jedynie jako narzędzie laboratoryjne lub ciekawostka dla profesjonalistów. Otóż oscyloskopy we współczesnym warsztacie samochodowym powinien pełnić funkcję nadrzędną.

By ułatwić mechanikom dostęp do kompletnej formy diagnostyki, wielu producentów uniwersalnego sprzętu diagnostycznego instaluje oscyloskop jako standardowe wyposażenie swojego produktu. W dalszej części artykułu przedstawię ofertę najbardziej popularnych urządzeń na rynku oraz opiszę ich możliwości. Bez wątpienia należą do nich diagnostyki firmy Bosch z rodziny KTS (w naszym przypadku KTS 570) oraz uniwersalne urządzenie diagnostyczne polskiej firmy Axes CDIF2. Oba urządzenia zostały wyposażone w oscyloskop mogący prowadzić kilka pomiarów równoległe, a także w bezprzewodowe standardy komunikacji. Oczywiście można uwzględnić również urządzenia pomiarowe Boscha z grupy FSA, lecz przyrównanie ich do urządzeń uniwersalnych byłoby, jak próba zaklasyfikowania Adama Małyszki i „Dominatora” Pudzianowskiego w tej samej klasie wagowej – po prostu miażdżące.

## Możliwości diagnostyki CDIF2 firmy Axes

Porównanie rozpoczniemy patriotycznie, od polskiego diagnostyki CDIF2, urządzenia funkcjonującego na rynku od 2004 r. Tester ten, oprócz diagnostyki szeregowej, wyposażony jest w sterownik, generator oraz 4-kanalowy oscylo-



fot.: Axes

**Fot. 1.** Tester CDIF2, oprócz diagnostyki szeregowej, wyposażony jest w sterownik, generator oraz 4-kanalowy oscyloskop

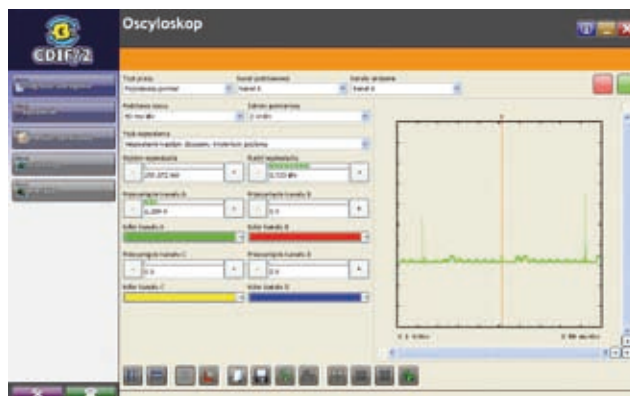
skop. Od drugiego kwartału 2010 r. firma Axes oferuje swoim klientom drugą generację oprogramowania. CDIF2 5.0 jest ulepszoną oraz bardziej dopracowaną wersją, w której każda kolejna aktualizacja poszerza spektrum możliwości diagnostycznych. Oscyloskop przeznaczony jest zarówno do odczytu sygnałów szybko zmiennych, np. czujnik magneto-indukcyjny, czujnik spalania stukowego, jak i wolno zmiennych typu sonda lambda.

Urządzenie ma 4 tryby pracy:

- tryb automatyczny pozwalający na płynną i stałą ekspozycję sygnałów w oknie oscyloskopu,
- tryb normalny umożliwiający ciągłą wizualizację sygnałów spełniających tryb wyzwania,
- tryb odczytu pojedynczego wychwytuje i zatrzymuje interesujący fragment sygnału,
- tryb „przełączaj” przedstawia w postaci graficznej zapisane wcześniej sygnały.

Regulacja podstawy czasu, czyli regulacja pozioma sygnału przewidziana została do 200 ms na działkę. Zakres napięciowy, czyli regulacja osi Y zawiera się w przedziale od 100 mV do 4 V na działkę. Oscyloskop CDIF2 ma cztery kanały. Każdy z kanałów użytkownik może określić jako kanał podstawowy, który będzie sygnałem odniesienia oraz jeden, dwa lub cztery kanały współprezentowane. Wielokanałowość urządzenia pozwala na równoległą wizualizację kilku sygnałów. Jest to podstawowe kryterium do poprawnej diagnostyki np. w badaniu przebiegu magistrali CAN, w której poprawy sygnał jest lustrzanym odbiciem linii High oraz linii Low.

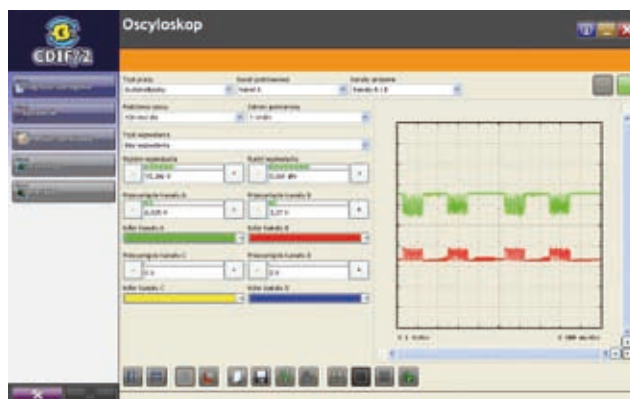
Dość duża niestabilność charakterystyki (fot. 3) wynika z faktu, że badana sieć CAN nie miała terminatorów, a sygnał



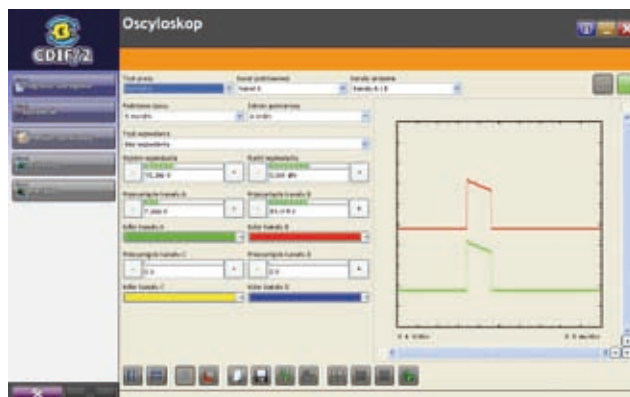
**Fot. 2.** Test czujnika spalania stukowego diagnostyką CDIF2 firmy Axes

pobrany został bezpośrednio z Gatewaya. Wielokanałowość wykorzystuje się także podczas badania charakterystyki pracy wtryskiwaczy (fot. 4) w silniku ZI.

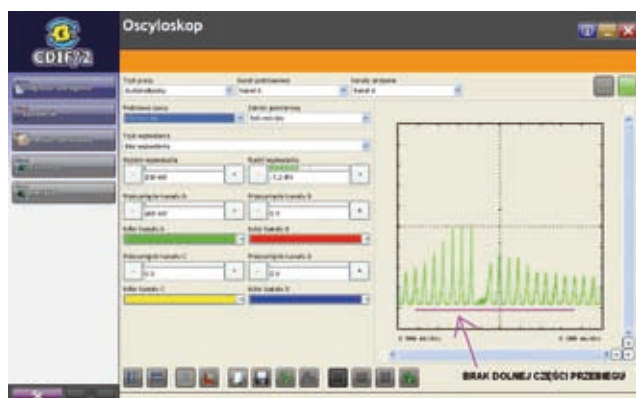
Przedstawienie charakterystyki napięciowej zaworów wtryskowych pozwala na obserwację spójności ich pracy oraz jej poprawność. Jednakże Czytelnicy zapewne już zauważyli, że przedstawione sygnały są tylko odzwierciedleniem jedynie górnej, dodatniej części przebiegu. Problem ten występuje nie tylko przy badaniu wtryskiwaczy, lecz wszystkich sygnałów, które zawierają się w dodatniej oraz ujemnej części ekranu. Potwierdzeniem tej reguły jest wykres czujnika magneto-indukcyj-



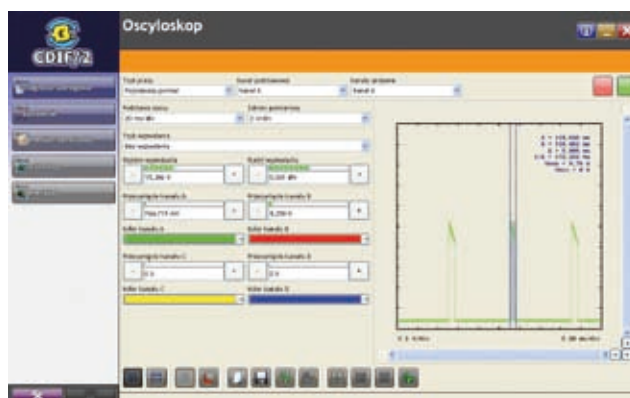
**Fot. 3.** Wykorzystanie dwóch kanałów w badaniu przebiegu sieci CAN w diagnostyce CDIF2



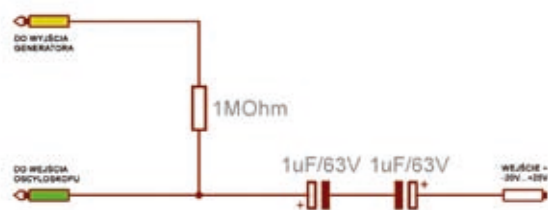
**Fot. 4.** Badanie charakterystyki pracy wtryskiwaczy w silniku ZI diagnostyką CDIF2



**Fot. 5.** Wykres czujnika magneto-indukcyjnego pełniący funkcję czujnika prędkości wału korbowego na diagnostyce CDIF2



**Fot. 7.** Wykorzystanie kursora czasu w diagnostyce CDIF2 – pomiar czasu wtrysku paliwa wtryskiwacza



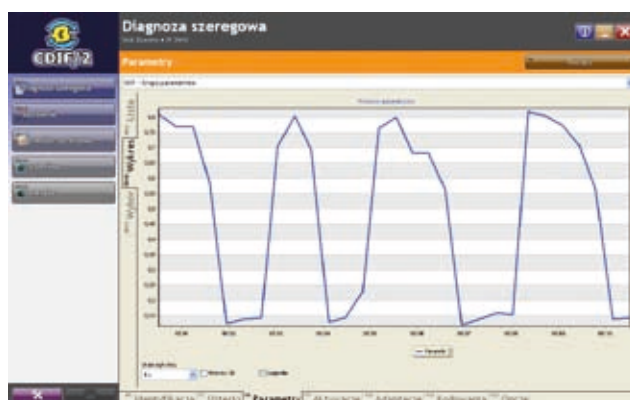
**Fot. 6.** Element mostkujący zastosowany do diagnostyki CDIF2 zmniejsza impedancję wejściową oscyloskopu

nego pełniący funkcję czujnika prędkości wału korbowego (fot. 5).

Rozwiązaniem tego problemu jest zastosowanie elementu mostkującego zalecanego przez producenta diagnostyki (fot. 6). Układ składa się z jednego rezystora 1 MΩ oraz dwóch identycznych kondensatorów 1 uF/63V. Pozwala on na zmniejszenie impedancji wejściowej oscyloskopu do ok. 1 MΩ. Jest to typowa impedancja, co jednocześnie umożliwia stosowanie zewnętrznych sond WN. Przy zastosowaniu powyższego rozwiązania w generatorze sterujemy napięciem, o które chcemy przesunąć zdolność pomiarową oscyloskopu.

Oscyloskop firmy Axes ma wiele funkcji ułatwiających pracę, takich jak: wybór trybu wyzwiania czyli określenia, czy początkiem fazy będzie zboczne narastające czy opadające; możliwości regulacji poziomu wyzwolenia oraz zdolność przesunięcia kanału, tzn. wirtualnego podniesienia napięcia sygnałów każdego z kanałów. Bardzo ciekawą funkcją CDIF2 jest możliwość rejestrowania i archiwizowania odczytanych przebiegów. W połączeniu z generatorem jest to funkcja pozwalająca na emulowanie zapisanego sygnału, co umożliwia określenie sprawności wiązki oraz kondycji samego ECU. W dolnej części ekranu okna oscyloskopu umieszczono kilka funkcji pomocniczych. Należy do nich kursor czasu (fot. 7) pozwalający na zaznaczenie określonego fragmentu wykresu i precyzyjne go opomiarowanie – częstotliwość, napięcie średnie, napięcie maksymalne i minimalne, czas trwania fazy.

Do funkcji pomocniczych należy także kursor napięcia pozwalający na określenie wartości napięciowych w konkretnym fragmencie wykresu – napięcie maksymalne, minimalne oraz średnie. Kolejną funkcją oscyloskopu CDIF2 jest możliwość włączenia charakterystyki widmowej pozwalającej na wizualizację głównej charakterystyki mierzonego



**Fot. 8.** Obraz przebiegu sygnału 1-voltowej cyrkonowej sondy lambda pobrany z gniazda diagnostycznego – diagnostyka CDIF2

sygnału oraz przedstawienie ewentualnego zakłócenia. Do dyspozycji użytkownika została oddana również funkcja wyświetlania wzorca sygnału w tle wyświetlanej w czasie rzeczywistym charakterystyki, umożliwiającą obserwację zmiany przebiegu sygnału względem wcześniej zapisanego lub pobranego sygnału wzorcowego. Przykładem wykorzystania takiej funkcji jest badanie zmiany długości sygnału wtryskiwacza dla silnika zimnego oraz silnika rozgrzanego do temperatury roboczej. Ostatnią z istotnych funkcji pomocniczych urządzenia jest zdolność prezentowania poświaty sygnału. Umożliwia ona nakładanie na siebie kolejnych przebiegów, ułatwiając obserwację ewentualnych anomalii sygnałowych. Dzięki zakładce „diagnostyka szeregową/parametry rzeczywiste” jest możliwość prezentacji graficznej wybranych elementów. Jednym z przykładów takiej wizualizacji jest obraz przebiegu sygnału 1-voltowej cyrkonowej sondy lambda, zacerpnięty z gniazda diagnostycznego, a nie bezpośrednio z przewodów czujnika tlenu (fot. 8).

### Konkurent – KTS 570 firmy Bosch

Drugim z uniwersalnych urządzeń diagnostycznych wyposażonych w oscyloskop jest diagnostyk firmy Bosch z rodziny KTS model 570 (fot. 9). Myślę, że o zaletach 570-tyki w zakresie diagnostyki szeregowej nikogo nie trzeba przekonywać. Sprzęt w połączeniu z platformą informacyjną ESI-Tronic stanowią dekalog każdego elektromechanika.

Oscyloskop diagnostyki KTS jest urządzeniem dwukanałowym o następujących parametrach: rezystancja wejściowa



fot.: Bosch

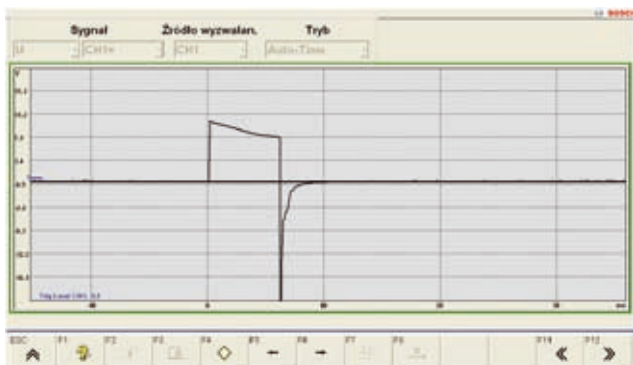


**Fot. 9.** Diagnostyk KTS 570 firmy Bosch

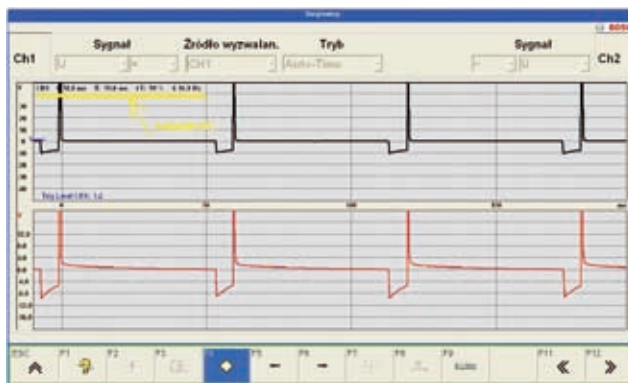
> 900 k $\Omega$ , zakres pomiarowy do 200 V, możliwości prądowe do 1000 A, odchylenie osi czasu od 50 ms do 1 s. W urządzeniu przewidziano 3 tryby wyzwalania: automatyczny, manualny oraz od określonego progu wartości. Źródłem impulsu wyzwalającego może być jeden lub drugi kanał (fot. 10). Istotną zaletą urządzenia jest możliwość uzyskania iluminacji pełnego sygnału w części dodatniej oraz ujemnej i nie jest wymagana żadna przystawka ani dodatkowe urządzenie. Zdecydowanie ułatwia i przyspiesza to proces badania pojazdu. Dla ułatwienia oceny przydatności oraz czytelności sprzętu na obu oscyloskopach zaprezentowano te same sygnały pochodzące z różnych elementów auta.

Podczas wyboru parametrów użytkownik KTS 570 ma do dyspozycji pomiar napięcia, prądu oraz rezystancji w konfiguracji sygnału stałego i zmiennego. W porównaniu do polskiego diagnostyki regulowanego ręcznie, urządzenie Boscha bardzo sprawnie i automatycznie dostosowuje odczytywany sygnał do okna oscyloskopu. Korzystając z klawisza F9 można wybrać podgląd pierwszego lub drugiego kanału bądź obu źródeł równolegle. Nieocenioną funkcją jest zdolność przeniesienia obrazów oscyloskopu do protokołu badania pojazdu (kompilacja klawisza S oraz klawisza funkcyjnego systemu Windows). Ułatwia to udokumentowanie klientowi historii naprawy oraz sprzyja procesowi archiwizowania historii napraw pojazdu. Niezależnie od stanu odczytu dla pojedynczego czy podwójnego sygnału diagnosta w każdej chwili może regulować oś czasu (klawisz F3) oraz oś napięcia (klawisz F7), w celu wzrostu czytelności obrazu. Może także określić, czy przebieg będzie liczony od zbocza opadającego czy rosnącego (klawisz F2). Informacje dotyczące częstotliwości sygnału, jego wielkości maksymalnej minimalnej oraz średniej wyświetlane są automatycznie w górnym lewym rogu okna kanału (fot. 11).

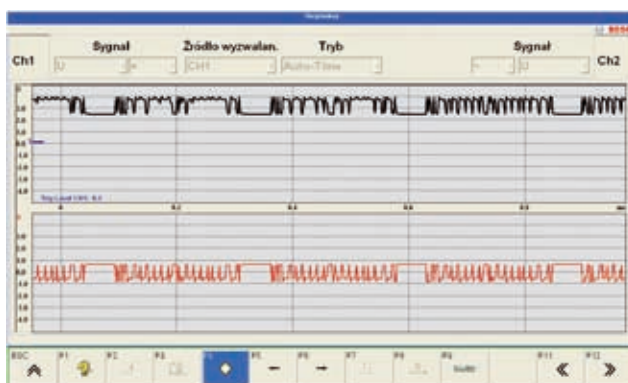
Podczas odczytu parametrów o wysokiej częstotliwości nieocenioną możliwością jest funkcja zatrzymania



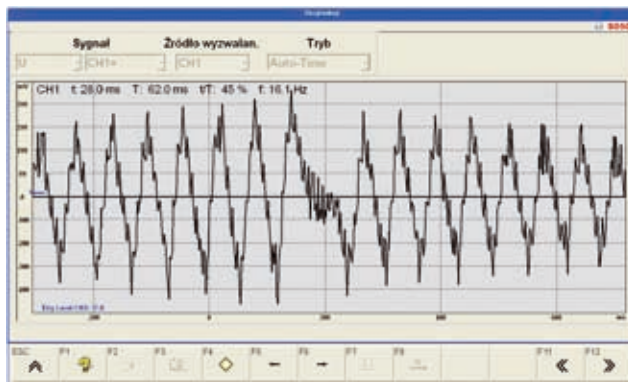
**Fot. 10.** Charakterystyka pracy wtryskiwacza benzynowego na 1 kanale diagnostyki KTS 570 firmy Bosch



**Fot. 11.** Charakterystyki pracy wtryskiwacza benzynowego na obu kanałach diagnostyki KTS. W górnym lewym rogu okna kanału wyświetlane są informacje dotyczące parametrów sygnału



**Fot. 12.** Wykorzystanie dwóch kanałów w badaniu przebiegu sieci CAN w diagnostyce KTS



**Fot. 13.** Wykres czujnika magneto-indukcyjnego na diagnostyce KTS

(klawisz F4) oraz przewinięcia przebiegu (klawisze F5 i F6). Taka możliwość pozwala diagnostyce na pozostawienie auta na dłuższą chwilę oczekując na wystąpienie zakłócenia lub anomalii w sygnale (fot. 12).

Celem artykułu było przedstawienie, dlaczego nie należy traktować oscyloskopu jako urządzenia jedynie dla specjalistów i dlaczego nie należy się go po prostu „bać”. Tylko od diagnosty zależy, czy sygnał wysyłany przez pojazd uda mu się zrozumieć, zinterpretować i co najważniejsze – na nim zarobić. Zachęcam do stosowania diagnostyki punktowej w pracy. ■