



**WOJTON Mateusz**, inż.  
**BALAWENDER Krzysztof**, dr inż.  
Politechnika Rzeszowska  
Katedra Silników Spalinowych i Transportu

## ADAPTACJA UKŁADU WTRYSKOWEGO MULTEC XM DO STANOWISKA BADAWCZEGO

*Artykuł zawiera zestawienie obecnie stosowanych układów wtryskowych, uszeregowanych ze względu na stopień zaawansowania technicznego w ujęciu czasowym powszechnego stosowania w pojazdach samochodowych, jak również wymagania i klasyfikacje dla wtryskiwaczy instalowanych w tych układach. Opisano także koncepcję implementacji badawczego sterownika do silnika o ZI z wielopunktowym wtryskiem paliwa.*

### WSTĘP

Każdy układ wtrysku paliwa zainstalowany w silniku, niezależnie od typu systemu wtryskowego, ma jedno główne zadanie, tak przygotować mieszankę paliwowo-powietrzną, by możliwa była poprawna praca silnika oraz minimalna emisja szkodliwych związków.

Układy wtryskowe dzielą się na jednopunktowe i wielopunktowe. Mogą być instalowane w kolektorze dolotowym silnika, a także wtryskiwać paliwo bezpośrednio do cylindra.

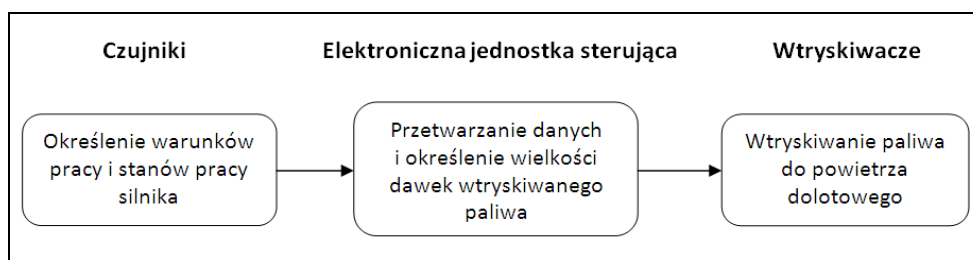
Sterowane elektronicznie wielopunktowe układy wtrysku benzyny są obecnie stosowane w większości nowo produkowanych popularnych pojazdów w Europie oraz na pozostałych kontynentach. Jednak obserwuje się też wzrost zainteresowania koncernów samochodowych rozwiązaniami wtrysku bezpośredniego, który jest w ciągłej fazie rozwoju i udoskonalania.

W celu zwiększenia możliwości badania układu wtryskowego silnika Polonez 1.6 MPI został on wyposażony w prototypowy

sterownik badawczy opracowany w KSSiT. Sterownik ten został opisany w dalszej części opracowania.

### 1. ANALIZA UKŁADÓW WTRYSKIWANIA BENZYNY W SILNIKACH O ZAPŁONIE ISKROWYM

W benzynowych układach wtryskowych, w których występuje sterowanie elektroniczne, wielkość podawanej dawki paliwa określana jest przez elektroniczne urządzenie sterujące. W celu poprawnego sterowania dawką paliwa konieczne jest wykorzystanie czujników które „informują” sterownik o aktualnych parametrach silnika spalinowego. Na podstawie tych informacji zostaje opracowany i wygenerowany sygnał sterujący urządzeniami wykonawczymi silnika. Ilość czujników i układów wykonawczych zależą głównie od konstrukcji silnika i stopnia zaawansowania układu sterowania. Schemat działania takiego systemu został przedstawiony na rys. 1



Rys. 1. Blokowy schemat zasady działania elektronicznych układów wtryskowych benzyny [8]

## 2.1. KLASYFIKACJA BENZYNOWYCH UKŁADÓW PALIOWYCH OPARTYCH NA WTRYSKIWANIU BENZYNY

### 2.1.1. Jednopunktowe układy wtrysku paliwa SPI

Jednopunktowy wtrysk paliwa powstał z konieczności stosowania katalizatorów

w pojazdach klas popularnych, wypierając niespełniające norm toksyczności spalin układy gaźnikowe. System ten umożliwił w szerokim zakresie regulację składu mieszanki, zwłaszcza w obszarach około stechiometrycznych, które są konieczne do optymalnej pracy katalizatora. Tworzenie mieszanki odbywa się przez wtrysk paliwa o ciśnieniu około 0,1 MPa do okolic przepustnicy, tzn. do krytycznego przekroju kolektora dolotowego powietrza. Dzięki dość dużej szybkości przepływu powietrza w tym obszarze oraz dużej temperaturze zespołu przepustnicy, którą uzyskuje się poprzez wypromieniowywanie ciepła z silnika oraz doprowadzenie strumienia cieczy z układu chłodzenia specjalnymi kanałami konstrukcyjnymi, istnieje możliwość wytworzenia się stosunkowo jednorodnej mieszanki paliwowo-powietrznej. Wadą tego typu rozwiązania jest pewna różnica w stopniu napełniania poszczególnych cylindrów silnika, co jest spowodowane różną długością odcinków kolektora dolotowego prowadzącą do jego poszczególnych cylindrów. Pomimo to ze względu na niski koszt układu oraz możliwość współpracy z katalizatorem spalin układ ten został zaaplikowany przez wielu producentów pojazdów. W obecnych czasach wraz z coraz bardziej restrykcyjnymi normami emisji związków toksycznych, układy SPI przestały być już wystarczające i silniki z takimi

rozwiązaniami nie mogą być sprzedawane w krajach o zaostrzonych normach emisji spalin [8].

Do najczęściej spotykanych rozwiązań należą:

- układy Mono-Jetronic firmy Bosch i ich późniejsze wykonania znane pod nazwą Mono-Motronic,
- układy Mono-Jetronic firmy Weber,
- systemy D-Jetronic: SPI Multec, Magneti Marelli.

### 2.1.2. Wielopunktowe układy wtrysku paliwa MPI

W układach z wielopunktowym wtryskiem paliwa (ang. Multi Point Injection) proces tworzenia się mieszanki paliwowo-powietrznej odbywa się poprzez indywidualne wtryskiwacze, dla każdego cylindra w silniku, gwarantuje to bardzo zbliżone zasilanie mieszanką wszystkich cylindrów. Paliwo jest dostarczane do obszaru zaworu/-ów ssących danego cylindra. Ciśnienie podawania paliwa w zależności od konstrukcji mieści się w przedziale 0,3-0,4 MPa.

Do tego typu układów należą zarówno starsze systemy jak D-Jetronic i L-Jetronic, a także współczesne: Motronic produkowane przez wielu producentów takich jak: Bosch, Magneti Marelli, Siemens, Hella, Renix i innych [8].

Ze względu na różne rodzaje wtrysku paliwa, moment wystąpienia początku wtrysku względem kąta położenia wału korbowego, obok odpowiedniego czasu trwania wtrysku, jest bardzo ważnym parametrem mającym istotny wpływ na optymalizację zużycia paliwa, a także emisję substancji szkodliwych w spalinach. W układach elektronicznie sterowanych

wielopunktowych wtrysków paliwa jego realizacja może przebiegać różnymi metodami, takimi jak [8]:

- wtryskiwacze połączone są w jeden zespół, z którego następuje wtrysk jednoczesny do wszystkich kanałów dolotowych silnika niezależnie jaki suw pracy jest realizowany przez tłok w cylindrze,
- wtryskiwacze są podzielone na grupy, których czas wtrysku jest różny – wtryskiwanie grupowe; w tym rodzaju wtrysku cylindry silnika podzielone są na dwie grupy; w obu z grup paliwo jest wtryskiwane naprzemiennie pojedynczą dawką raz na każdy obrót wału korbowego,
- otwarcie wtryskiwaczy następuje w kolejności występowania zapłonów w cylindrach, jest to odmiana wtrysku sekwencyjnego; paliwo jest tutaj wtryskiwane oddzielnie, dla każdego cylindra w kolejności jego zapłonu.

W metodzie jednoczesnej i grupowej wtrysk paliwa odbywa się podczas każdego obrotu wału korbowego, a jego czas trwania wynosi połowę wymaganego czasu, jakim jest określona całkowita dawka podawanego paliwa. Obecnie większość produkowanych silników wyposażonych jest w systemy wtrysku wielopunktowego sekwencyjnego. Otwiera on wtryskiwacz tego cylindra, w którym otwiera się zawór ssący. Dzięki temu możliwe jest przygotowanie jednorodnej mieszanki paliwowo-powietrznej, co bezpośrednio przekłada się na zmniejszenie składników toksycznych w spalinach.

Ze względu na technologię wykonania wielopunktowego układu wtryskowego rozróżnia się:

- układy wtryskowe typu D, w których ilość powietrza doprowadzonego do silnika jest określana poprzez pomiar ciśnienia w kolektorze dolotowym przez zamontowany czujnik ciśnienia bezwzględnego,
- układy wtryskowe typu L, w których ilość powietrza przepływającego do

silnika jest określana poprzez przepływomierz powietrza,

- systemy typu Motronic, gdzie zintegrowany system steruje elektronicznie układem zapłonowym, układem zasilania paliwem i powietrzem, prędkością obrotów biegu wolnego silnika.

#### **Układ wtryskowy Motronic**

Motronic jest generacją układu, jaki umożliwia sterowanie oraz regulację pracy silnika ZI jednym sterownikiem. Poziom dawki wtryskiwanego paliwa zależy jest od czasu trwania sygnału z układu sterowania. Układ ten realizuje funkcje, jakie wynikają z jego przeznaczenia. Należą do nich regulowanie oraz wtrysk dawek paliwa do cylindra, dynamiczna korekcja składu mieszanki paliwowo-powietrznej, korekcja kąta wyprzedzenia zapłonu odbywająca się na podstawie takich informacji jak chwilowe obciążenie silnika, temperatura powietrza dolotowego, prędkości obrotowej silnika i położenia przepustnicy [3].

#### **2.1.3. Mechaniczny, ciągły wtrysk paliwa**

W tym systemie proces powstawania mieszanki paliwowo-powietrznej ma miejsce poprzez ciągły i adekwatny do aktualnej ilości zasysanego powietrza wtrysk paliwa do obszaru zaworów ssących silnika poprzez mechanicznie otwierające się wtryskiwacze.

W porównaniu z układami wtryskowymi z zastosowaniem elektronicznych elementów sterujących wtrysk mechaniczny nie zapewniał odpowiednich parametrów podczas pracy z katalizatorami spalin. W związku z tym, nie jest on już montowany w obecnie produkowanych pojazdach [8].

#### **2.1.4. Bezpośredni wtrysk paliwa GDI**

Metoda wtrysku bezpośredniego (z ang. GDI- Gasoline Direct Injection) polega na tym, że umiejscowiony w głowicy wtryskiwacz podaje paliwo bezpośrednio do komory spalania silnika. Dzięki temu możliwy jest bardzo precyzyjny podział paliwa między cylindry i efektywne spalanie ubogich mieszanek paliwowo-powietrznych.

Silnik z bezpośrednim wtryskiem benzyny – w porównaniu do silnika z wtryskiem do kanału dolotowego wykazuje się następującymi zaletami:

- większą mocą i momentem obrotowym,
- mniejszym zużyciem paliwa,
- mniejszą zawartością tlenków azotu w spalinach,
- większą dynamiką pracy silnika.

### 3. ANALIZA UKŁADU WTRYSKOWEGO MULTEC XM

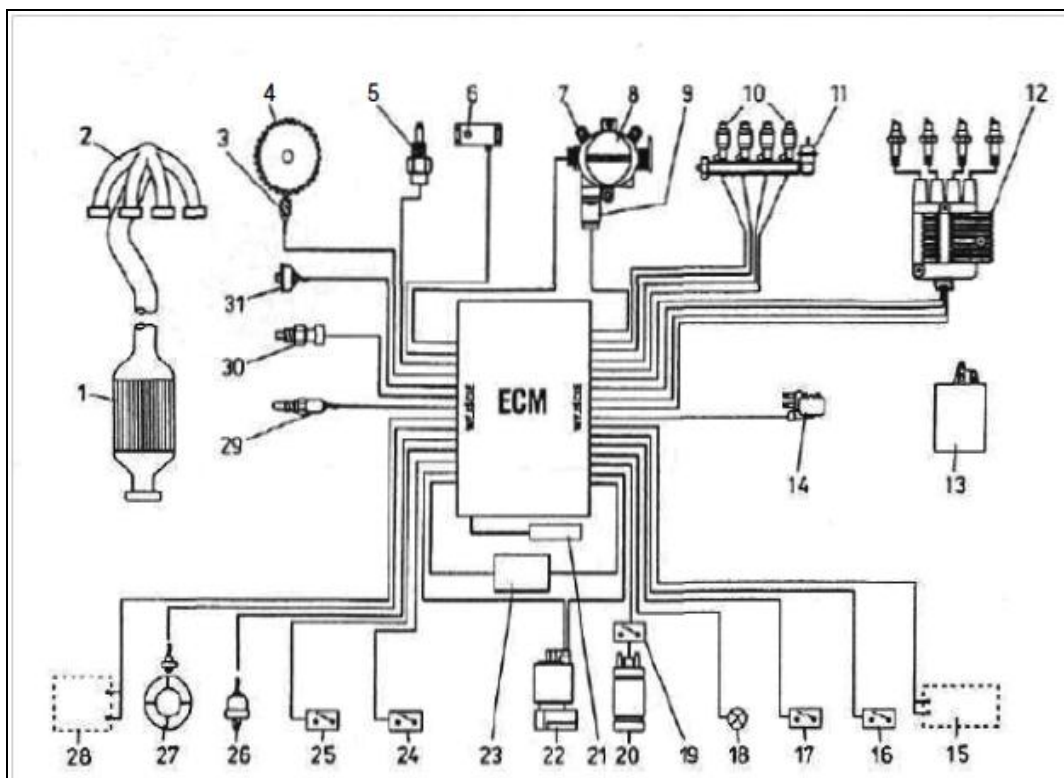
Układ wtryskowy MULTEC XM stanowi rozbudowany system do którego działania wykorzystywana jest znaczna liczba czujników oraz elementów wykonawczych. Występujące w układzie czujniki to między innymi: czujnik obrotów wału korbowego, czujnik prędkości pojazdu, czujnik spalania stukowego, czujnik ciśnienia w kanale dolotowym, czujnik temperatury cieczy chłodzącej silnika oraz powietrza zasysanego, czujnik tlenu (sonda lambda) oraz czujnik położenia przepustnicy.

W układzie MULTEC XM jaki stosowany był w samochodzie Polonez 1.6 MPI wyróżnić można następujące czujniki:

- czujnik temperatury powietrza MAT,

- czujnik położenia przepustnicy TPS,
- czujnik tlenu w spalinach  $\lambda$ ,
- czujnik prędkości obrotowej wału korbowego VR,
- czujnik ciśnienia w kanale dolotowym MAP,
- czujnik temperatury silnika CTS.

Układ wtryskowy MULTEC XM jest wielopunktowym układem wtryskowym półsekwencyjnym o wtrysku paliwa typu przerywanego. Paliwo jest dostarczane odpowiednio dobranymi porcjami do cylindrów przez wtryskiwacze, które to uruchamiane są parami, tj. w pierwszej kolejności podawane jest ono na 1 i 4, a następnie 2 i 3 cylinder. Układ ten opracowany został przez firmę Delphi. W 1997 r. został zaaplikowany przez Centrum Badawczo-Rozwojowe Daewoo-FSO do samochodów Polonez Caro Plus oraz Atu. Ten system wtryskowy spełnia wprowadzoną w 1997 roku w RP normę czystości EURO II dla osobowych pojazdów zasilanych benzyną.



Rys. 2. Schematyczny rysunek układu sterowania MULTEC XM [2, 4]: 1 - układ katalizatora, 2 - zespół kolektora wydechowego, 3 - czujnik położenia wału korbowego silnika, 4 - flansa zębata na wale korbowym, 5 - czujnik temperatury powietrza

zasysanego, 6 - czujnik ciśnienia powietrza zasysanego, 7 - czujnik położenia przepustnicy, 8 - przepustnica, 9 - silnik krokowy biegu jałowego, 10 - wtryskiwacze, 11 - regulator ciśnienia paliwa, 12 - cewki zapłonowe, 13 - filtr z węglem aktywnym do pochłaniania par paliwa, 14 - zawór doprowadzenia par paliwa, 15 - sygnał prędkości z komputera, 16 - przełącznik układu klimatyzacji, 17 - stycznik wentylatora chłodnicy, 18 - kontrolka diagnostyczna silnika, 19 - przełącznik pompy paliwowej, 20 - pompa paliwa, 21 - gniazdo do diagnostyki, 22 - zawór recyrkulacji spalin, 23 - moduł sterowania automatyczną skrzynką biegów, 24 - przełącznik położenia automatycznej skrzynki biegów, 25 - włącznik klimatyzacji, 26 - czujnik ciśnienia w układzie klimatyzacji, 27 - czujnik prędkości pojazdu, 28 - wyłącznik zapłonu, 29 - sonda lambda, 30 - czujnik temperatury cieczy chłodzącej, 31 - czujnik spalania stukowego

Układ zintegrowany jest przy pomocy centralnego urządzenia sterującego z układem zapłonowym, systemem pochłaniania par paliwa, immobiliserem, a także może również współpracować z układami wymagającymi dodatkowych regulacji parametrów silnika takich jak np. klimatyzacją czy też automatyczną skrzynią biegów. Centralne urządzenie sterujące wyposażono w mikroprocesor zawierający pamięć typu Flash-EPROM, gdzie wprowadzone zostały parametry oprogramowania sterującego jak również wartości kalibracyjne układu, a także wszystkie funkcje immobilisera. Ten system cechuje też występowaniem układu autodiagnostującego, dzięki któremu umożliwiona jest kontrola działającego systemu przez monitorowanie wszystkich sygnałów z poszczególnych czujników układu. Występujące usterki zapisywane są do modułu pamięci tymczasowej centralnego urządzenia sterującego, skąd mogą być później odczytane, z uwzględnieniem warunku, że źródło zasilania instalacji elektrycznej (akumulator) nie będzie odłączone na dłużej niż 10s. W przypadku, gdy centralne urządzenie sterujące wykryje w systemie brak jakiegoś sygnału z czujnika lub czujników, przechodzi ono w stan nazywany trybem awaryjnym, gdzie sterowanie silnikiem odbywa się przy pomocy zakodowanych w pamięci stałej map wtrysków bezpiecznych dla jednostki napędowej [1, 3, 4, 8].

#### 4. KONCEPCJA STANOWISKA BADAWCZEGO

Prototypowy sterownik ma za zadanie sterować wtryskiem paliwa i zapłonem w silniku Poloneza 1.6 MPI, którym wcześniej sterował system MULTEC XM. Nowy układ został wykonany w oparciu o mikroprocesory ATMEGA. Dzięki wbudowanej pamięci FLASH z możliwością programowania sterownik można zaprogramować z dowolnego komputera klasy PC dzięki wykorzystaniu dowolnego programatora ISP.

Prototypowy sterownik może realizować następujące funkcje operowania parametrami jednostki napędowej:

- kątem wyprzedzenia zapłonu,
- czasem wtrysku dawki paliwa,
- wyłączaniem podawania paliwa na poszczególne cylindry.

Urządzenie odczytuje z czujników silnika następujące parametry:

- prędkość obrotową wału korbowego [obr/min],
- temperaturę płynu chłodzącego [°C],
- temperaturę powietrza zasysanego [°C],
- położenie przepustnicy [V],
- ciśnienie bezwzględne powietrza [kPa],
- odczyt sygnału z sondy lambda [mV],
- napięcie zasilania urządzenia [V].

Sterownik posiada możliwości modyfikowania wartości kąta wyprzedzenia zapłonu poprzez wprowadzanie wartości w postaci cyfr z klawiatury komputera do okna

dialogowego „Kąt wyprzedzenia zapłonu” rys. 4. Akceptacja zadanej wartości kąta wyprzedzenia zapłonu przed GMP, następuje poprzez naciśnięcie przycisku „Wyślij”, po czym następuje wprowadzenie parametru do pamięci RAM urządzenia i odesłanie przez sterownik do komputera informacji zwrotnej, która jest wyświetlana tuż pod oknem dialogowym. Informacja ta może być wykorzystana do weryfikacji poprawności wprowadzonych danych.

Możliwa jest też modyfikacja czasu trwania wtrysku paliwa. Aby tego dokonać należy w oknie „Czas wtrysku” wprowadzić za pomocą klawiatury komputera zadaną wartość, która będzie wyrażona w [ $\mu$ s], a następnie zatwierdzić wprowadzony parametr naciskając przycisk „wyślij”. Po tej operacji do pamięci tymczasowej komputera wprowadzony zostanie założony czas wtrysku i odesłana zostanie informacja zwrotna.

W sterowniku zaimplementowany jest również algorytm automatycznego doboru dawki paliwa do ilości zasysanego powietrza (sterowanie ze sprzężeniem zwrotnym), pomijający manualnie wprowadzone do pamięci urządzenia parametry. Po naciśnięciu przycisku „Automatyczny dobór dawki paliwa” nastąpi zmiana ustawień czasu wtrysku zgodnie z aktualnym sygnałem sondy lambda. Po aktywacji procesu automatycznego doboru dawki przycisk zmienia podświetlenie z szarego (automatyczny dobór dawki paliwa nieaktywny rys. 5a) na zielony (automatyczny dobór dawki aktywny rys. 5b).

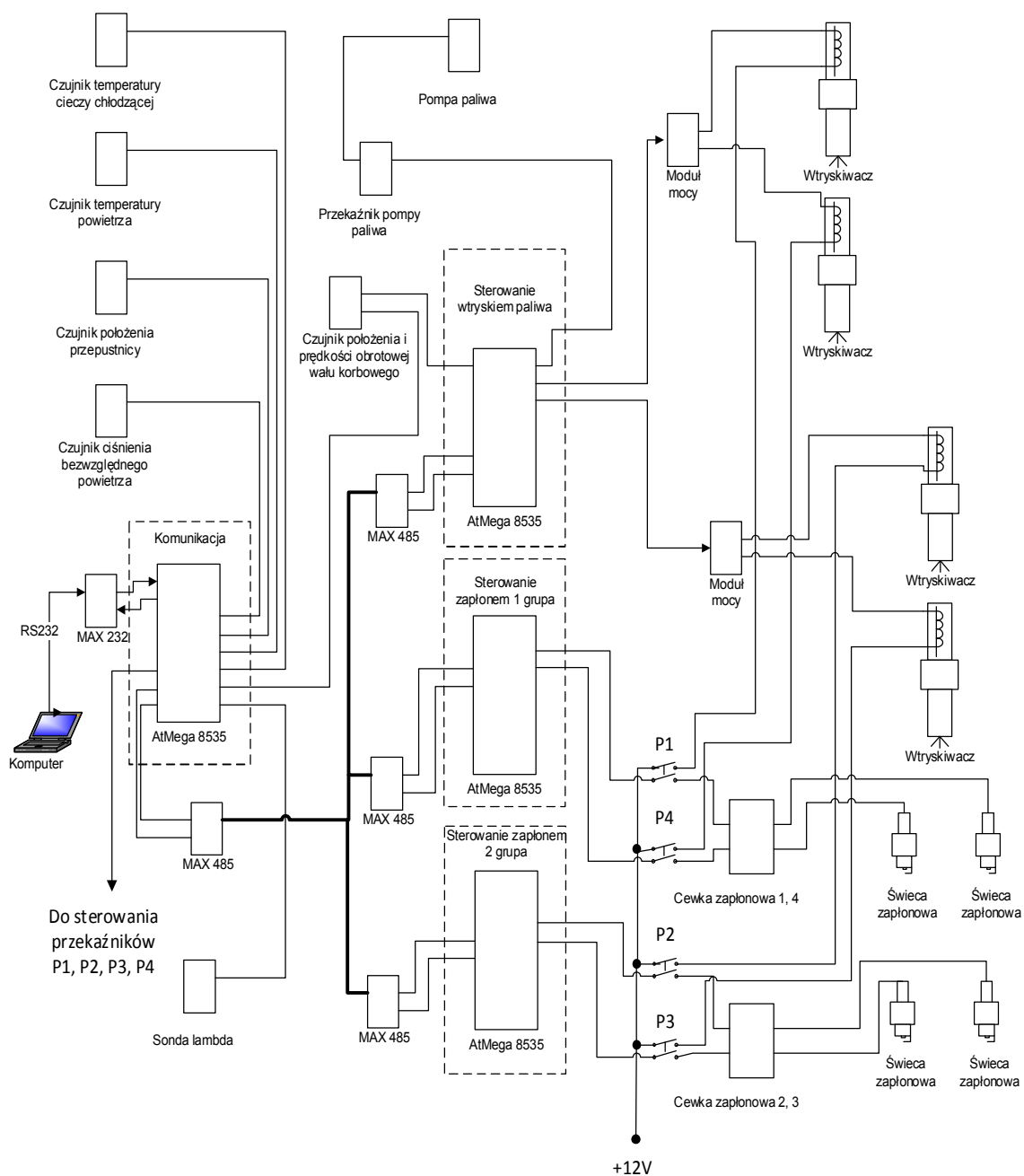
Na panelu sterowania możliwa jest też

obserwacja włączenia zapłonu i pompy zasilającej. Są to kontrolki typu 1/0. Kontrolka podświetlona na kolor biały oznacza pozycję „Wyłączony”, podświetlony na kolor zielony oznacza opcję „Włączony”.

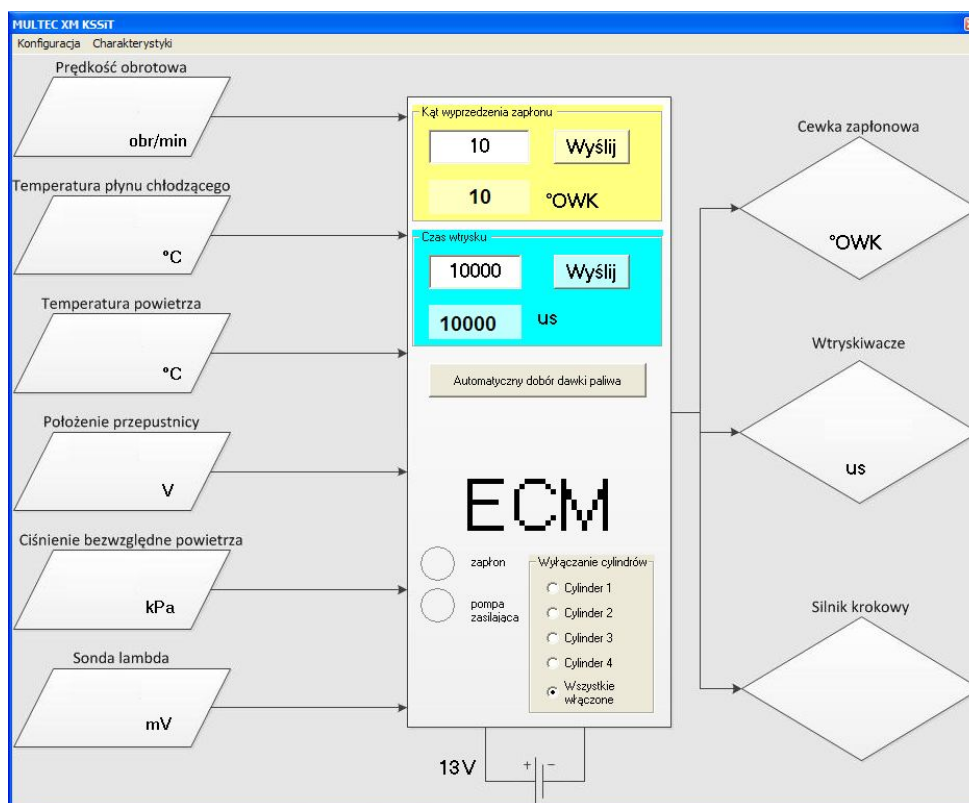
Oprogramowanie sterownika posiada również możliwość wyłączenia zapłonu i wtrysku w wybranym cylindrze rys. 6. Aby tego dokonać należy w oknie „Wyłączenie cylindrów” zaznaczyć cylinder, który ma zostać wyłączony, wybierając go z listy. W momencie, gdy wybrany cylinder zostanie wyłączony na ekranie pojawi się podświetlony na czerwono komunikat: „Uwaga! Wyłączono X cylinder”, gdzie litera X będzie odpowiadać numerowi wyłączonego cylindra. W przypadku, kiedy zaistnieje potrzeba pracy silnika na wszystkich cylindrach, należy zaznaczyć z panelu „Wyłączenie cylindrów” opcję „Wszystkie włączone”.

Wyjściowymi wartościami pokazywanymi na panelu oprogramowania sterującego będą sygnały pochodzące z cewki zapłonowej, wtryskiwaczy, oraz silnika krokowego.

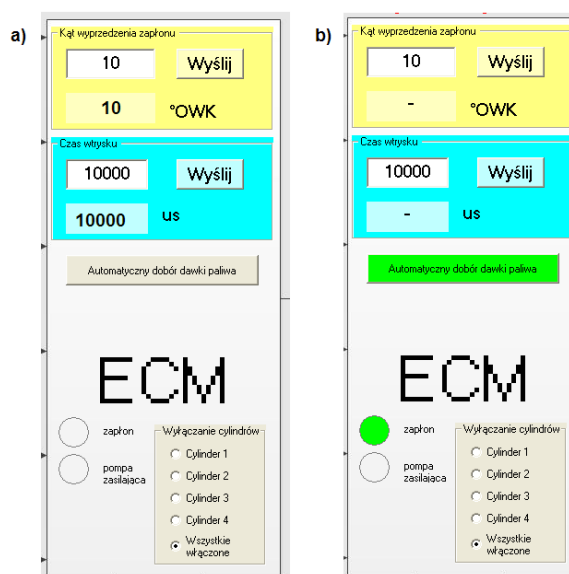
W górnej części okna panelu sterowania sterownika dostępne są przyciski o nazwach „Konfiguracja” oraz „Charakterystyki”. Konfiguracja zawiera zbiór dodatkowych parametrów, które można zmieniać z poziomu użytkownika. Okno „Charakterystyki” pozwala na modyfikację charakterystyk czujników: temperatury powietrza zasilającego, temperatury silnika, ciśnienia bezwzględного w kolektorze dolotowym, położenia przepustnicy, sondy lambda.



Rys. 3. Schemat blokowy sterownika badawczego



Rys. 4. Okno dialogowe programu, stan sterownika – praca na zadanych manualnie parametrach, zapłon wyłączony, pompa zasilania wyłączona, praca na wszystkich cylindrach silnika



Rys. 5. Okno dialogowe programu: a – praca przy manualnie zadanych parametrach, „Automatyczny dobór dawki paliwa”- nieaktywny, przycisk podświetlony na szaro, zapłon wyłączony, zapłon dla wszystkich cylindrów, b - praca w trybie „Automatyczny dobór dawki paliwa”- aktywny, przycisk podświetlony na zielono, zapłon włączony, pompa zasilania wyłączona, zapłon dla wszystkich cylindrów





Rys. 6. Okno dialogowe programu, stan sterownika – praca w trybie „Wyłączanie cylindrów”- aktywny przycisk wyłączenia zapłonu i wtryskiwacza w cylindrze nr.2, wyświetlony komunikat „Uwaga! Wyłączono 2 cylinder”, zapłon włączony, pompa zasilania wyłączona

## 5. PODSUMOWANIE

Urządzenie mające za zadanie sterowanie pracą silnika spalinowego to w obecnych czasach wysoce wykwalifikowany sprzęt elektroniczny o znacznym poziomie złożoności zawartych w sobie układów mikroprocesorowych.

Do opracowania fabrycznego sterownika jaki zostanie potem montowany seryjnie w danym modelu silnika pojazdu samochodowego zaangażowanych jest wielu pracowników działu naukowego, niemniej podjęcie próby stworzenia urządzenia, które będzie w sporej części pracować w stanie zbliżonym do sterownika seryjnego, jednak programowo stanowić całkowicie nowy produkt stworzony na potrzeby badań jest zadaniem bardzo pracochłonnym oraz wymagającym bardzo dużego zakresu wiedzy z wielu dziedzin. Tyczy się to zarówno złożonej wiedzy z zakresu funkcjonowania silników spalinowych, konstruowania elektronicznych układów scalonych, jak również bardzo dużego doświadczenia w programowaniu.

Skonstruowany sterownik stanowi całość dopiero z dedykowanym do niego odpowiednim oprogramowaniem oraz

niezbędnymi przyłączami elektrycznymi. Dopiero w tym ujęciu może być rozpatrywany jako pełnosprawne urządzenie badawcze. Niemniej jako urządzenie prototypowe będzie wymagać jeszcze pewnych dopracowań w kwestii zarówno elektronicznej jak i programowej.

Zauważyć należy jednak, że taka platforma stanowi idealną wręcz bazę do przeprowadzania wielu eksperymentów oraz badań związanych z pracą i działaniem zarówno samego silnika jak i jednostki sterującej jego pracą. System ten będzie można też z powodzeniem wykorzystywać do wykonywania szeregu ćwiczeń i innych zajęć laboratoryjnych związanych z aktualnie prowadzonymi przez jednostkę zajęciami dydaktycznymi dla studentów.

Układ, dzięki możliwości wprowadzania do pamięci różnych charakterystyk sterowania, pozwala też na wykonywanie zróżnicowanych doświadczeń naukowych.

Podsumowując, obecna forma sterownika rokuje bardzo pozytywne prognozy na przyszłość związane z poznawaniem aspektów sterowania silników o zapłonie iskrowym przy dynamicznej możliwości zmiany poszczególnych parametrów regulacyjnych jednostki sterującej.

**LITERATURA**

- [1] Dziubiński M.: Badania elektronicznych urządzeń pojazdów samochodowych. Wydawnictwo Naukowe Gabriel Borowski, Lublin 2004.
- [2] Dziubiński M.: Elektroniczne układy pojazdów samochodowych. Wydawnictwo Naukowe Gabriel Borowski, Lublin 2003.
- [3] Herner A., Riehl H.: Elektrotechnika I elektronika w pojazdach samochodowych. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, 2009.
- [4] Praca zbiorowa: FSO Polonez 1,5/1,6 – 1,5i/1,6i – 1,9 D – Instrukcja obsługi. Auto-Graf Zakład Wydawniczo-Reprograficzny, Warszawa 1995.
- [5] Morawski E.: Polonez- Budowa, Naprawa, Eksploatacja. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 2000.
- [6] Kasedorf J.: Zasilanie wtryskowe benzyną. Wydawnictwo komunikacji i łączności, Warszawa 1989.
- [7] Kasedorf J., Woisetschlager E.: Układy wtryskowe benzyny. Wydawnictwo komunikacji i łączności, Warszawa 2000.
- [8] Wojtoń M. Ocena opóźnienia wtrysku paliwa w stosunku do sygnału sterującego wtryskiwaczy elektromagnetycznych silników ZI przy zastosowaniu różnych koncepcji sterowania. Praca dyplomowa, Politechnika Rzeszowska 2012.

**ADAPTATION OF MULTEC XM INJECTION SYSTEM FOR RESEARCH**

*Article summarizes the currently of used fuel injection systems for petrol engines, which are ranked by the standard of technical advancement in terms of time widespread use in vehicles, as well as requirements and classifications for the injectors installed in these systems. Also has been described the implementation of research concept motor controller for gasoline engine with multi-point fuel injection system.*