

Konrad ZAJKOWSKI¹
Stanisław DUER²

PROJEKT DIAGNOSKOPU SILNIKOWEGO OPARTEGO NA KARCIE POMIAROWEJ ANALOGOWO-CYFROWEJ

Przedstawiono projekt diagnostopu wielokanałowego z automatycznym dopasowaniem zakresu pomiarowego. Przetaczanie kanałów oraz zmiana zakresu odbywa się na drodze programowej przy wykorzystaniu karty pomiarowej z kilkukanałowym wejściem analogowym i wyjściami logicznymi. Diagnostop umożliwia porównanie przebiegów z bazą a automatyczny blok kondycjonujący przebiegi uwalnia operatora od potrzeby znajomości zagadnień elektroniki. Finalne urządzenie wzbogacone o zewnętrzną bazę danych będzie rozwiązaniem tańszym i bardziej elastycznym od urządzeń dostępnych na rynku.

DESIGN FOR A DIAGNOSTIC SCAN TOOL WITH AUTOMATION DEVICES WHICH PROVIDE ANALOG INPUTS

In the paper consist of design for a multi-channel diagnostic scan tool for automotive system control with automatic measuring range. The measuring card with multi-channel analog input and digital output possible switching channel and measuring range. Next programme comparing output function with data base.

1. WSTĘP

Rozwój techniki motoryzacyjnej, a szczególnie układu sterowania silnikiem wymusza potrzebę dostosowywania aparatury laboratoryjnej oraz warsztatowej do zapotrzebowań rynkowych. Różnorodność systemów sterowania, która w praktyce objawia się różnorodnością sterowników w poszczególnych modelach samochodów sprawia, że warsztaty zmuszone są do kosztownego zakupu lub upgrade'u urządzeń.

Diagnostykę wspomaganą komputerowo instalacji elektrycznej samochodu można przeprowadzić następującymi metodami:

- analiza informacji przekazywanej przez złącze diagnostyczne,
- analiza wartości napięć na poszczególnych elementach sterujących i sterowanych,
- analiza wartości napięć na pinach sterownika.

¹ Politechnika Koszalińska, Wydział Mechaniczny; 75-453 Koszalin; Śniadeckich 2. tel: + 48 94 3478-426,
E-mail: konza@tu.koszalin.pl

² Politechnika Koszalińska, Wydział Mechaniczny; 75-620 Koszalin; Raclawicka 15-17. tel: + 48 94 3478-262,
E-mail: stduer@tu.koszalin.pl

Publikacja ta omawia ostatni z wymienionych sposobów diagnostyki samochodowej.

2. STRUKTURA UKŁADU POMIAROWEGO

Projektowany diagnostyczny po zaopatrzeniu go w odpowiednie wtyczki i po zmianie algorytmu sterującego umożliwia obserwację przebiegów we wszystkich typach sterowników. Do badań wykorzystano system MOTRONIC dedykowany dla samochodu OPEL i zainstalowany w stanowisku badawczo dydaktycznym prezentowanym na rys. 1.



Rys. 1. Stanowisko badawczo dydaktyczne

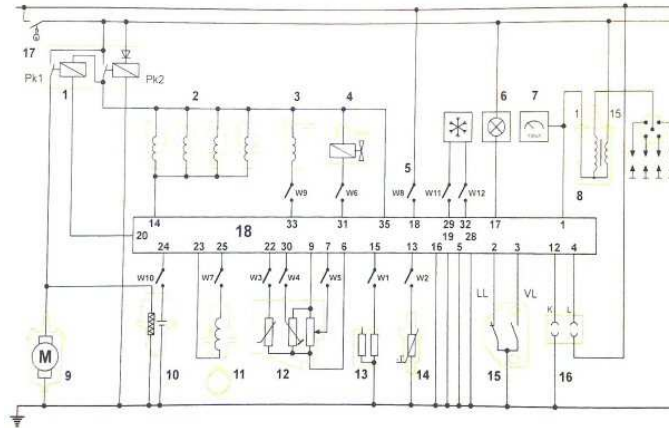
Stanowisko to umożliwia obserwację wszystkich przebiegów na poszczególnych pinach sterownika (rys. 2).



Rys. 2. Widok na złącze sterownika

Sterownik Motronic ML4.1 na podstawie sygnałów z poszczególnych czujników, poprzez urządzenia wykonawcze steruje pracą silnika spalinowego. Do prawidłowej

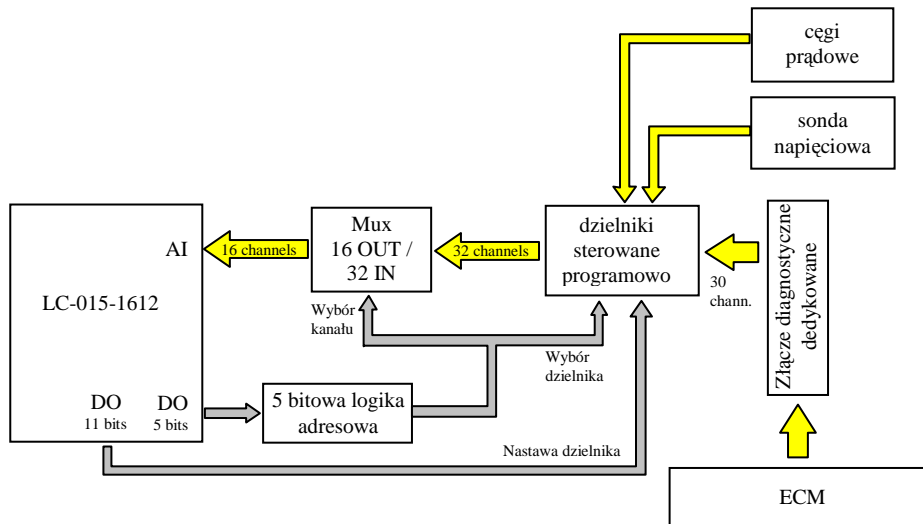
diagnostyki metodą analizy wartości napięć na pinach sterownika niezbędna jest znajomość połączeń elektrycznych (rys. 3).



Rys. 3. Schemat połączeń wybranego sterownika z urządzeniami peryferyjnymi

2.1 Organizacja topologii diagnostyki

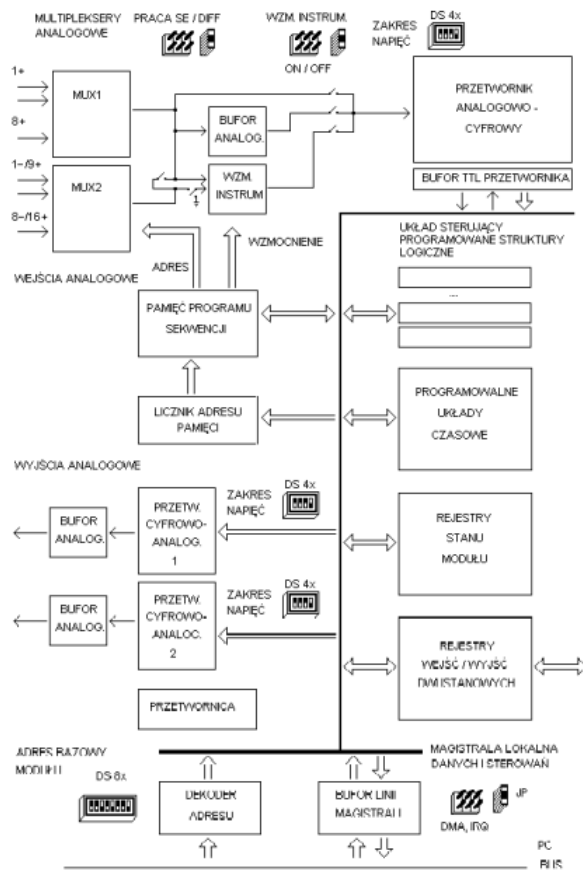
Prezentowana metoda pomiarów diagnostycznych przeprowadzana jest w systemie równoległego pomiaru kilku przebiegów analogowych równocześnie. Wymagana jest zatem karta pomiarowa umożliwiająca pomiar wielu przebiegów analogowych. Zaproponowano następującą strukturę systemu diagnostycznego (rys. 4):



Rys. 4. Blokowy układ pomiarowy diagnostyki

Ze względu na prostotę programowania oraz niską cenę zdecydowano się na 16-bitową kartę AMBEX LC-015-1612. Umożliwia ona pomiar w 16 kanałach niesymetrycznych

z maksymalną częstotliwością wynoszącą 200kHz. Karta ponadto posiada 2 wyjścia C/A niesymetryczne oraz 16 wejść/wyjść dwustanowych TTL (rys. 5).



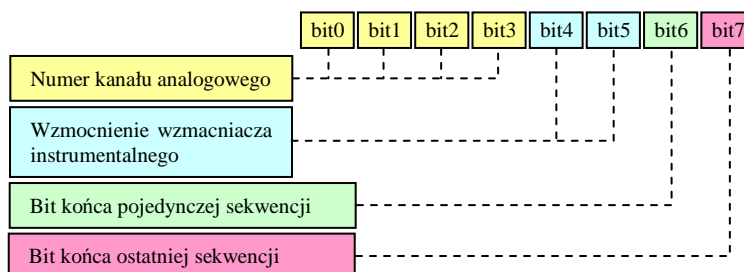
Rys. 5. Architektura karty pomiarowej AMBEX LC-015-1612

Ważnym elementem układu sterującego modułu jest lokalna pamięć programu sekwencji pomiarowej. Umożliwia ona dowolne programowanie przebiegu sekwencji pomiarowej. W jej kolejnych komórkach na czterech młodszych bitach znajduje się informacja o numerze aktualnie przetwarzanego kanału, na dwóch następnych informacja o wzmacnieniu pożądanym dla wskazanego uprzednio kanału a na dwóch najstarszych informacja o zakończeniu aktualnej sekwencji oraz o zakończeniu ostatniej sekwencji.

Rozwiązanie takie umożliwia:

- dowolne zestawienie pojedynczej sekwencji pomiarowej;
- możliwość zaprogramowania nawet kilkuset różnych sekwencji pomiarowych;
- możliwość wielokrotnego powtarzania pomiaru jednego kanału w obrębie jednej sekwencji w celu umożliwienia późniejszej eliminacji zakłóceń toru przetwarzającego;

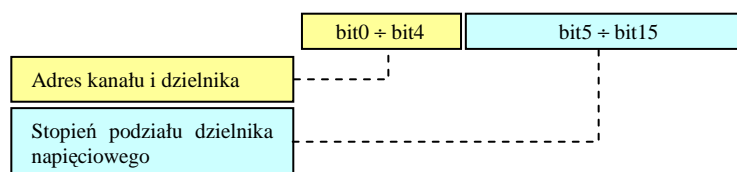
- faktyczny pomiar różnych grup kanałów z różnymi częstotliwościami.



Rys. 6. Architektura słowa sekwencji pomiarowej

Przy tworzeniu oprogramowania należy przyjąć, że cała komunikacja z modułem LC prowadzona jest za pośrednictwem rezydentnego programu przez przerwanie programowe.

Komunikacja karty z multiplekserem oraz z dzielnikami odbywa się przez 16 bitowe słowo DO, którego architektura wygląda następująco:

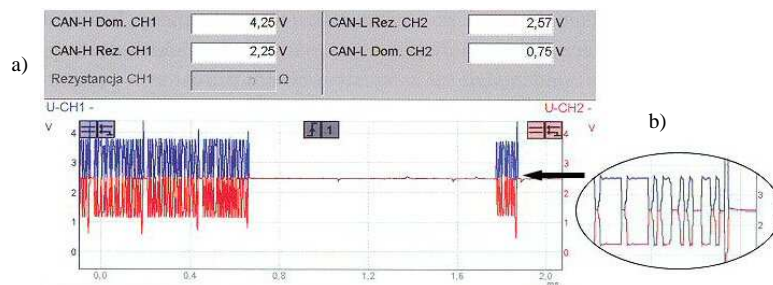


Rys. 7. Architektura słowa sterującego dzielnikami i multiplekserem

Przedstawiony sposób organizacji toru pomiarowego umożliwia pomiar 30 sygnałów analogowych na złączu sterownika ECM, jednego sygnału z sondy napięciowej oraz jednego z sady prądowej. Pomiary mogą się odbywać w 16 kanałach jednocześnie, co sprawia, że jeden pomiar bloku próbek powinien wystarczająco zdiagnozować problemy z silnikiem.

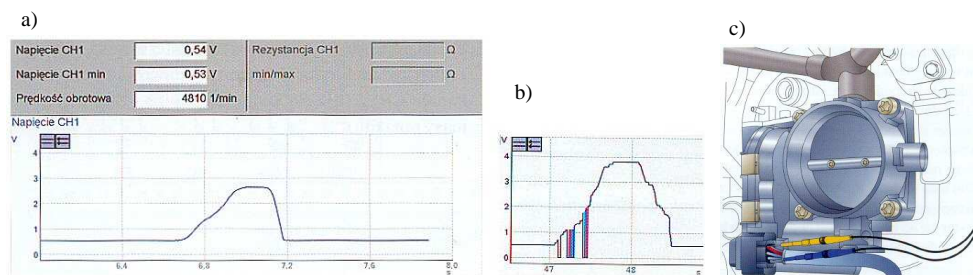
2.2 Zadania programu diagnostycznego

Program komputerowy wraz z bazą zapisanych prawidłowych przebiegów z naniesionymi znacznikami, tworzyć powinien system diagnostyczny ekspertowy. Baza ta powinna zawierać przebiegi wymagane dla danego typu układu sterującego. Istotne również są typy zastosowanych urządzeń pośredniczących (czujników i elementów wykonawczych). Przedstawiono dalej wybrane przebiegi z opisaną metodą diagnozy.



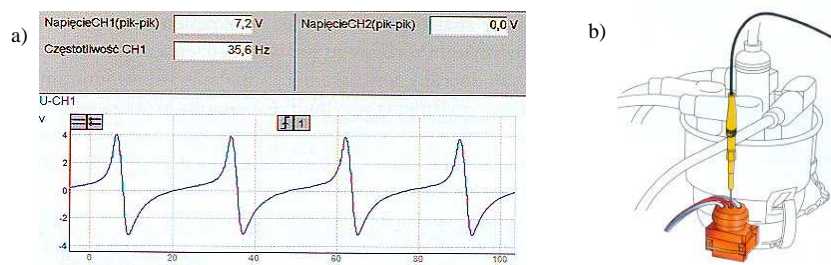
Rys. 8. Przebieg sygnału na magistrali CAN; b) powiększony fragment przebiegu

Przykładowo: przebieg sygnałów na magistrali CAN (rys. 8) jest przebiegiem symetrycznym na dwóch liniach pomiarowych. Informacje na magistrali CAN przekazywane są w postaci znormalizowanych ramek, których długość zależna jest od zastosowanego systemu (CAN 2.0A, CAN 2.0B, itp.) oraz od wielkości przesyłanych danych. Dla szyny danych typu High-Speed-Bus w stanie aktywnym chwilowa różnica potencjałów pomiędzy dwoma przewodami wynosi około 2V, natomiast w stanie pasywnym około 0V. W przypadku szyny danych typu Low-Speed-Bus skok napięcia jest wyższy i zawiera się pomiędzy 1.9 a 5V.



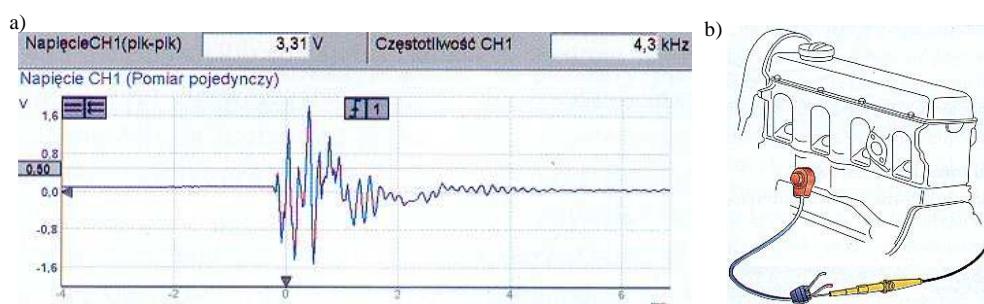
Rys. 9. Przebieg napięcia sygnału suwaka potencjometru przepustnicy po naciśnięciu na pedał gazu; b) przykładowy nieprawidłowy przebieg; c) pomiar bezpośrednio na przetworniku

Przebieg napięcia na potencjometrze przepustnicy (rys. 9) określa stan powłoki rezystancyjnej potencjometru. Prawidłowy przebieg powinien być czysty, tzn. pozbawiony szumów. Pomiaru dokonujemy bezpośrednio na złączu sterownika ECM, a w przypadku wykrycia nieprawidłowości bezpośrednio na potencjometrze.



Rys. 10. Przebieg sygnału z czujnika indukcyjnego w aparacie zapłonowym; b) pomiar bezpośrednio na przetworniku

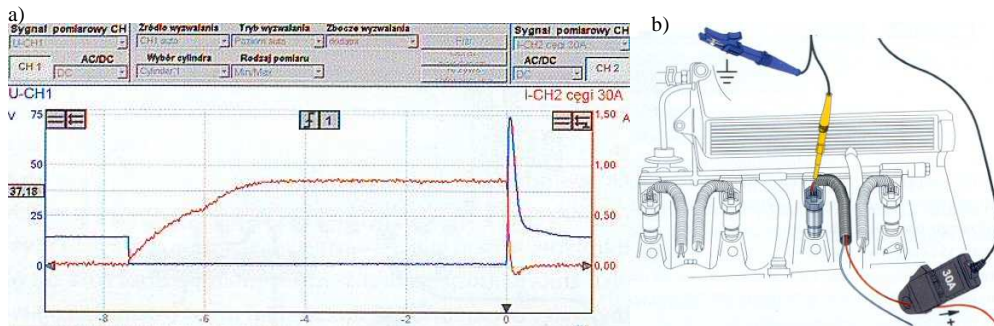
Przebieg sygnału z czujnika indukcyjnego (rys. 10) powinien ujawniać jednakowe dla wszystkich impulsów wartości maksymalne i minimalne. Powinny być również widoczne fazy przejścia z polaryzacji dodatniej w ujemną.



Rys. 11. Przebieg sygnału z czujnika spalania stukowego; b) pomiar bezpośrednio na przetworniku

Przebieg sygnału z czujnika stukowego (rys. 11) powinien być wykonany pomiarem pojedynczym nawet na wyłączonym silniku. Po starcie sekwencji pomiarowej należy uderzyć obcym ciałem w pobliżu czujnika. Program automatycznie po zarejestrowaniu skoku wstrzymuje sekwencję pomiarową.

Typowym badaniem czasu otwarcia wtryskiwacza jest pomiar oscyloskopowy napięcia na styku sterującym wtryskiwacza elektromagnetycznego. Przebieg ten (rys. 12) powinien uwidaczniać stałą wartość napięcia instalacji pojazdu (ok. 14V). W momencie wysterowania wtryskiwacza napięcie to gwałtownie spada do wartości ok. 0V. W tej chwili iglica wtryskiwacza zaczyna unosić się ku górze, stopniowo otwierając zawór wtryskiwacza. Chwilę później wtryskiwacz jest gotowy do dawkowania paliwa. Po określonym przez sterownik czasie gwałtownie zanika wysterowanie co uwidocznione jest w postaci przepięcia indukcyjnego. Wartość piku napięcia powinna być ograniczona do poziomu kilkudziesięciu woltów (zrealizowane na równoległej diodzie zenera w sterowniku. Ostatnią fazą jest opadające zbocze przebiegu napięcia.



Rys. 12. Przebieg prądu i napięcia na wtryskiwaczu elektromagnetycznym; b) pomiar na przetworniku

Przebieg prądu w układach wtrysku pośredniego powinien wykazywać lekkie załamanie krzywej regularnie wznoszącej się ku górze po około 1.5 ms od momentu wystereowania cewki. Załamanie to świadczy o uniesieniu iglicy wtryskiwacza. Wynika to z ruchu metalowego rdzenia w polu elektromagnetycznym cewki, który indukuje przeciwstawne napięcie, ograniczające chwilowy wzrost prądu.

Przebieg prądu jest rejestrowany zewnętrznymi cęgami prądowymi 30A podłączonymi do jednego z kanałów zewnętrznych diagnoskopu.

3. WNIOSKI

Przedstawiony projekt diagnoskopu silnikowego jest alternatywą do drogich urządzeń dedykowanych do konkretnych typów i marek samochodów. Diagnoskopy dostępne na rynku zazwyczaj nie posiadają tak dużej liczby kanałów pomiarowych. Skutkuje to potrzebą wykonania większej liczby pomiarów w jednej procedurze diagnostycznej. Zamiast starszej w architekturze karty pomiarowej można rozważyć również tanie przetworniki LabJack U12 posiadające 8 niezależnych wejść pomiarowych analogowych. Ich zmniejszona częstotliwość próbkowania wymusza zastosowanie dodatkowych zabezpieczeń ponadnapięciowych pomiędzy multiplekserami a dzielnikami. Z powodu zwiększenia liczby multiplekserów należałoby również zmienić architekturę słowa sterującego dzielnikami i multiplekserem.

4. LITERATURA

- [1] Gładysek J., Gładysek M.: *Poradnik diagnostyki samochodowej Diagnoskop silnikowy Bosch z serii FSA 7XX*. Kraków 2008. Wyd. Bosch
- [2] Materiały firmy Egmont Instruments: www.egmont.com.pl