

Opis ćwiczeń

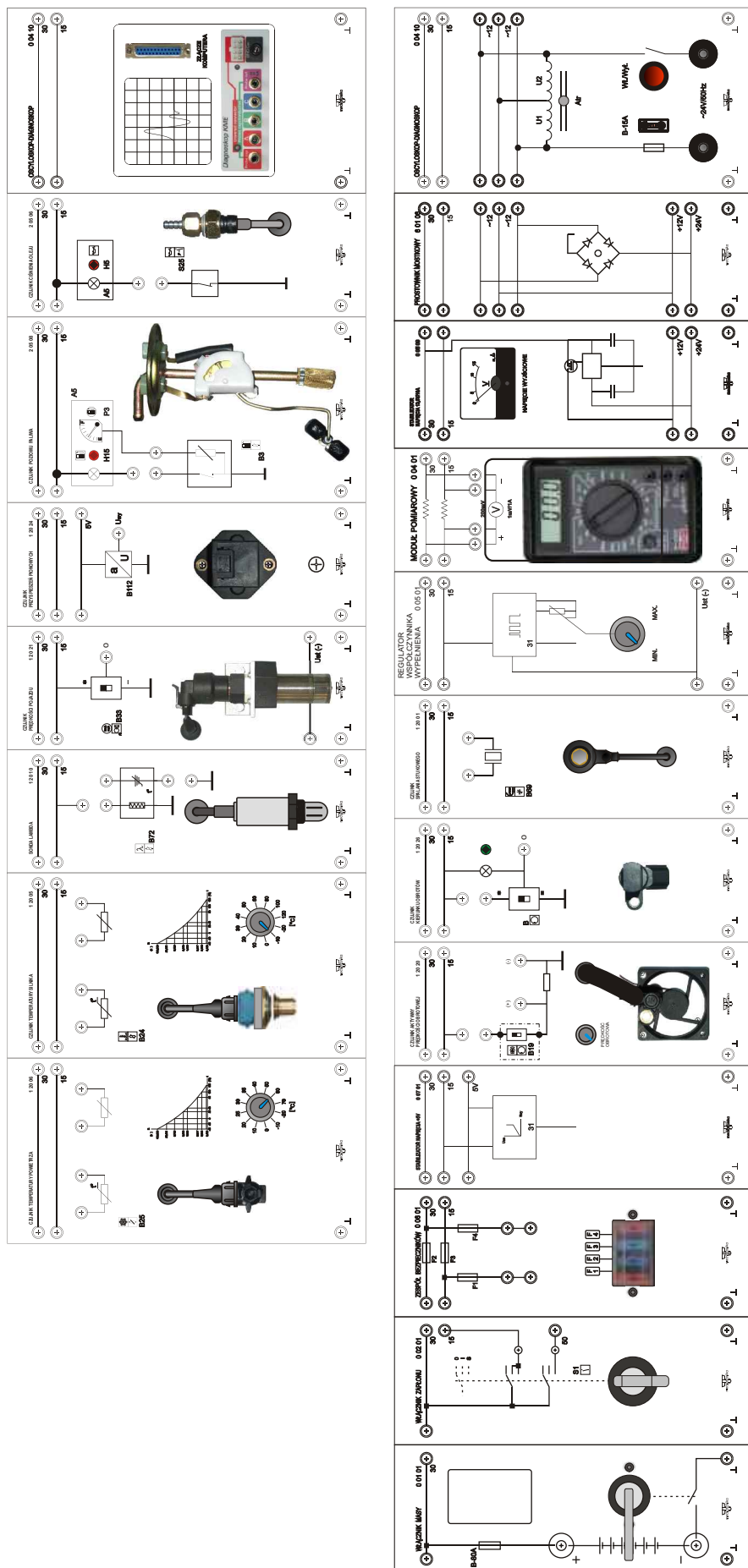
Sensoryka

I. Zestawienie paneli wchodzących w skład ćwiczenia

Wyposażenie podstawowe

lp.	Nazwa panelu	Kod	il. szt.	Uwagi
1	Włącznik masy	0 01 01	1	
2	Włącznik zapłonu	0 02 01	1	
3	Moduł pomiarowy	0 04 01	1	
4	Diodowy wskaźnik napięcia	0 04 05	1	
5	Oscyloskop- diagnoskop KME	0 04 10	1	
6	Zasilacz stabilizowany 13,6V 10A	0 05 09	1	układ zasilania stołu
7	Zespół bezpieczników	0 06 01	1	
8	Stabilizator napięcia 5 V	0 07 01	1	
9	Czujnik spalania stukowego	1 20 01	1	
10	Czujnik temperatury silnika	1 20 05	1	
11	Czujnik temperatury powietrza	1 20 06	1	
12	Sonda Lambda	1 20 10	1	
13	Czujnik aktywny prędkości obrotowej	1 20 20	1	
14	Czujnik prędkości pojazdu	1 20 21	1	
15	Czujnik przyspieszeń	1 20 24	1	
16	Czujnik kierunku obrotów	1 20 26	1	
17	Czujnik ciśnienia oleju	2 05 06	1	
18	Czujnik poziomu paliwa	2 05 08	1	
19	Transformator bezpieczeństwa 220V/24V	6 01 00	1	układ zasilania stołu
20	Autotransformator sieciowy 24V/2x12V	6 01 01	1	układ zasilania stołu
21	Prostownik mostkowy 14/28V	6 01 06	1	układ zasilania stołu

II. Rozmieszczenie paneli na stoleżu



III. Sposób połączenia układu

Połączenie paneli:

Zestaw należy połączyć w następującej kolejności:

- 1- podłączyć przewodem (nr. 0 00 51) zaciski akumulatora do zacisków "+", "-" panelu włącznika masy (0 01 01) z **zachowaniem odpowiedniej biegunowości**,



Przed przystąpieniem do wykonania ćwiczenia należy pamiętać, aby włącznik **włącznika masy (0 01 01)** i **autotransformatora (6 01 02)** znajdował się w pozycji **wyłączonej**.

- 2- połączyć łącznikami (0 00 53 lub 0 00 54) obwody zasilające "30", "15", "31",
- 3- połączyć łącznikami (0 00 53 lub 0 00 54) i przewodami (0 00 56 lub 0 00 57) pozostałe obwody zgodnie z dołączonym schematem, pkt IV,
- 4- włączyć włącznik masy, a następnie włącznik zapłonu,

Uruchomienie programu Oscyloskop

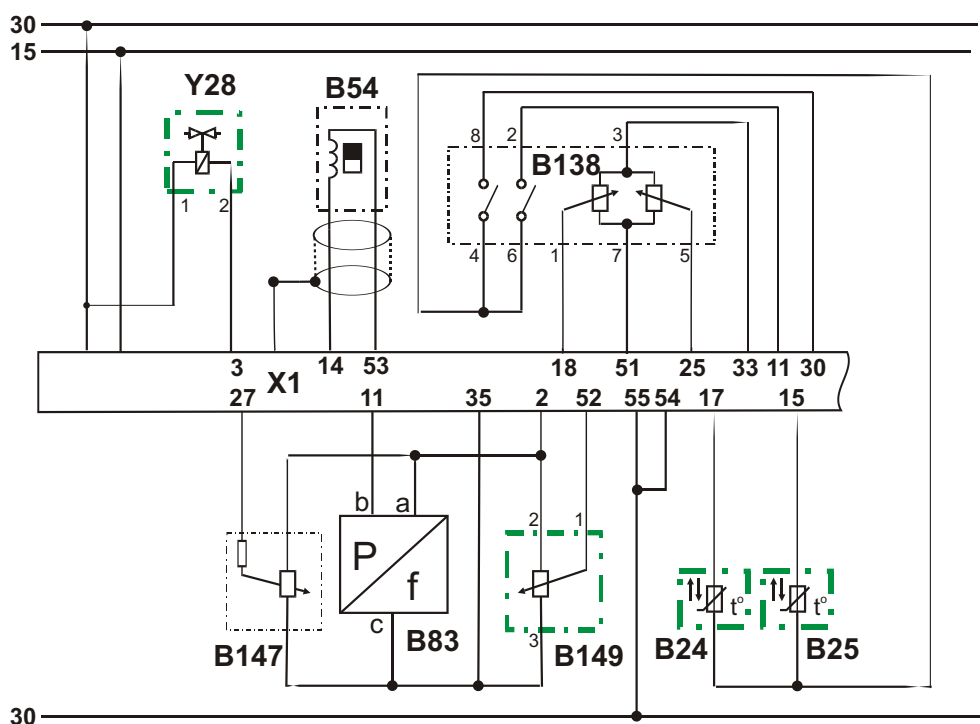
- podłączyć złącze drukarkowe Oscyloskopu-Diagnoskopu KME do komputera za pomocą przewodu RS -232 (nr. 00073),
- masa oscyloskopu połączona jest na stałe do gniazda masy panelu, dlatego nie ma potrzeby podłączania jej oddzielnym przewodem.
- uruchomić program, który po wykryciu i kalibracji oscyloskopu wyświetli okno pomiarowe.



Aby komputer wykrył panel oscyloskopu, należy uprzednio załączyć zasilanie stołu.

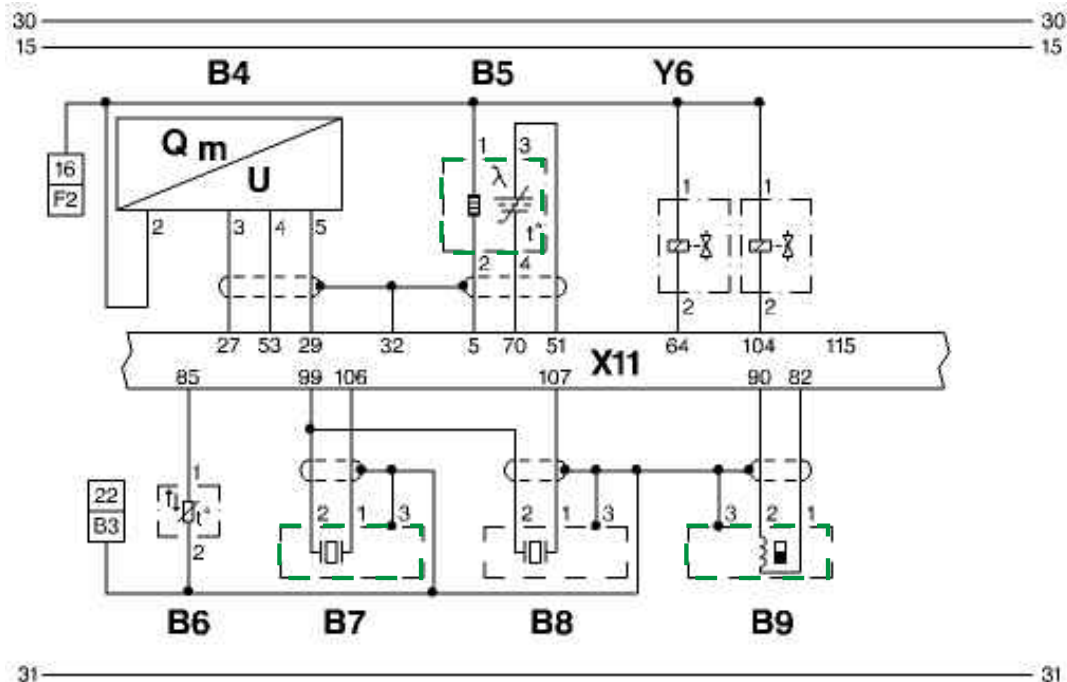
Szczegóły dotyczące konfiguracji, sposobu obsługi oscyloskopu zawarte są w dołączonej instrukcji "Instrukcja obsługi Oscyloskop-Diagnoskop KME".

IV. Fragment schematu połączeń i oznaczenia podzespołów



Fragment schematu układu zapłonowego w samochodzie Ford Transit 2,5D Turbo

- | | |
|--|--|
| B24 - czujnik temperatury silnika | B147 - potencjometr przepustnicy |
| B25 - czujnik temperatury powietrza | B149 - zawór recyrkulacji spalin EGR z potencjometrem |
| B54 - czujnik położenia wału korbowego | X1 - złącze diagnostyczne |
| B83 - czujnik podciśnienia w kolektorze dolotowym | Y28 - elektrozawór modulacji podciśnienia EGR |
| B138 - czujnik położenia pedału przyspieszania | |



Fragment schematu układu zapłonowego w samochodzie Audi A4 1.8T

- | |
|--|
| B4 - masowy przepływomierz powietrza |
| B5 - ogrzewana sonda lambda |
| B6 - czujnik temperatury silnika |
| B7 - czujnik spalania stukowego 1 |
| B7 - czujnik spalania stukowego 2 |
| B9 - czujnik prędkości silnika |
| Y6 - zawór regeneracji filtra z węglem aktywnym |

V. Sprawozdanie

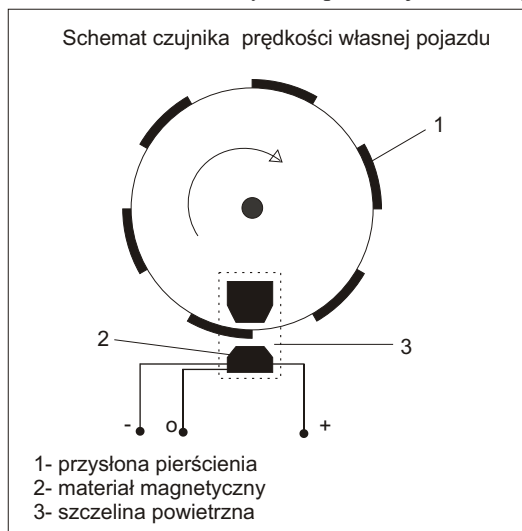
1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zbadanie podstawowych parametrów czujników występujących w systemach samochodowych. Ocena przebiegów napięciowych za pomocą oscyloskopu, oraz wykonanie pomiarów napięć i rezystancji za pomocą miernika uniwersalnego.

2. Teoria

Czujnik prędkości własnej pojazdu -

Działanie czujnika oparte jest na zjawisku Halla. Na wirniku czujnika prędkości umieszczony jest zespół magnesów trwałych. Czujnik Halla i układ elektroniczny znajduje się w stojanie. Czujnik jest tak wyregulowany, że jeden impuls odpowiada przejechaniu jednego metra drogi. Częstotliwość tych impulsów jest zatem proporcjonalna do prędkości liniowej samochodu. W oparciu o częstotliwość impulsów, sterownik określa prędkość własną pojazdu. Czujnik może być montowany np: na wyjściu mechanizmu różnicowego. Jeden obrót wirnika. Częstotliwość tych impulsów jest zatem proporcjonalna do prędkości liniowej.

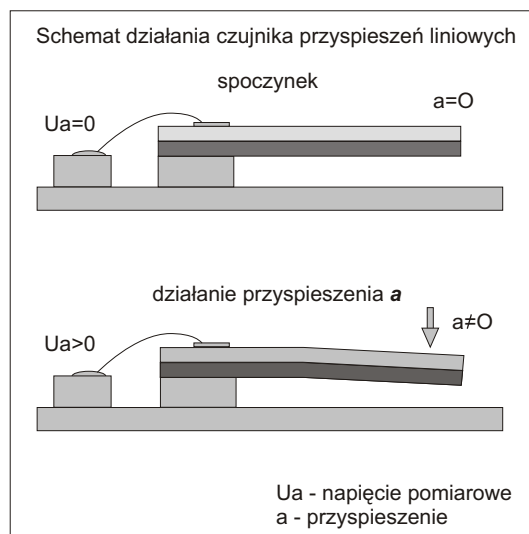
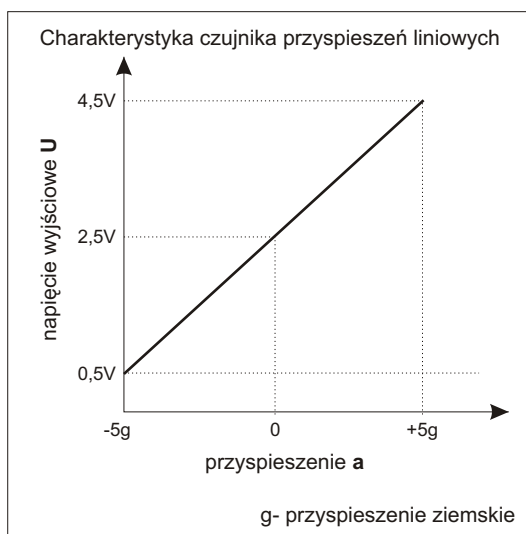


Czujnik przyspieszeń liniowych -

Stosowany jest m.in. w układach napinaczy pasów, poduszek gazowych jako element wyzwalający.

We wspólnej hermetycznej obudowie umieszczony jest bimorficzny element zginany, element pomiarowy z modułem wzmacniacza sygnału.

Elementem czujnika przyspieszenia mającym wpływ na oddziaływanie przyspieszenia jest bimorficzny element zginany. Składa się z dwu sklejonych, przeciwnie spolaryzowanych warstw piezoelektrycznych. Wpływ przyspieszenia powoduje wygięcie belki tak, że jedna warstwa jest rozciągana a druga ściskana. W wyniku wygięcia belki powstałe napięcie poprzez elektrody trafia do elementu pomiarowego. Układ hybrydowy, składający się z przetwornika impedancji, filtru i wzmacniacza sygnału przetwarza i wzmacnia sygnał, zapewniając pożądaną czułość i zakres częstotliwości.



Czujnik temperatury silnika -

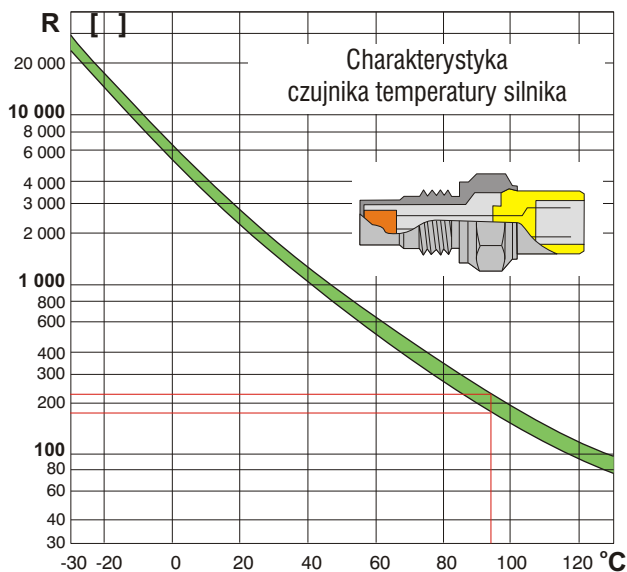
Czujnik temperatury płynu chłodzącego jest dwuprzewodowym termistorem, który mierzy temperaturę płynu chłodzącego. Czujnik temperatury płynu chłodzącego jest zanurzony w płynie chłodzącym i ma zwykle ujemny współczynnik temperaturowy. Gdy silnik jest zimny rezystancja termistora jest duża. Po uruchomieniu silnik zaczyna się nagrzewać i płyn chłodzący staje się coraz cieplejszy, co powoduje zmianę rezystancji czujnika temperatury płynu chłodzącego. Wraz ze wzrostem temperatury rezystancja czujnika maleje (ujemny współczynnik temperaturowy NTC) i odpowiednio do zmian temperatury płynu chłodzącego zmienia się sygnał napięciowy przekazywany do urządzenia sterującego.

Czujnik zasilany jest napięciem 5 V. Urządzenie sterujące wykorzystuje sygnał z czujnika temperatury płynu chłodzącego jako główny współczynnik korygujący punkt zapłonu i czas trwania wtrysku.

Czujnik temperatury powietrza -

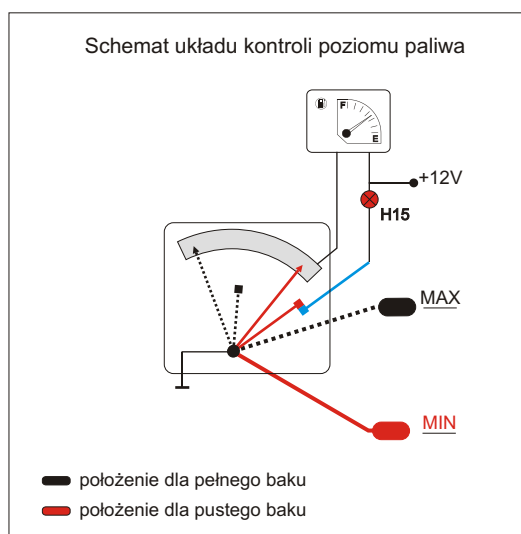
Czujnik temperatury powietrza jest dwuprzewodowym termistorem o ujemnym współczynniku temperaturowym NTC (tzn. wraz ze wzrostem temperatury maleje rezystancja i napięcie na zaciskach czujnika), który mierzy temperaturę powietrza w kolektorze dolotowym. Ponieważ gęstość powietrza zmienia się odwrotnie proporcjonalnie do temperatury, to sygnał z czujnika temperatury powietrza pozwala dokładniej ocenić objętość powietrza pobieranego przez silnik.

Czujnik jest zasilany napięciem 5 V. Napięcie wyjściowe z czujnika jest przesyłane do urządzenia sterującego i zależy od temperatury powietrza.



Czujnik poziomu paliwa -

Zmiana poziomu paliwa z zbiorniku, proporcjonalnie wpływa na położenie pływak. Pływak na stałe połączony jest z ramieniem czujnika rezystancyjnego. Stąd też każda zmiana położenia pływaka powoduje zmianę rezystancji czujnika. Gdy zbiornik paliwa jest pusty pływak znajduje się w dolnym położeniu - rezystancja na czujniku jest wtedy najmniejsza. Gdy zbiornik paliwa jest pełny pływak znajduje się w górnym położeniu - rezystancja na czujniku jest wtedy największa. Czujnik poziomu paliwa dodatkowo wyposażony jest w styki, które zwierają się, gdy poziom paliwa obniży się do umownego stanu "REZERWY". Zapala się wtedy lampka kontrolna "REZERWY".

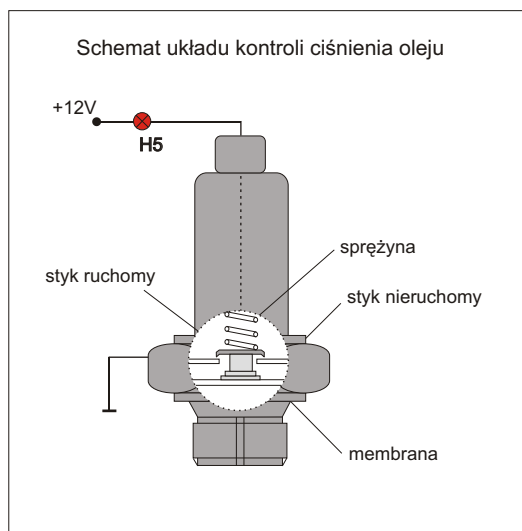


Czujnik ciśnienia oleju -

Sygnal czujnika stosowany jest do oceny, czy ciśnienie oleju w silniku jest niskie czy wysokie. Sygnal wykorzystywany jest m.in. do sterowania układu regulacji prędkości obrotowej biegu jałowego.

Czujnik ciśnienia oleju typu oporowego działa na zasadzie sprężystego odkształcania membrany pod wpływem ciśnienia.

Przy prawidłowym ciśnieniu oleju, membrana unosi się do góry, styki rozwierają się, lampka kontrolna nie świeci się. W chwili obniżenia się ciśnienia oleju poniżej wartości dopuszczalnej, membrana opada, styki zwierają się, lampka kontrolna zapala się.



Czujnik spalania stukowego-

Głównymi źródłami powstawania spalania stukowego oprócz paliwa o zbyt niskiej liczbie oktanowej są:
za wczesny zapłon,
uboga mieszanka,
wysoki stopień sprężenia,
maksymalne obciążenia,
nagłe przyspieszenia.

Wszystkie te czynniki są jednak niezbędne do uzyskiwania przez nowoczesne silniki coraz to większych mocy i będąc bardziej oszczędniejsze i nie zanieczyszczając przy tym atmosfery. Należy jeszcze dodać, że współczynnik sprawności silnika osiąga swoje maksimum na krótko przed wystąpieniem zjawiska spalania stukowego.

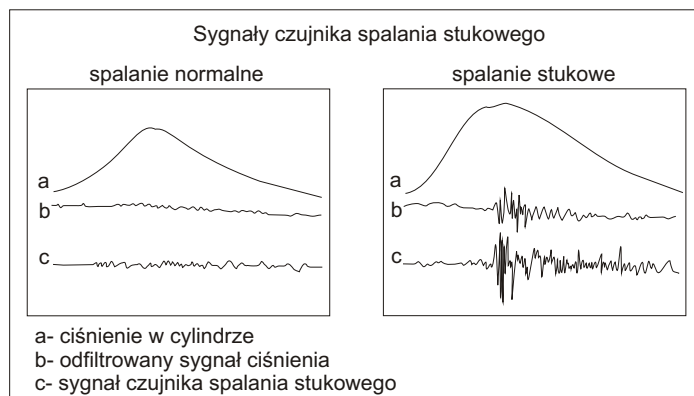
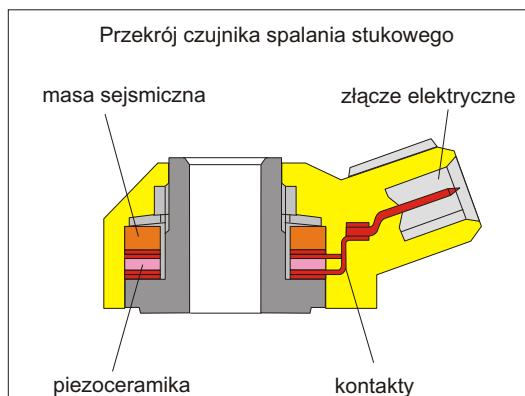
Głównym elementem tego układu jest sensor dźwięku (mikrofon) umieszczony na zewnętrznej części silnika. Przenosi on fale wytworzone przez obudowę silnika lub głowicy do układu sterującego. Gdy sensor wyczuje pojawienie się odgłosu spalania stukowego, natychmiast wysyła sygnał do elektronicznego układu sterowania.

Piezoelektryczne przetworniki działają na zasadzie efektu piezoelektrycznego, polegającego na wyzwalamu ładunków elektrycznych podczas mechanicznego oddziaływania sił na kryształy np. kwarcu. Elementem pomiarowym czujnika jest element piezoelektryczny czuły na drgania silnika. Sygnał z elementu piezoelektrycznego jest przetwarzany na napięcie o wartości proporcjonalnej do intensywności spalania stukowego i przesyłany do urządzenia sterującego.

Pojawienie się takiego sygnału w układzie sterowania powoduje, że przy następnym cyklu roboczym świeca zapłonowa otrzymuje impuls napięcia opóźniony o 3° obrotu wału korbowego. Jeśli, pomimo tego, zjawisko spalania stukowego nadal występuje, proces ten zostaje powtórzony o kolejne 3°, aż do zaniknięcia efektu stukania. Gdy zaniknie stukanie układ sterujący zaczyna natychmiast wydawać impuls przyspieszający i trwa to tak długo, aż ponownie sensor wyczuje stukanie.

W ten sposób można sterować zmianą kąta wyprzedzenia zapłonu poprzez zmianę jego wartości nawet o 12° i jest on zawsze utrzymywany tuż przed granicą występowania spalania stukowego.

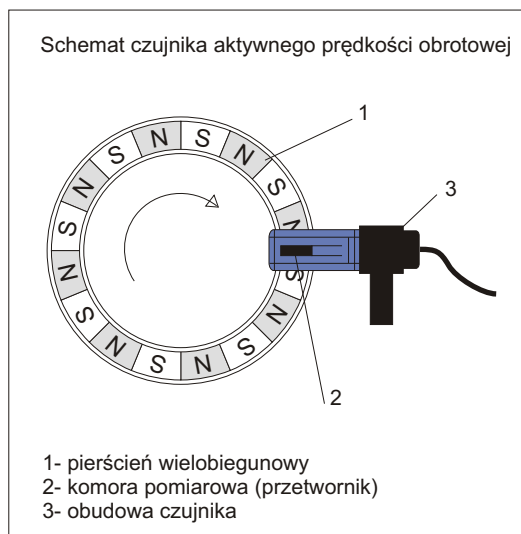
Stworzony układ tzw. "układ regulacji przeciwstukowej" ma za zadanie, tak sterować pracą silnika, aby nie dopuścić do wystąpienia spalania stukowego. Wykorzystuje on falę dźwiękową powstającą podczas zjawiska spalania stukowego. Drgania silnika



Czujnik aktywny prędkości obrotowej -

Czujnik tego typu zastępuje tradycyjne czujniki indukcyjne. Zastępuje uzębienie koła impulsowego przez magnesy. Magnesy są ułożone w kształt pierścienia wielobiegunowego. Element pomiarowy czujnika aktywnego jest stale poddawany działaniu zmiennego pola magnetycznego tych magnesów. Napięcie w czujniku jest poddawane obróbkę. Odmienne niż w przypadku czujników indukcyjnych, analizowane napięcie nie zależy od prędkości obrotowej koła. Pomiar koła może już odbywać się od stanu spoczynku.

Częstotliwość prądu jest tak samo jak w czujnikach indukcyjnych proporcjonalna do prędkości koła.



Sonda Lambda -

Sonda Lambda jest czujnikiem mierzącym zawartość tlenu w spalinach. Umieszczona jest w przewodzie wylotowym, pomiędzy silnikiem a katalizatorem. W układzie z dwoma sondami, druga sonda umieszczona jest za katalizatorem. Sonda Lambda jest ogniwnem galwanoelektrycznym. Na jedną część sondy działa strumień spalin, a na drugą zewnętrzną powietrze otoczenia. Powietrze otoczenia jest gazem odniesienia.

Przepływ jonów powoduje powstanie napięcia pomiędzy elektrodami. Napięcie to jest miarą stężenia tlenu w spalinach.

Czujnik wysyła sygnał w postaci napięcia do sterownika, w wyniku czego następuje korygowanie składu mieszanki paliwowo-powietrznej na poziomie warunków stechiometrycznych.

Sonda ogrzewana, ma dodatkowy element grzejny. Zewnętrzne ogrzewanie doprowadza do szybszego nagrzania sondy przy zimnym silniku. Już po niespełna 20-30s. od uruchomienia silnika, sonda osiąga optymalne warunki pracy (300-850°C). Zmniejsza to niską emisję szkodliwych składników spalin.

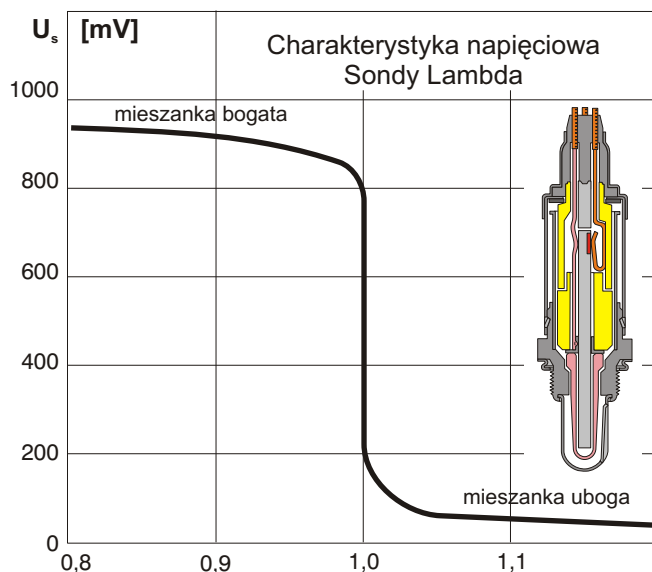
Współczynnik Lambda określa niedobór lub nadmiar powietrza dopływającego do silnika w stosunku do ilości teoretycznej. Wartość współczynnika powinna mieścić się w przedziale 0,980-1,020.

=1 - mieszanka stechiometryczna (idealna),

1 - mieszanka uboga (za dużo powietrza), niska zawartość CO, HC

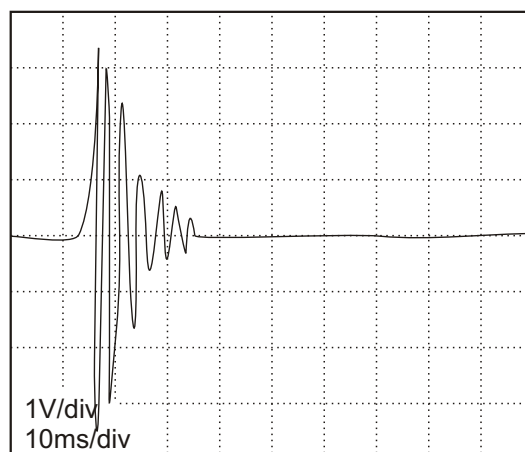
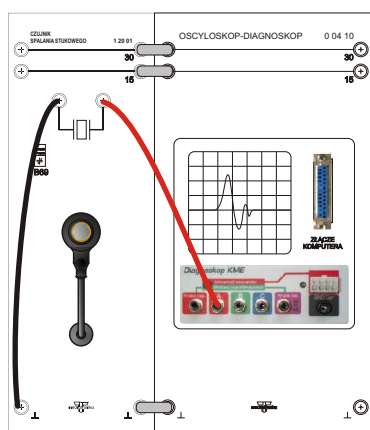
1 - mieszanka bogata (za mało powietrza), niska zawartość NO,

$$\lambda = \frac{\text{ilość powietrza zassanego przez silnik}}{\text{teoretyczna ilość powietrza potrzebna do całkowitego spalania paliwa}}$$



3. Sprawdzanie czujnika spalania stukowego

3.1. Schemat połączeń



Oscylogram sygnału z czujnika spalania stukowego.

3.2. Przebieg ćwiczenia

Obserwacja zmian stanu pracy czujnika

- podłączyć sondę pomiarową oscyloskopu do jednego z zacisków czujnika, a do drugiego podłączyć masę "31".
- uderzyć metalowym elementem w główkę śruby mocującej czujnik do panelu. (3 uderzenia o różnym nasileniu)
- zarejestrować oscylogram,

3.3. Tabela pomiarowa

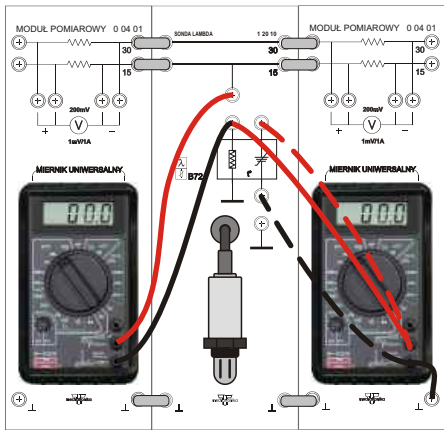
tab.1

uderzenie	U [V]
lekkie	
średnie	
mocne	

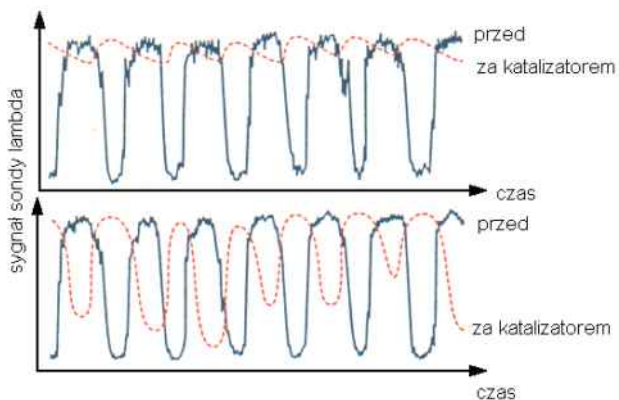
3.4. Interpretacja wyników i wnioski:

4. Sprawdzanie sondy Lambda - podgrzewanej

4.1. Schemat połączeń



Zawartość tlenu w spalinach w zależności od stopnia zużycia sondy



4.2. Przebieg ćwiczenia

Pomiar rezystancji grzałki

- podłączyć końcówki Modułu pomiarowego (0 04 01) do gniazd wyjściowych grzałki sondy,

wynik zapisać w tab.1.



Układ rozłączony!

Obserwacja zmian stanu pracy czujnika

- podłączyć jeden miernik do zacisków grzałki (obwód prądowy), a drugi do zacisków czujnika.
- z chwilą rozpoczęcia grzania sondy lambda, pomierzyć wartość prądu przepływającego przez element grzejny czujnika i wartość rezystancji na wyjściu czujnika. (podczas pomiaru wartości będą zmieniać się dość szybko)

wynik zapisać w tab.2.

4.3. Tabela pomiarowa

tab.1

	R []
uzwojenie grzałki	

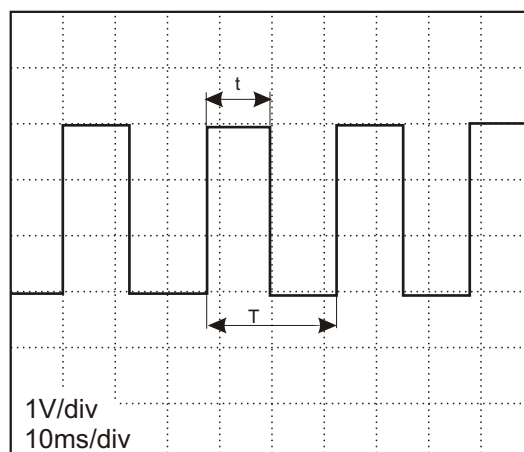
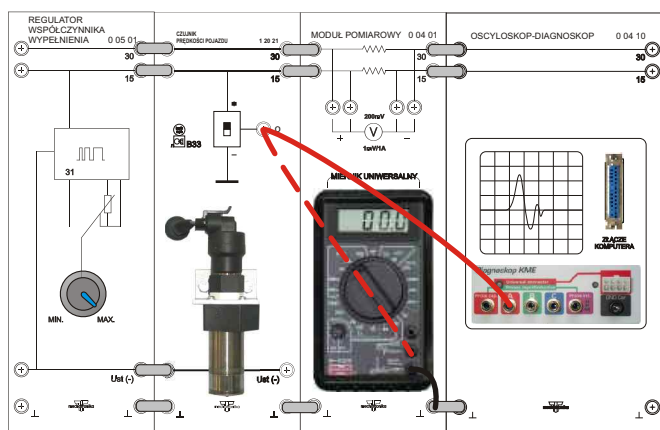
tab.2

Ip.	I [A]	R[]	T[°C]
1			
2			
3			
4			

4.4. Interpretacja wyników i wnioski:

5. Sprawdzanie czujnika prędkości własnej pojazdu

5.1. Schemat połączeń



Oscylogram sygnału z czujnika prędkości własnej pojazdu.

5.2. Przebieg ćwiczenia

- podłączyć wszystkie łączniki zgodnie z przedstawionym sposobem łączenia,
- sprawdzić napięcie zasilające czujnika, pomiędzy zaciskiem "15" a "31",
- podłączyć sondę pomiarową oscyloskopu do gniazda "0",
- dla 10 różnych wartości obrotów czujnika, określić na podstawie odczytów z ekranu oscyloskopu odpowiadające im wartości okresu "T" lub częstotliwości, czasu trwania sygnału "t".

5.3. Tabela pomiarowa

tab.1

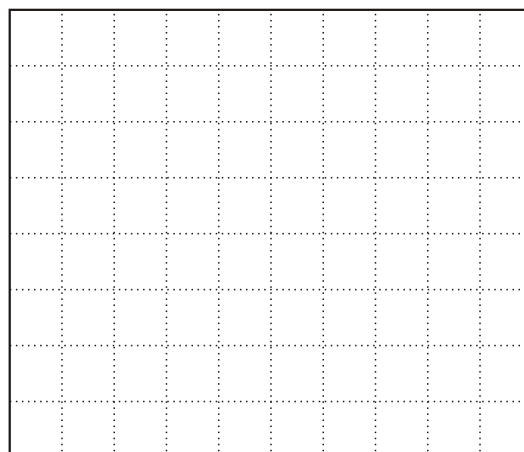
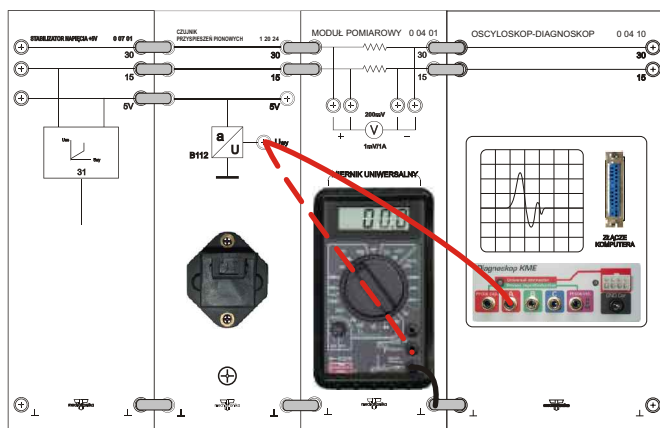
Lp.	t[ms]	T[ms]
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Oznaczenia oscylogramu:
T - okres przebiegu sygnału elektrycznego
t - czas trwania sygnału

5.4. Interpretacja wyników i wnioski:

6. Sprawdzanie czujnika przyspieszeń liniowych

6.1. Schemat połączeń



6.2. Przebieg ćwiczenia

Oscylogram sygnału z czujnika przyspieszeń.

Pomiar rezystancji uzwojenia zaworu

- podłączyć końcówki Modułu pomiarowego (0 04 01) do gniazd wyjściowych czujnika, wynik zapisać w tab.1.



Układ rozłączony!

Obserwacja zmian stanu pracy czujnika

- podłączyć sondę pomiarową oscyloskopu do zacisku "Uwy" czujnika
- poprzez kilkukrotne naciśnięcie i pociągnięcie do siebie czujnika, zarejestrować oscylogram,

6.3. Tabela pomiarowa

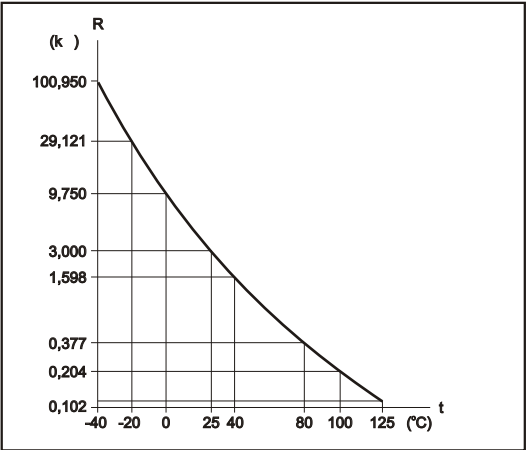
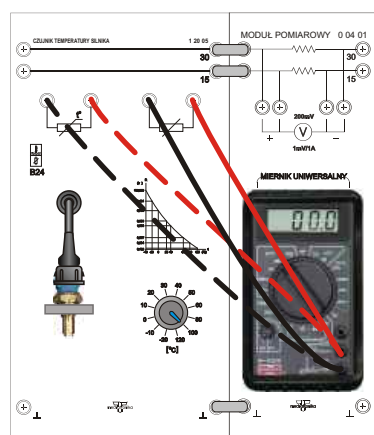
tab.1

	R []
uzwojenie zaworu	

6.4. Interpretacja wyników i wnioski:

7. Sprawdzanie czujnika temperatury silnika

7.1. Schemat połączeń

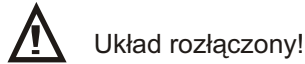


7.2. Przebieg ćwiczenia

Charakterystyka sygnału temperatury $t=f(R)$.

Pomiar rezystancji uzwojenia czujnika (temperatura otoczenia)

- podłączyć końcówki Modułu pomiarowego (0 04 01) do gniazd wyjściowych czujnika, wynik zapisać w tab.1.



Układ rozłączony!

Obserwacja zmian stanu pracy czujnika

- dla sprawnego przeprowadzenia badania zastosowano symulacje zmian temperatury,
- poprzez zmianę wartości temperatury (pokrętko), odczytać wskazania miernika (rezystancja). wynik zapisać w tab.2.
- dla zmierzonej wartości rezystancji “R”, można odczytać wartości temperatury “t” z charakterystyki $t=f(R)$

7.3. Tabela pomiarowa

tab.1

temperatura otoczenia °C	R [Ω]

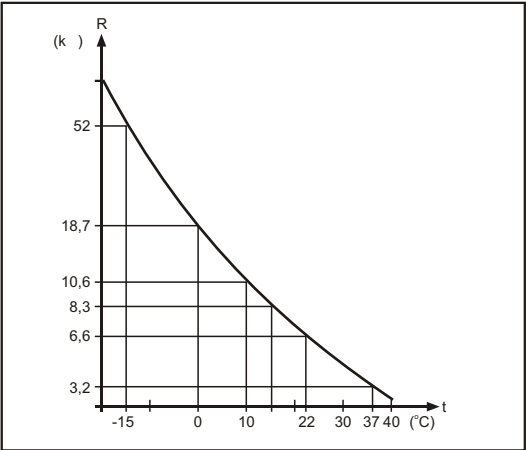
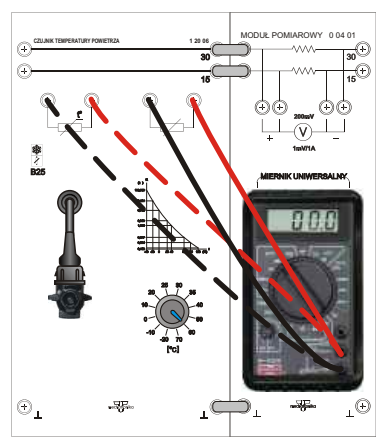
tab.2

wartość t[°C] pokrętko	R [Ω]	t[°C]
-20		
-10		
0		
10		
20		
30		
40		
50		
60		
80		
100		
120		

7.4. Interpretacja wyników i wnioski:

8. Sprawdzanie czujnika temperatury powietrza

8.1. Schemat połączeń



8.2. Przebieg ćwiczenia

Charakterystyka sygnału temperatury $t=f(R)$.

Pomiar rezystancji uzwojenia czujnika (temperatura otoczenia)

- podłączyć końcówki Modułu pomiarowego (0 04 01) do gniazd wyjściowych czujnika, wynik zapisać w tab.1.



Układ rozłączony!

Obserwacja zmian stanu pracy czujnika

- dla sprawnego przeprowadzenia badania zastosowano symulacje zmian temperatury,
- poprzez zmianę wartości temperatury (pokrętko), odczytać wskazania miernika (rezystancja). wynik zapisać w tab.2.
- dla zmierzonej wartości rezystancji “R”, można odczytać wartości temperatury “t” z charakterystyki $t=f(R)$

8.3. Tabela pomiarowa

tab.1

temperatura otoczenia °C	R [Ω]

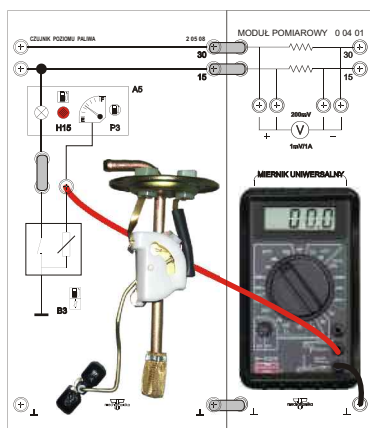
tab.2

wartość t[°C] pokrętko	R [Ω]	t[°C]
-20		
-10		
0		
10		
20		
30		
40		
50		
60		
70		

8.4. Interpretacja wyników i wnioski:

9. Sprawdzanie czujnika poziomu paliwa

9.1. Schemat połączeń



9.2. Przebieg ćwiczenia

Obserwacja zmian stanu pracy czujnika

- podłączyć wszystkie łączniki zgodnie z przedstawionym sposobem łączenia,
- podłączyć końcówki Modułu pomiarowego (0 04 01) do gniazd wyjściowych czujnika "sygnał potencjometru", "31",
- poprzez przemieszczanie pływaka czujnika, z położenia górnego w ku dołowi, odczytać wartości rezystancji,
- zaobserwować przy jakim położeniu pływaka i rezystancji zapala się kontrolka "H15" REZERWA,

wynik zapisać w tab.1.

9.3. Tabela pomiarowa

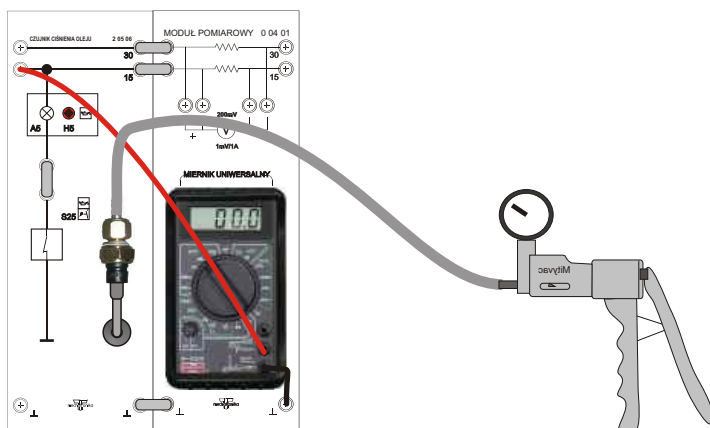
tab.1

Lp.	położenie pływaka	R []	kontrolka H15
1	góra		○
2			
3			
4	↓ dół		REZERWA ●
5			

9.4. Interpretacja wyników i wnioski:

10. Sprawdzanie czujnika ciśnienia oleju

10.1. Schemat połączeń



10.2. Przebieg ćwiczenia

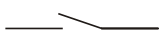
Obserwacja zmian stanu pracy czujnika

- podłączyć wszystkie łączniki zgodnie z przedstawionym sposobem łączenia,
- podłączyć pompkę manowakuometru do króćca czujnika ciśnienia oleju,
- przy ciśnieniu otoczenia kontrolka czujnika świeci się,
- poprzez wytworzenie nadciśnienia, zaobserwować moment wyłączenia kontrolki,

wynik zapisać w tab.1.

10.3. Tabela pomiarowa

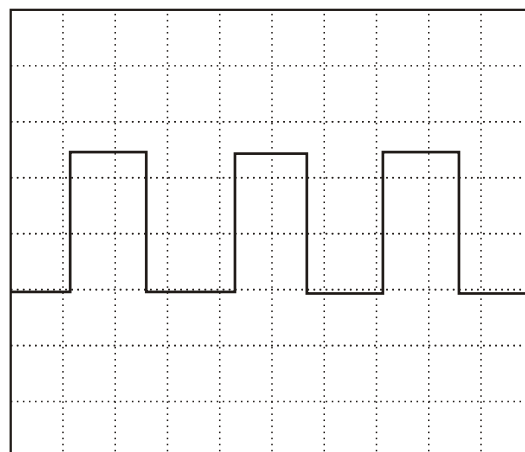
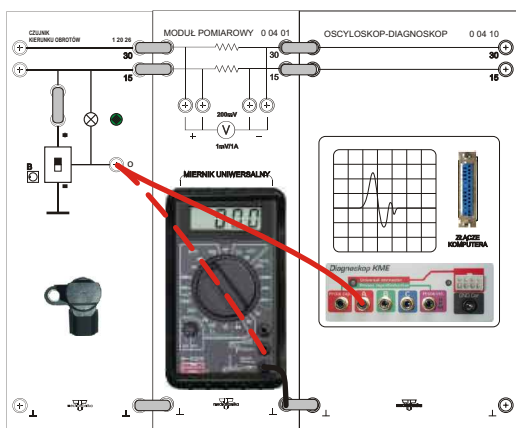
tab.1

	p [bar]
	

10.4. Interpretacja wyników i wnioski:

11. Sprawdzanie czujnika kierunku obrotu

11.1. Schemat połączeń



Oscylogram sygnału z czujnika kierunku obrotu.

11.2. Przebieg ćwiczenia

Pomiar rezystancji uzwojenia czujnika

- podłączyć końcówki Modułu pomiarowego (0 04 01) do gniazd wyjściowych czujnika "0" i "31",
wynik zapisać w tab.1.



Układ rozłączony!

Obserwacja zmian stanu pracy czujnika

- podłączyć wszystkie łączniki zgodnie z przedstawionym sposobem łączenia,
- podłączyć sondę pomiarową oscyloskopu do zacisku "0" czujnika.
- poprzez zbliżanie metalowego elementu w okolicy czujnika, najpierw z góry w dół, a później w odwrotnym kierunku, zaobserwować moment zapalenia się kontrolki diodowej.
- zarejestrować oscylogram

11.3. Tabela pomiarowa

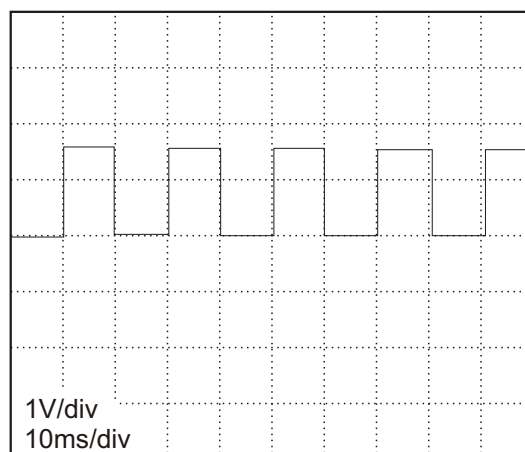
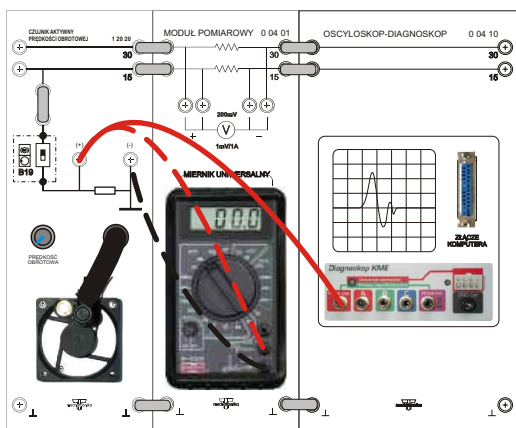
tab.1

	R []
uzwojenie czujnika	

11.4. Interpretacja wyników i wnioski:

12. Sprawdzanie czujnika aktywnego prędkości obrotowej

12.1. Schemat połączeń



Oscylogram sygnału z czujnika aktywnego prędkości obrotowej

12.2. Przebieg ćwiczenia

Pomiar rezystancji uzwojenia czujnika

- podłączyć końcówki Modułu pomiarowego (0 04 01) do gniazd wyjściowych czujnika "+", "-",
wynik zapisać w tab.1.



Układ rozłączony!

Obserwacja zmian stanu pracy czujnika

- podłączyć sondę pomiarową oscyloskopu do zacisku "+" czujnika,
- poprzez regulację prędkości obrotowej pierścienia wielobiegunowego zmieniamy częstotliwość pracy czujnika.
- zarejestrować oscylogram
wynik zapisać w tab.2.

12.3. Tabela pomiarowa

tab.1

	R []
uzwojenie zaworu	

tab.2

biegun	U [V]
N	
S	

12.4. Interpretacja wyników i wnioski: