



Przyrządy warsztatowe stosowane w pomiarach elektrycznych i elektronicznych

Wszystkie czujniki stosowane w samochodach są przetwornikami, które zamieniają mierzoną wielkość fizyczną (temperaturę, ciśnienie, położenie, prędkość itp.) na wielkość elektryczną (napięcie itp.).

Ocena stanu technicznego czujników oraz elementów i zespołów elektrycznych i elektronicznych samochodu, wymaga pomiaru różnego rodzaju wielkości elektrycznych.

Pomiarem nazywamy proces mający na celu wyznaczenie wartości mierzonej wielkości.

- **Pomiary elektryczne** są wykonywane dla sygnałów o wartości napięcia powyżej 5 V.
- **Pomiary elektroniczne** - są wykonywane dla sygnałów o wartości napięcia poniżej 5 V.

Do pomiaru wielkości elektrycznych i elektronicznych stosujemy przyrządy pomiarowe.

Obecnie wszystkie przyrządy pomiarowe wielkości elektrycznych i elektronicznych są przyrządami o odczycie cyfrowym.

Powszechnie używane przyrządy do pomiaru wielkości elektrycznych i elektronicznych w samochodach to miernik uniwersalny i oscyloskop.

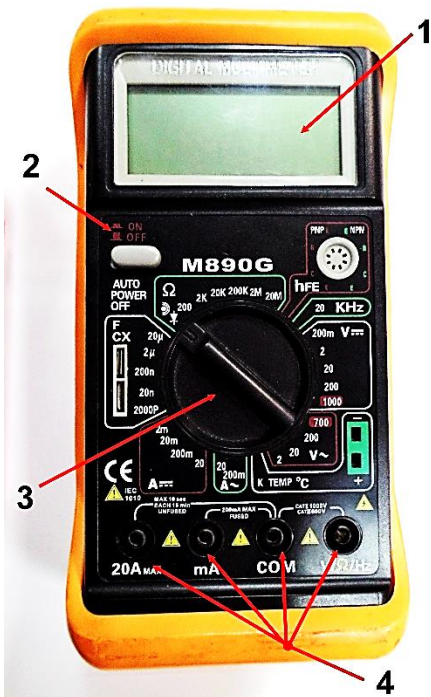


Rys. 1 Miernik uniwersalny, zwany także multimetrem, jest przyrządem mającym w obudowie wiele układów pomiarowych. Najprostsze multimetry umożliwiają pomiar napięcia i natężenia prądu oraz rezystancji.

Bardziej zaawansowane multimetry oprócz wielkości podstawowych dodatkowo umożliwiają pomiar częstotliwości, prędkości obrotowej, temperatury, napięcia w uzwojeniu wtórnym układu zapłonowego (w kilowoltach-[kV]) oraz innych wielkości elektrycznych i nieelektrycznych.

Sygnał wejściowy mierzonej wielkości jest doprowadzany do multimetru za pośrednictwem przewodów pomiarowych, przyłączanych do odpowiednich gniazd pomiarowych miernika (4 na rys. 2). Rodzaj mierzonej wielkości jest wybierany za pomocą przełącznika (3).

W multimetrach podstawowych należy nie tylko wybrać rodzaj mierzonej wielkości, ale także ustawić przełącznik na odpowiedni zakres pomiarowy, który musi uwzględniać maksymalną wartość mierzonego parametru i rodzaj prądu (stałego lub przemiennego).



Rys. 2 Multimetr o cyfrowym odczycie wyniku pomiaru:

1 – wyświetlacz ciekłokrystaliczny, 2 - włącznik źródła zasilania, 3 - przełącznik wyboru mierzonej wielkości, 4 – gniazda pomiarowe do przyłączania przewodów.

Przewody pomiarowe miernika przyłączamy do znormalizowanych gniazd sygnału wejściowego miernika. Są one przystosowane do podłączania przewodów zakończonych wtykami o średnicy 4 mm typu „banan”. Każde gniazdo jest opisane odpowiednio do funkcji, jaką pełni.

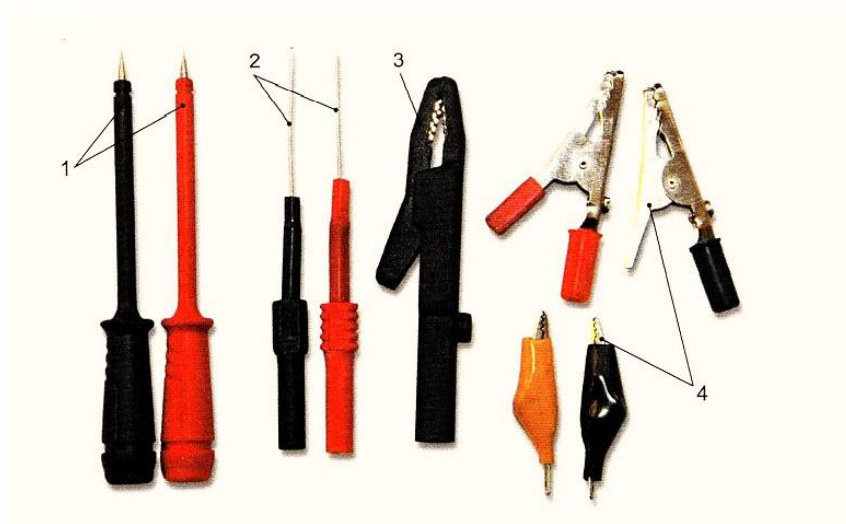
- Gniazdo oznaczone **COM** (ang. *common* - wspólne), jest wykorzystywane do podłączania **ujemnego** przewodu pomiarowego.
- Pozostałe gniazda, odpowiednio oznaczone (np. **10 A, mA, V/Ω**) służą do podłączania **dodatniego** przewodu pomiaru wielkości, której oznaczenie umieszczono w pobliżu gniazda.

Każdy multimetr, niezależnie od zaawansowania, ma oddzielne gniazdo (lub dwa) do pomiaru natężenia prądu. W multimetrze pokazanym na (rys. 2) są dwa takie gniazda, oznaczone jako **20A i mA**.

Doprowadzenie sygnału pomiarowego do gniazd pomiarowych multimetru zapewniają przewody pomiarowe. Standardem są przewody zakończone metalowym grotem i sondy igłowe (rys. 3).

Sondy igłowe służą do pomiarów wielkości elektrycznych bezpośrednio na stykach wtyczek przewodów instalacji elektrycznej samochodu podłączonych do czujników, elementów wykonawczych i sterowników. Dostęp do tych miejsc przy użyciu innych końcówek jest niemożliwy.

Zaciski krokodylkowe umożliwiają podłączenie przewodu do masy pojazdu lub styków czujnika (mierzący nie musi ich wtedy trzymać).



Rys. 3 Wygląd standardowych sond pomiarowych multimetru

1 - sondy pomiarowe podstawowe. 2 – sondy pomiarowe igłowe (do pomiarów bezpośrednio we wtyczce), 3 i 4 - zaciski krokodylowe

Podczas pomiarów multimetrem bezwzględnie należy przestrzegać następujących zasad:

- tryb pracy multimetru musi odpowiadać mierzonej wielkości - pomiar przy niewłaściwym trybie pracy multimetru grozi jego uszkodzeniem;
- przed włączeniem miernika i podłączeniem przewodów pomiarowych należy wybrać rodzaj mierzonej wielkości (np. napięcie stałe lub przemienne, rezystancja, natężenie prądu stałego lub przemiennego);
- jeżeli multimetr nie ma funkcji automatycznego doboru zakresu pomiaru, należy go określić (wybrać); górna granica wybranego zakresu pomiaru musi być większa od wartości mierzonej wielkości, toteż jeśli maksymalna możliwa wartość tego parametru nie jest znana, dla ochrony miernika przed uszkodzeniem trzeba wybrać zakres o największej wartości granicznej; po otrzymaniu wyniku, aby zwiększyć jego dokładność, należy zmniejszyć zakres i pomiar powtórzyć;
- przewody pomiarowe podłączamy najpierw do urządzenia pomiarowego, a dopiero potem do mierzonego obwodu (elementu);
- należy bezwzględnie przestrzegać sposobu pomiaru poszczególnych wielkości; **pomiary rezystancji elementu można wykonywać wyłącznie wtedy, gdy jest on odłączony od źródła zasilania.**

Rodzaj mierzonej wielkości wybieramy za pomocą przełącznika multimetru (3 na rys. 2).

Pokrętkę przełącznika ustawiamy w wymaganej pozycji, oznaczonej odpowiednim symbolem.

Wykaz najczęściej stosowanych w multimetrach oznaczeń podano w tabeli.

Oznaczenia stosowane do określania rodzaju parametru mierzonego multimetrem	
Oznaczenie	Rodzaj parametru
DC V lub V=	pomiar napięcia prądu stałego (DC – ang. <i>Direct Current</i>)
AC V lub V~	pomiar napięcia prądu przemiennego (AC – ang. <i>Alternating Current</i>)
DC A lub A=	pomiar natężenia prądu stałego
AC A lub A~	pomiar natężenia prądu przemiennego
Ω	pomiar rezystancji
	test ciągłości obwodu
	sprawdzenie diody
Hz	pomiar częstotliwości

Dokładność pomiaru multimetrem o odczycie cyfrowym podaje się w postaci dwóch wielkości, określających błąd względny oraz błąd kwantyzacji. Przykładowo zapis $\pm(0,5\% + 1 \text{ cyfra})$ wskazuje, że:

- **błąd względny*** wynosi 0,5% mierzonej wielkości, co oznacza, że wynik pomiaru dokonanego miernikiem różni się od wyniku pomiaru tej samej wielkości wykonanego za pomocą przyrządu wzorcowego maksymalnie o 0,005 wartości zmierzonej:
- **błąd kwantyzacji**, wynikający z cyfrowego przetwarzania sygnału analogowego i jego cyfrowego przedstawienia, ma wartość 1 jednostki ostatniej cyfry wskazywanej na wyświetlaczu.

Przykładowo, jeżeli pomiar napięcia stałego wykonamy multimetrem, którego zakres pomiarowy (napięcia) wynosi do 20 V, a dokładność $\pm(0,5\% + 2 \text{ cyfry})$, uzyskany (i pokazany na wyświetlaczu) wynik pomiaru 12,20 V obarczony jest następującymi błędami pomiarowymi:

- błędem bezwzględnym* o wartości 0,06 V
(0,5% zmierzonej wielkości, czyli $0,005 \times 12,20\text{V} = 0,06 \text{ V}$);
- błędem kwantyzacji o wartości 0,02 V
(ostatnia cyfra dla opisanego przykładu pokazana na wyświetlaczu odpowiada setnej części wolta, a dwie cyfry to 0,02 V).

*Błąd względny wyrażany jest stosunkiem błędu bezwzględnego do wielkości mierzonej (bardzo często wyrażany w procentach).

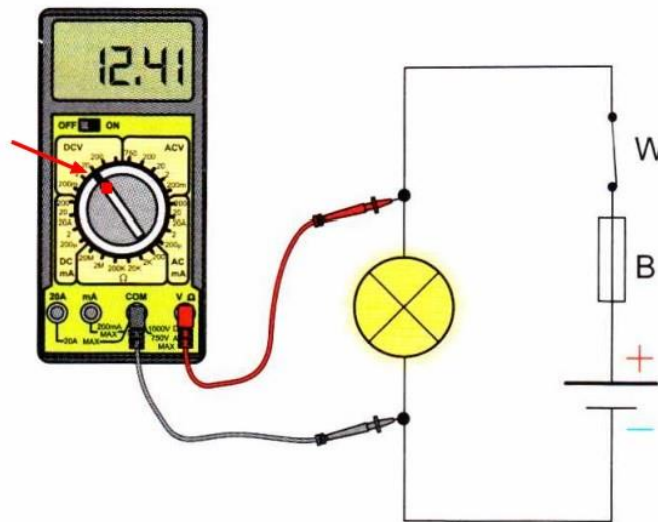
*Błąd bezwzględny oznacza odchylenie wyniku pomiaru od wartości rzeczywistej i podawany jest w jednostkach wielkości mierzonej.

Wynika z tego, że wartość mierzonego napięcia zawiera się w przedziale $12,20 \pm (0,06 + 0,02) \text{ V}$, czyli jego rzeczywista wartość mieści się w zakresie od 12,12 V do 12,28 V.

Pomiar napięcia

Do pomiaru napięcia miernik podłączamy równolegle do badanego elementu, a przewody pomiarowe bezpośrednio do jego zacisków, bez przerywania obwodu.

Sposób pomiaru napięcia zasilania żarówki przykładowego obwodu elektrycznego pokazano na rysunku.

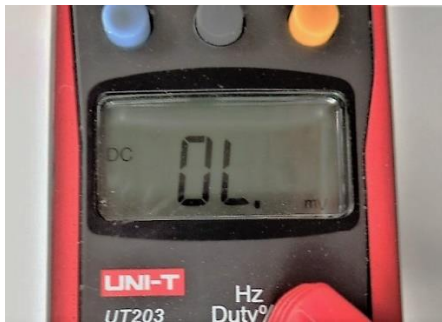


Pomiar wykonujemy następująco:

- 1) przewody pomiarowe podłączamy do multimetru; **przewód dodatni (zazwyczaj koloru czerwonego)** podłączamy jednym końcem do gniazda **V** multimetru, a **przewód ujemny (zazwyczaj koloru czarnego)** do gniazda **COM**;
- 2) przewody pomiarowe podłączamy do badanego elementu; przewód dodatni przyłączamy do badanego elementu od strony dodatniego bieguna zasilania (+), a przewód ujemny do styku elementu połączonego z masą pojazdu (lub bezpośrednio do masy pojazdu, np. do ujemnego zacisku akumulatora).



Jeżeli przed wynikiem pomiaru pojawia się znak minus, oznacza to, że przewody pomiarowe podłączone są przeciwnie do umownego kierunku przepływu prądu.

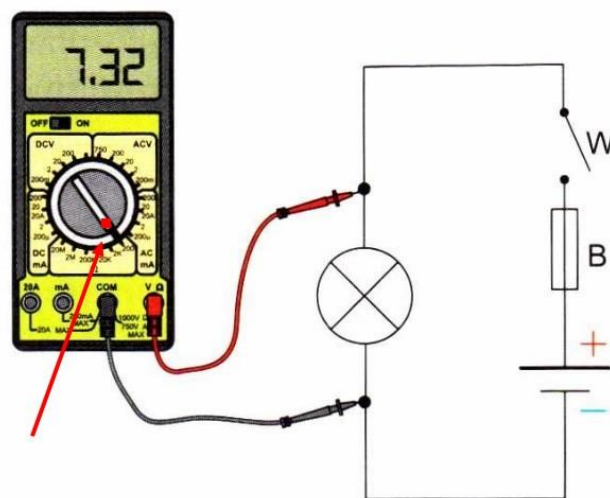


Jeżeli wybrany zakres napięcia okazał się zbyt mały, podczas pomiaru na wyświetlaczu multimetru pokaże się **1** lub **OL** (ang. Open Loop) - co oznacza, że mierzona wartość napięcia jest większa niż górna wartość zakresu pomiarowego.

Wówczas należy przełączyć miernik na większy zakres.

Pomiar rezystancji

Pomiary rezystancji wykonujemy, podłączając miernik równoległe do styków badanego elementu odłączonego od źródła zasilania.



Pomiar wykonujemy następująco:

- 1) **przewód ujemny multimetru (czarny)** podłączamy do gniazda **COM**, a **dodatni (czerwony)** do gniazda multimetru oznaczonego symbolem Ω ;
- 2) przełącznikiem multimetru wybieramy mierzoną wartość; jeżeli multimetr nie ma funkcji automatycznego doboru zakresu pomiarowego, wybieramy największą wartość $M\Omega$ (mega om) zakresu pomiarowego rezystancji;

- 3) tak przygotowany miernik podłączamy do badanego elementu, który wcześniej odłączamy od źródła zasilania;
- 4) wynik pomiaru odczytujemy z wyświetlacza multimetru; jeżeli uzyskana wartość rezystancji jest bardzo mała w porównaniu z ustawionym zakresem pomiarowym, zmniejszamy go dotąd, aż wynik pomiaru będzie obejmował wszystkie pola odczytowe wyświetlacza.

Gdy wartość rezystancji wynosi poniżej $1\ \Omega$, należy od zmierzonej wartości rezystancji odjąć rezystancję własną przewodów pomiarowych.



Wyznaczamy ją przez pomiar rezystancji połączonych końcówek sond pomiarowych.

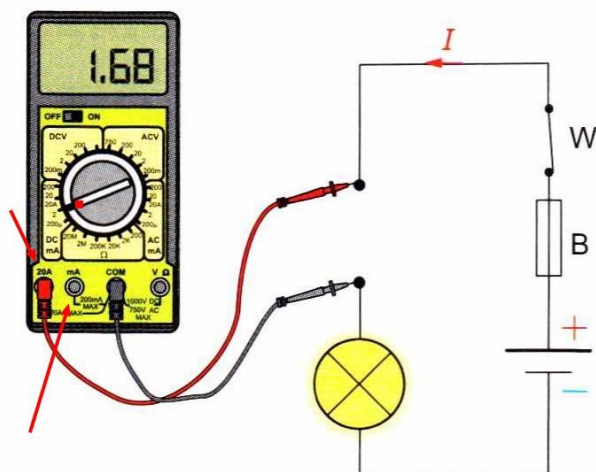
Przykładowo, jeżeli zmierzona multimetrem wartość rezystancji wynosi $0,5\ \Omega$, a rezystancja własna przewodów ma wartość $0,2\ \Omega$, to rzeczywista wartość rezystancji mierzonego elementu wynosi $0,3\ \Omega$ bo $(0,5\ \Omega - 0,2\ \Omega = 0,3\ \Omega)$.

Nie należy mierzyć rezystancji elementu, którego układ elektroniczny jest nieznan (np. czujnika wykorzystującego zjawisko Halla), ponieważ przepływ prądu o zbyt dużym natężeniu może uszkodzić taki element.

Pomiar natężenia prądu

Przy pomiarze natężenia prądu podłączamy multimetr szeregowo do badanego obwodu.

Równoległe podłączenie urządzenia pomiarowego spowoduje uszkodzenie miernika.



Przed rozpoczęciem pomiaru należy oszacować natężenie prądu płynącego w obwodzie, ponieważ maksymalna wartość mierzonego przez mierniki prądu jest ograniczona i zazwyczaj wynosi 10 lub 20 A.

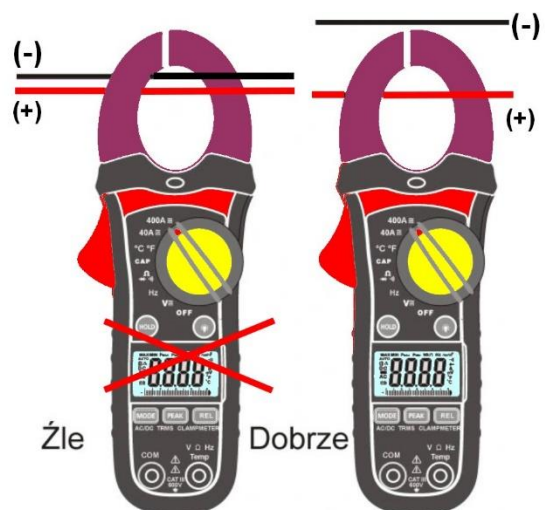
Próba pomiaru natężenia prądu o wartości powyżej tego zakresu zwykle prowadzi do spalenia bezpiecznika umieszczonego wewnątrz obwodu pomiarowego miernika.

Pomiar wykonujemy następująco:

- 1) **przewód dodatni (czerwony)** podłączamy do odpowiedniego gniazda, umożliwiającego pomiar spodziewanego natężenia prądu; w multimetrze z rys. 2 gniazda te oznaczono 20 A - pomiar prądu do 20 A oraz mA - pomiar prądu do 200 mA;
- 2) niezależnie od wybranego gniazda do pomiaru natężenia prądu, **przewód ujemny (czarny)** podłączamy do gniazda **COM** multimetru;
- 3) po podłączeniu sond do miernika i wybraniu odpowiedniego zakresu pomiarowego rozłączamy obwód w miejscu, w którym będziemy podłączać do niego multimetr;
- 4) oba przewody pomiarowe (**czerwony** i **czarny**) podłączamy do obydwu końców obwodu w miejscu jego rozłączenia; tak podłączony miernik powinien wyświetlić wartość natężenia prądu płynącego w obwodzie, jeżeli obwód jest ciągły.

Jeżeli na wyświetlaczu przed wynikiem pomiaru pojawi się minus, będzie to oznaczać, że przewody pomiarowe są przyłączone odwrotnie do umownego kierunku przepływu prądu.

Natężenie prądu w instalacji samochodu możemy również zmierzyć za pomocą **mierników cęgowych** wykorzystujących zjawisko Halla. Wtedy pomiar natężenia prądu odbywa się bez ingerencji w mierzony obwód elektryczny.



Cęgi zakłada się na przewód lub wiązkę przewodów wiodących prąd **tylko w jednym kierunku**.

Zakładanie cęg na przewody wiodące prąd w przeciwnych kierunkach prowadzi do błędnych pomiarów, ponieważ wytwarzają się wzajemnie znoszące się pola magnetyczne.