

# Zespół B-D Elektrotechniki

## Laboratorium Elektroniki i Elektrotechniki Samochodowej

Temat ćwiczenia:

### **Badanie sondy lambda i przepływomierza powietrza w systemie Motronic**

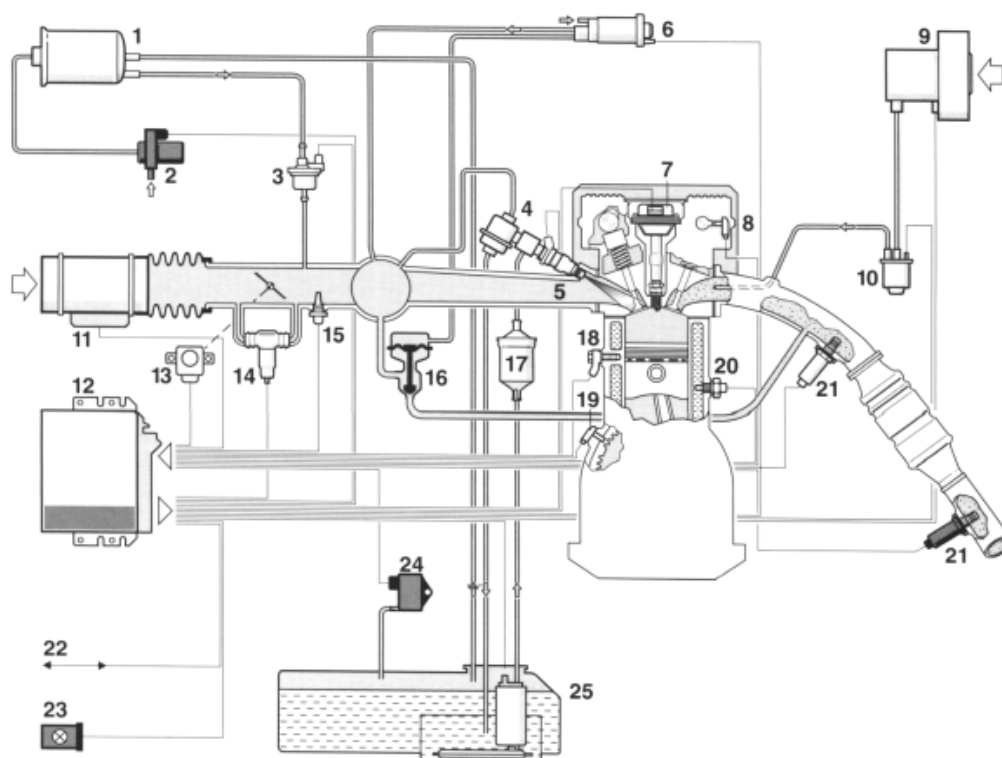
## 2. Instrukcja do ćwiczenia laboratoryjnego

### 2.1. Zapoznanie się z budową stanowiska laboratoryjnego oraz warunkami jego uruchamiania i ustawiania parametrów pracy

- a) zapoznać się z instrukcją budowy i użytkowania stanowiska laboratoryjnego MOTRONIC oraz warunkami jego uruchamiania i ustawiania parametrów pracy

### 2.2. Zidentyfikowanie na stanowisku laboratoryjnym MOTRONIC zasadniczych elementów tego systemu

- a) wykorzystując schemat funkcjonalny zintegrowanego systemu sterującego Motronic zidentyfikować elementy w układzie zasilania paliwa i je porównać z elementami występującymi na (Rys. 2.1),
- b) wykorzystując schemat przedstawiony na (Rys. 1.1) narysować schemat układu zasilania paliwem w systemie Motronic.



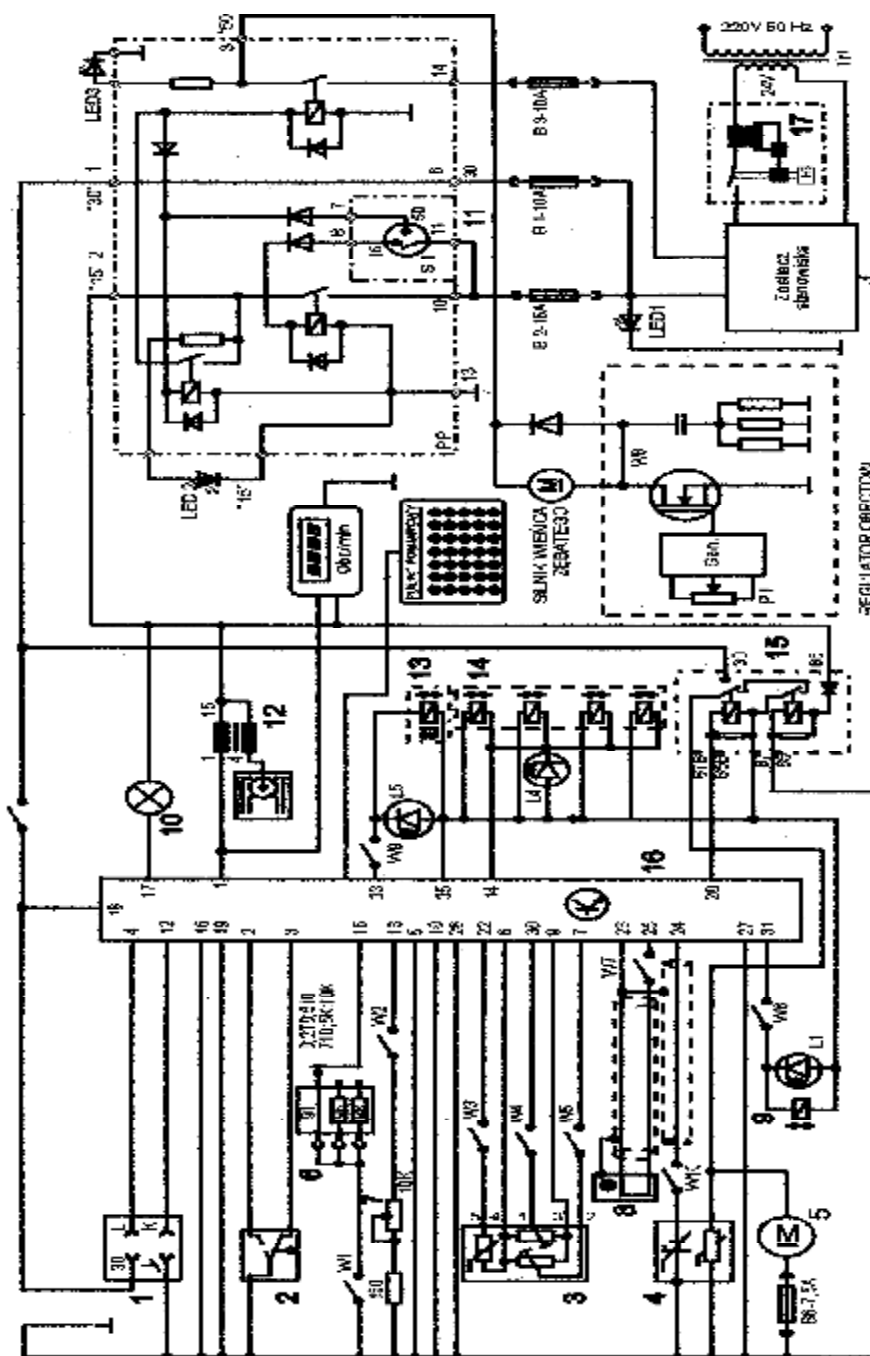
Rys. 2.1. Schemat funkcjonalny zintegrowanego systemu MOTRONIC

#### 2.6.2. Schemat stanowiska laboratoryjnego Motronic

Schemat ideowy połączeń elektrycznych stanowiska przedstawiono na (Rys. 2.6.). Oznaczenia podzespółów na schemacie ideowym są następujące:

1. Złącze diagnostyczne - linia transmisji danych K i L.
2. Przełącznik położenia przepustnicy.
3. Przepływomierz powietrza typu mechanicznego - potencjometryczny, wraz z czujnikiem temperatury zasysanego powietrza.
4. Sonda Lambda (w stanowisku zastąpił ją symulator sygnałów sondy Lambda) .
5. Silnik elektryczny pompy paliwa.
6. Zestaw rezystorów i przełącznik obrotowy zmian liczby oktanowej paliwa.
7. Potencjometr symulacji temperatury silnika.
8. Czujnik położenia wału korbowego silnika (wieńca zębatego).
9. Zawór regeneracji filtra z węglem aktywnym.

10. Kontrolka sprawności i samodiagnozy systemu MOTRONIC.
  11. Włącznik stacyjki.
  12. Cewka zapłonowa WN.
  13. Mechanizm biegu jałowego.
  14. Zespół wtryskiwaczy paliwa.
  15. Przekaznik pompy paliwa.
  16. Sterownik mikroprocesorowy systemu MOTRONIC.
  17. Włącznik bezpiecznik automatyczny 16A.
- oraz



Rys. 2.6. Schemat ideowy stanowiska „System zintegrowany typu MOTRONIC ML 4.1.

- W1** - przełącznik symulacji awarii w obwodzie rezystora oktanowego.  
**W2** - przełącznik symulacji awarii w obwodzie czujnika temperatury silnika.  
**W3** - przełącznik symulacji awarii czujnika temperatury zasysanego powietrza.  
**W4** - przełącznik symulacji awarii potencjometru poziomu CO.

- W5 - przełącznik symulacji awarii potencjometru ilości zasysanego powietrza.
- W6 - przełącznik symulacji awarii zaworu regeneracji filtra z węglem aktywnym.
- W7 - przełącznik symulacji awarii czujnika położenia wału korbowego silnika.

**W8 - przełącznik kasowania pamięci kodów usterek.**

- W9 - przełącznik symulacji awarii w obwodzie mechanizmu biegu jałowego.
- W10 - przełącznik symulacji awarii w obwodzie sondy lambda.
- L1 - kontrolka działania zaworu regeneracji filtra z węglem aktywnym.
- L4 - kontrolka impulsu wtrysku.
- LED1 - kontrolka napięcia w obwodzie zasilania – czerwona.
- LED2 - kontrolka napięcia w obwodzie „15” – żółta.
- LED3 - kontrolka napięcia w obwodzie „50” – zielona.
- L5 - kontrolka zasilania mechanizmu biegu jałowego.
- N - obrotomierz stanowiska.

### 3.9. Wykonanie ćwiczenia

Do wykonania ćwiczenia wykorzystano stanowisko laboratoryjne elektronicznego sterowania silnikiem benzynowym typu Motronic. Istniejące w tym urządzeniu potencjometry symulacji pracy sondy lambda – 9 (rys. 1.25) umożliwiają regulację częstotliwości zmian symulowanego napięcia sondy oraz zmianę współczynnika wypełnienia impulsu  $k$ , tj. stosunku czasu trwania impulsu do okresu tego impulsu, a więc stosunek czasu trwania stanu mieszanki bogatej do okresu czasu pracy sondy lambda. Przykład typowej sondy lambda – 11 dla tego systemu zamontowano na tablicy stanowiska. Przykładowe przebiegi z sondy lambda przedstawiono na rysunkach.

Należy wyznaczyć następujące charakterystyki:

- współczynnika  $k$  sondy lambda w funkcji obciążenia silnika  $k = f(\alpha_0)$ ,
- współczynnika  $k$  w funkcji prędkości obrotowej wału korbowego  $k = f(n_s)$ ,
- współczynnika  $k$  w funkcji temperatury silnika  $k = f(T_s)$ .

$$k = \frac{t_{i1}}{T} \quad (3.4)$$

gdzie:  $k$  – współczynnik wypełnienia impulsów sondy lambda,  $t_{i1}$  – czas trwania stanu mieszanki bogatej [ms],  $T$  – okres [ms].

Okres  $T$  jest określony wzorem

$$T = t_{i1} + t_{i2} \quad (3.5)$$

gdzie:  $T$  – okres czasu pracy sondy lambda,  $t_{i1}$  – czas trwania stanu mieszanki bogatej [ms],  $t_{i2}$  – czas trwania stanu mieszanki ubogiej [ms].

#### 3.9.1. Badanie układu regulacji z sondą lambda

3.9.1.1. Wyznaczenie charakterystyki współczynnika wypełnienia impulsów sondy lambda w funkcji obciążenia silnika  $k = f(\alpha_0)$

Przygotować oscyloskop UTD 2082C do pracy wg. czynności zaprezentowanych w pkt. 2.4.2.

Badanie należy przeprowadzić dla następujących parametrów silnika:

- uchylenie przepustnicy  $\alpha_p = 0 \div 45^\circ$ ,
- temperatura silnika  $T_s = 90^\circ\text{C}$ ,
- $\alpha_Q$  – uchylenie przesłony spiętrzającej przepływomierza (badana),
- $n_s$  – prędkość obrotowa silnika (badana).

Wykonać 10 pomiarów wielkości mierzonych i wyniki wpisać do tabeli 3.1.

**Tabela 3.1.** Wyniki pomiarów w układzie regulacji z sondą lambda

$\alpha_Q$ [stop]	$n_s = \dots\dots$ obr/min		$n_s = \dots\dots$ obr/min		$n_s = \dots\dots$ obr/min	
	T [ms]	k	T [ms]	k	T [ms]	k
0						
90						

3.9.1.2. Wyznaczenie charakterystyki współczynnika wypełnienia impulsów sondy lambda w funkcji prędkości obrotowej silnika  $k = f(n_s)$

Badanie należy przeprowadzić dla następujących parametrów silnika:

- uchylenie przepustnicy  $\alpha_p = 0 \div 45^\circ$ ,
- temperatura silnika  $T_s = 90^\circ\text{C}$ ,
- $\alpha_Q$  – uchylenie przesłony spiętrzającej przepływomierza (badana),
- $n_s$  – prędkość obrotowa silnika (badana).

Wykonać 10 pomiarów wielkości mierzonych i wyniki wpisać do tabeli 3.2.

**Tabela 3.2.** Wyniki pomiarów w układzie regulacji z sondą lambda

$n_s$ [obr/min]	$\alpha_Q = \dots\dots^\circ$		$\alpha_Q = \dots\dots^\circ$		$\alpha_Q = \dots\dots^\circ$		$\alpha_Q = \dots\dots^\circ$	
	T [ms]	k	T [ms]	k	T [ms]	k	T [ms]	k
$n_{s \text{ min}} = \dots$								
$n_{s \text{ max}} = \dots$								

3.9.1.3. Wyznaczenie charakterystyki współczynnika wypełnienia impulsów sondy lambda w funkcji temperatury silnika  $t_w = f(T_s)$

Badanie należy przeprowadzić dla następujących parametrów silnika:

- uchylenie przepustnicy  $\alpha_p$  (badana),
- temperatura silnika  $T_s$  (badana),
- uchylenie przesłony spiętrzającej przepływomierza  $\alpha_Q = 0^\circ$ ,
- prędkość obrotowa silnika  $n_s = 1000$  obr/min.

Wykonać 10 pomiarów wielkości mierzonych i wyniki wpisać do tabeli 3.3.

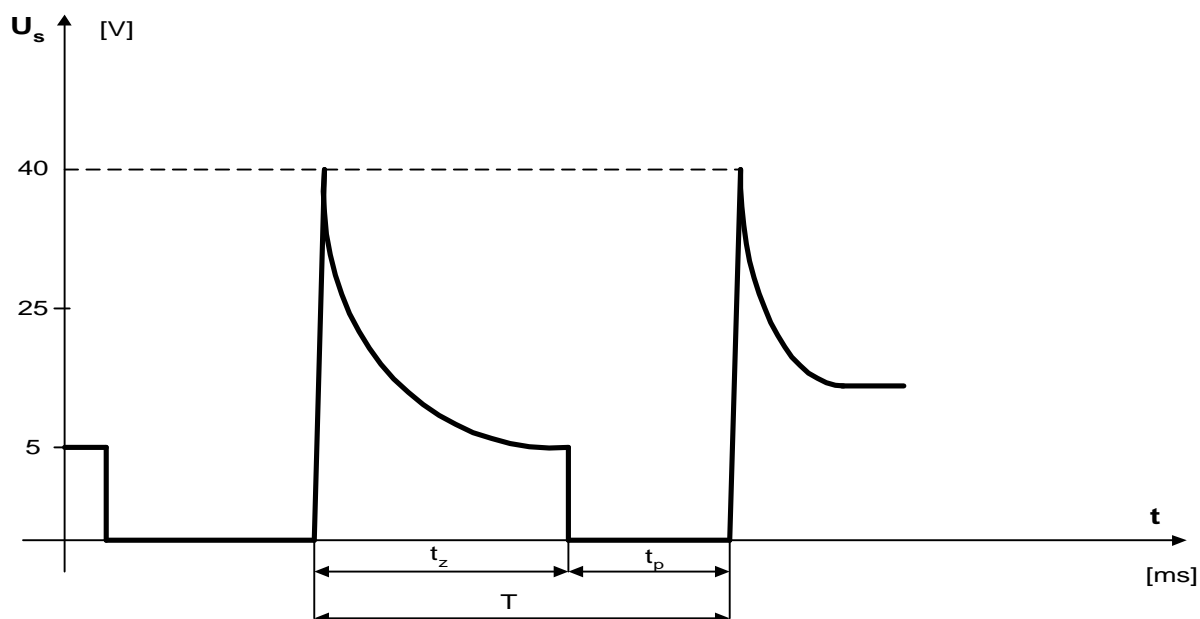
**Tabela 3.3.** Wyniki pomiarów w układzie regulacji z sondą lambda

$T_s$ [ $^\circ\text{C}$ ]	$\alpha_p = \dots^\circ$		$\alpha_p = 0 \div 45^\circ$		$\alpha_p = 45^\circ \div 90^\circ$	
	T [ms]	k	T [ms]	k	T [ms]	k
$T_{s \text{ min}} = \dots\dots$						
$T_{s \text{ max}} = \dots\dots$						

### 3.9.2. Badanie układu wtryskowego w systemie Motronic przy użyciu oscyloskopu

3.9.2.1. Sprawdzenie stanu technicznego wtryskiwaczy w układzie paliwowym wymaga wykonania następujących czynności:

- wykorzystując schemat funkcjonalny zintegrowanego systemu sterującego Motronic zidentyfikować wtryskiwacz paliwa (rys. 1.26),
- narysować schemat układu pomiarowego w układzie zapłonowym z czujnikiem indukcyjnym położenia wału korbowego,
- zgodnie z instrukcją użytkownika stanowiska laboratoryjnego przygotować MOTRONIC do pracy (*wykonuje tylko prowadzący ćwiczenie*),
- przygotować oscyloskop UTD 2082C do pracy wg. Czynności zaprezentowanych w pkt. 2.4.2,
- zapisać mierzony przebieg do swojego pliku,
- po zakończeniu ćwiczenia zgrać swój plik do pamięci,
- wykorzystując uzyskane wyniki pomiarowe obliczyć parametry przebiegu przedstawionego na rys. 3.39 i wpisać je do tabeli 3.4,



**Rys. 3.39.** Parametry napięcia w uzwojeniu cewki wtryskiwacza paliwa, gdzie:  $t_z$  [ $\mu$ s] – odcinek czasu przejściowy,  $t_p$  [ms] – odcinek czasu zwarcia – trwania impulsu sterującego (czas wtrysku paliwa we wtryskiwaczu),  $T$  [ms] – okres czasu impulsów sterujących,  $U_s$  [V] – amplituda napięcie sterującego wtryskiwaczem

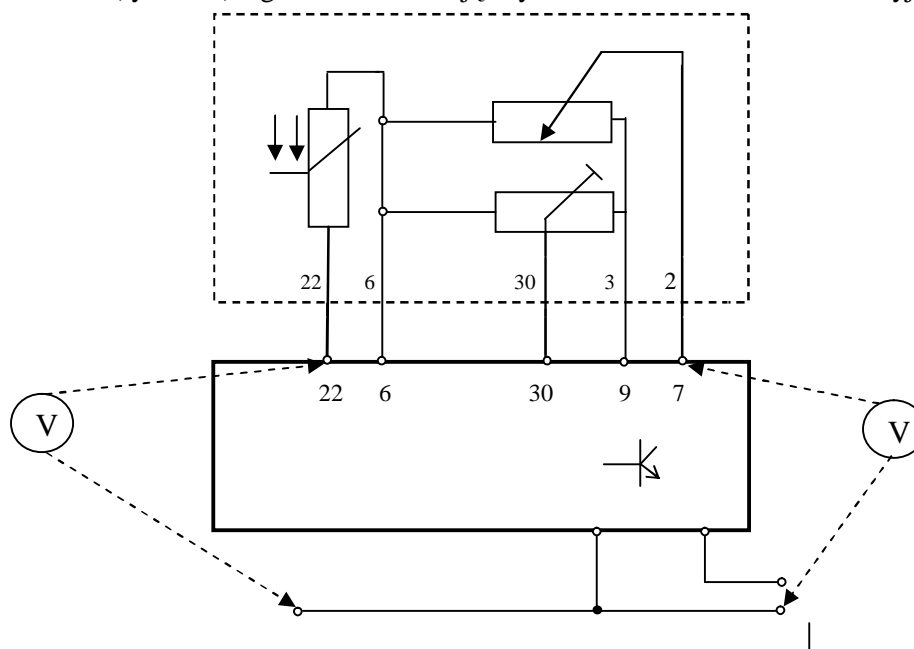
**Tabela 3.4.** Parametry przebiegu zasilającego wtryskiwacz paliwa

Prędkość obrotowa [obr/min]	Parametry przebiegu					
	$t_z$ [ms]	$t_p$ [ms]	$T$ [ms]	$U_s$ [V]	$U_r$ [ms]	$K$
$n_{min} = \dots$						
.						
$n_{max} = \dots$						

- h) wykreślić charakterystyki  $k$ ,  $U_s = f(n)$ ,
- i) przedstawić wnioski.

### 3.9.3. Badanie przepływomierza powietrza

Wykorzystując schemat funkcjonalny zintegrowanego systemu sterującego Motronic zidentyfikować przepływomierz powietrza (rys. 1.26). zgodnie z instrukcją użytkownika stanowiska laboratoryjnego należy:



**Rys. 3.40.** Schemat pomiarowy sygnału napięcia potencjometru przepływomierza powietrza w funkcji wychylenia kłapy przepływomierza



- zgodnie z instrukcją użytkownika diagnostyki przygotować urządzenie do pracy,
- uruchomić program komputerowy Opelscaner,
- w przypadku wybrania trybu pracy diagnostyki Opelscaner „Graphs”,
- ustawić dla czterech kanałów graficznych rodzaj mierzonych sygnałów, oddzielnie dla każdego kanału,
- rodzaj mierzonych parametrów pracy silnika i sygnałów w trybie graficznym zamieszczono w tablicy 2.2.

Należy wyznaczyć następujące charakterystyki:

- współczynnika  $k$  wtryskiwanego paliwa w funkcji obciążenia silnika  $t_w = f(\alpha_0)$ ,
- współczynnika  $k$  wtryskiwanego paliwa w funkcji prędkości obrotowej wału korbowego  $t_w = f(n_s)$ ,
- współczynnika  $k$  wtryskiwanego paliwa w funkcji temperatury silnika  $t_w = f(T_s)$

$$k = \frac{t_w}{T_w} \quad (3.6)$$

gdzie:  $T_w$  – okres [ms],  $t_w$  – czas otwarcia wtryskiwaczy [ms].

Okres  $T_w$  jest określony na podstawie prędkości obrotowej. Na jeden obrót wału korbowego przypadają dwa impulsy wtryskowe, więc czas trwania całego okresu będzie opisany wzorem:

$$f_w = \frac{n_s}{60} \cdot 2 \quad (3.7)$$

gdzie:  $f_w$  – częstotliwość wtryskiwania paliwa,  $n_s$  – prędkość obrotowa wału korbowego obr/min.

Stąd okres można wyznaczyć ze wzoru:

$$T_w = \frac{1}{f_w} \quad (3.8)$$

3.9.4.1. Wyznaczenie "mapy roboczej wtrysku" – charakterystyki czasu wtryskiwanego paliwa w funkcji obciążenia silnika  $t_w = f(\alpha_Q, n_s)$

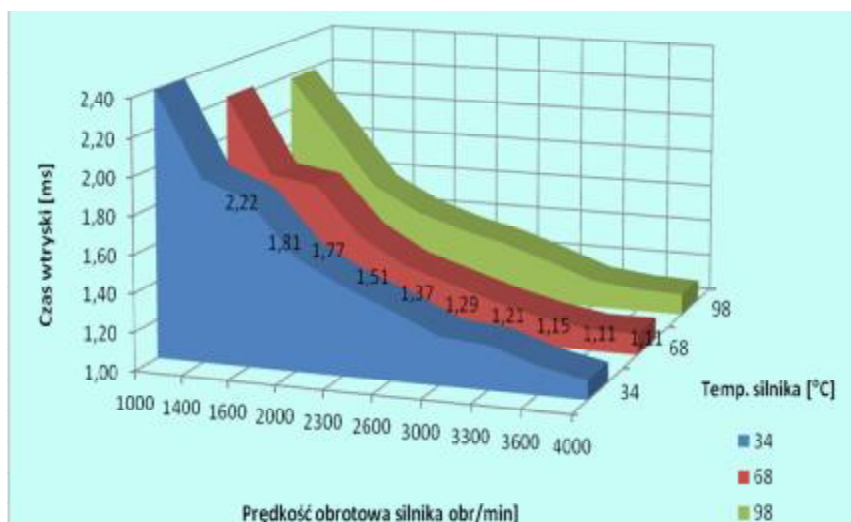
Badanie "mapy roboczej" (rys. 3.43 i 3.44) należy przeprowadzić dla następujących parametrów silnika:

- uchylenie przepustnicy  $\alpha_p = (0 \div 45)^\circ$ ,
- temperatura silnika  $T_s = 90^\circ\text{C}$ ,
- $\alpha_Q$  – uchylenie przesłony spiętrzającej przepływomierza (w pełnym zakresie zmiany),
- $n_s$  – prędkość obrotowa silnika (badana),
- wyniki wpisać do tabeli 3.6.

**Tabela 3.6.** Czas wtryskiwanego paliwa w funkcji obciążenia silnika  $t_w = f(\alpha_Q, n_s)$

Obroty silnika	$\alpha_Q = \dots\dots$		$\alpha_Q = \dots\dots$		$\alpha_Q = \dots\dots$	
	$t_w$ [ms]	$k$	$t_w$ [ms]	$k$	$t_w$ [ms]	$k$
$n_{s \text{ min}} = \dots$						
.						
$n_{s \text{ max}} = \dots$						





**Rys. 3.43.** Wykres "mapa robocza" – charakterystyka czasu wtrysku  $t_i$  w funkcji obciążenia silnika dla różnych wartości temperatury silnika

### 3.9.4.2. Wyznaczenie "mapy roboczej wtrysku" – charakterystyki czasu wtryskiwanego paliwa w funkcji prędkości obrotowej silnika

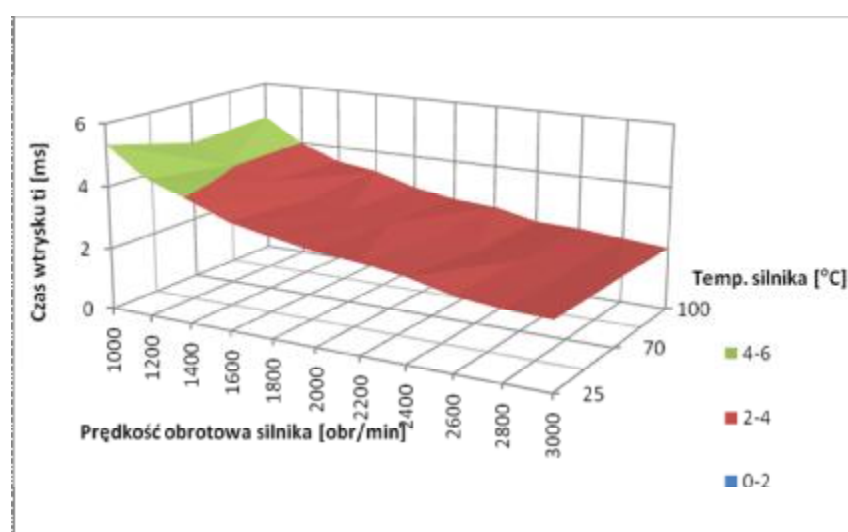
$$t_w = f(n_s, \alpha_Q)$$

Badanie należy przeprowadzić dla następujących parametrów silnika:

- uchylenie przepustnicy  $\alpha_p = (0 \div 45)^\circ$ ,
- temperatura silnika  $T_s = 90^\circ\text{C}$ ,
- $\alpha_Q$  – uchylenie przesłony spiętrzającej przepływomierza (wielkość zmienna z przedziału badana),
- $n_s$  – prędkość obrotowa silnika (badana),
- wyniki wpisać do tabeli 3.7.

**Tabela 3.7.** Czas wtryskiwanego paliwa w funkcji prędkości obrotowej silnika  $t_w = f(n_s, \alpha_Q)$

Obroty silnika [obr/min]	$\alpha_Q = 0^\circ$	$\alpha_Q = 30^\circ$	$\alpha_Q = 60^\circ$	$\alpha_Q = 90^\circ$
	$t_w$ [ms]	$t_w$ [ms]	$t_w$ [ms]	$t_w$ [ms]
$n_{s \text{ min}} = \dots$				
.				
$n_{s \text{ max}} = \dots$				



**Rys. 3.44.** Wykres "mapa robocza" – charakterystyka czasu wtrysku  $t_i$  w funkcji obciążenia silnika dla różnych wartości temperatury silnika

### 3.9.4.3. Wyznaczenie charakterystyki czasu wtryskiwanego paliwa w funkcji temperatury silnika $t_w = f(T_s, n_s)$

Badanie należy przeprowadzić dla następujących parametrów silnika:

- uchylenie przepustnicy  $\alpha_p$  (wielkość zmienna z przedziału badana),
- temperatura silnika  $T_s$  (wielkość zmienna z przedziału badana),
- uchylenie przesłony spiętrzającej przepływomierza  $\alpha_Q = \dots^\circ$ ,
- prędkość obrotowa silnika  $n_s = \dots$  obr/min,
- wyniki wpisać do tabeli 3.8.

**Tabela 3.8.** Czas wtryskiwanego paliwa w funkcji temperatury silnika  $t_w = f(n_s, T_s)$ 

Obroty silnika	$\alpha_p = 0^\circ$	$\alpha_p = (0 \div 45)^\circ$	$\alpha_p = (45 \div 90)^\circ$
	$t_w$ [ms]	$t_w$ [ms]	$t_w$ [ms]
$n_{s \min} = \dots$			
.			
$n_{s \max} = \dots$			

### 3.10. Opracowanie wyników pomiarów i wnioski

1. Zamieścić schemat blokowy stanowiska pomiarowego.
2. Podać wyniki pomiarów w tabelach oraz zamieścić opis stosowanych przyrządów.
3. Wykreślić charakterystyki współczynnika wtrysku paliwa w funkcji temperatury silnika  $t_w = f(T_s)$  dla zadanego uchylenia kłapy spiętrzającej przepływomierza  $\alpha_Q$ , uchylenia przepustnicy  $\alpha_p$  i prędkości obrotowej silnika  $n_s$ . Wyniki zamieścić na wspólnym wykresie.
4. Wyznaczyć charakterystykę współczynnika wtrysku paliwa w funkcji obciążenia silnika  $t_w = f(\alpha_Q)$  dla ustalonych: temperatury silnika  $T_s$ , uchylenia przepustnicy  $\alpha_p$  i prędkości obrotowej silnika  $n_s$ . Wyniki zamieścić na wspólnym wykresie.
5. Wykreślić "mapę roboczą" – charakterystykę czasu wtrysku w funkcji prędkości obrotowej wału korbowego  $t_w = f(n_s, \alpha_Q)$ , dla zadanego uchylenia kłapy spiętrzającej przepływomierza  $\alpha_Q$ , uchylenia przepustnicy  $\alpha_p$ , i temperatury silnika  $T_s$ . Wyniki zamieścić na wspólnym wykresie.
6. Wykreślić "mapę roboczą" czasu wtrysku paliwa w funkcji temperatury silnika i prędkości obrotowej  $t_w = f(T_s, n)$  dla zadanego uchylenia kłapy spiętrzającej przepływomierza  $\alpha_Q$ , uchylenia przepustnicy  $\alpha_p$ . Wyniki zamieścić na wspólnym wykresie.
  - a. Podać przykłady obliczeń współczynnika k.
  - b. Określić zakres największego wpływu sygnałów  $\alpha_Q$ ,  $n_s$ ,  $T_s$  na dawkę wtryskiwanego paliwa.
  - c. Badania z pkt. A. przeprowadzić jednej z trzech wybranych zakresów prędkości obrotowych silnika: I – biegu jałowego, II – średnich obrotów, III – wysokich obrotów.
  - d. Wyniki ćwiczenia zgrać z ekranu do swojego pliku.
7. Wydruki uzyskanych badań dołączyć do sprawozdania.
8. Opracować wnioski dotyczące analizy uzyskanych wyników pomiarów i wykreślonych charakterystyk.

### 3.11. Pytania kontrolne

1. Sposoby realizowania wtrysku paliwa.
2. Budowa elektronicznego układu wtrysku paliwa typu Motronic.
3. Rodzaje układów wtryskowych.
4. Kierunki rozwoju układów wtryskowych paliwa.
5. Wymienić układy wchodzące w skład jednostki sterującej w układzie Jetronic.
6. Wymienić podstawowe elementy układu wtryskowego.
7. Porównać układ LE-Jetronic z układem Motronic.
8. Narysować i omówić czujniki stosowane w układach wtrysku paliwa w systemach Motronic.
9. Omówić działanie przepływomierzy powietrza z kłapą spiętrzającą i z gorącym drutem.
10. Porównać przepływomierz z gorącym drutem z przepływomierzem z kłapą spiętrzającą.
11. Podać zasadę działania czujnika temperatury powietrza i czujnika temperatury silnika.
12. Wyjaśnić zasadę działania regulatora ciśnienia w układzie wtryskowym.

13. Wyjaśnić zasadę działania regulatora prędkości obrotowej biegu jałowego.
14. Wymienić elementy, które mają największe znaczenie przy pracy na biegu jałowym, częściowym obciążeniu i pełnym obciążeniu?
15. Omówić metodę kodu błyskowego stosowanego w diagnostyce układów wtryskowych.
16. Opisać sposoby realizowania wtrysku paliwa.
17. Omówić budowę elektronicznego układu wtrysku paliwa typu Motronic.
18. Wymienić rodzaje układów wtryskowych.
19. Opisać kierunki rozwoju układów wtryskowych paliwa.
20. Wymienić układy wchodzące w skład jednostki sterującej w układzie LE-Jetronic.