



INSTRUKCJA OBSŁUGI

MIERNIK IZOLACJI

MIC-3



INSTRUKCJA OBSŁUGI

MIERNIK REZYSTANCJI IZOLACJI MIC-3



SPIS TREŚCI

1	WSTĘP	4
2	WPROWADZENIE	5
3	BEZPIECZEŃSTWO	5
4	OPIS I INFORMACJE O DZIAŁANIU.....	6
4.1	CHARAKTERYSTYKA PRZYRZĄDU MIC-3.....	6
4.2	WYPOSAŻENIE STANDARDOWE	6
4.3	WYPOSAŻENIE DODATKOWE	7
4.4	ROZMIESZCZENIE GNIAZD I KŁAWISZY	8
4.4.1	<i>Gniazda</i>	8
4.4.2	<i>Klawiatura</i>	9
4.5	WYŚWIETLACZ CIEKŁOKRYSTALICZNY (LCD).....	10
4.6	BRZĘCZYK.....	12
4.7	PRZEWODY I KOŃCÓWKI POMIAROWE	12
5	MAGAZYNOWANIE.....	12
6	ROZPOCZĘCIE EKSPLOATACJI.....	13
7	OBSŁUGA.....	13
7.1	PRZYGOTOWANIE MIERNIKA DO PRACY	13
7.2	WYMIANA BATERII (AKUMULATORÓW)	13
7.3	WARUNKI WYKONANIA POMIARU I UZYSKANIA POPRAWNYCH WYNIKÓW ..	15
7.4	POMIAR REZYSTANCJI IZOLACJI.....	16
7.4.1	<i>Opis ogólny</i>	16
7.4.2	<i>Wybór napięcia pomiarowego</i>	18
7.4.3	<i>Pomiar metodą trójkaciskową</i>	19
7.4.4	<i>Bargraf</i>	19
7.5	POMIAR REZYSTANCJI POŁĄCZEŃ OCHRONNYCH I WYRÓWNAWCZYCH	19
7.6	POMIAR NAPIĘCIA STAŁEGO I PRZEMIENNEGO	20
7.7	NISKONAPIĘCIOWY POMIAR REZYSTANCJI.....	21
8	ROZWIĄZYWANIE PROBLEMÓW	22
8.1	OSTRZEŻENIA I INFORMACJE WYŚWIETLANE PRZEZ MIERNIK	22
8.1.1	<i>Przekroczenie zakresu pomiarowego</i>	22
8.1.2	<i>Informacje związane z badanym obiektem</i>	22
8.2	KOMUNIKATY O BŁĘDACH WYKRYTYCH W WYNIKU SAMOKONTROLI	23
8.3	ZANIM ODDASZ MIERNIK DO SERWISU	23
9	CZYSZCZENIE I KONSERWACJA.....	24
10	ROZBIÓRKA I UTYLIZACJA.....	24
11	ZAŁĄCZNIKI.....	25
11.1	DANE TECHNICZNE	25
11.2	PRODUCENT	27
11.3	USŁUGI LABORATORYJNE.....	27

Uwaga:
Niniejsza wersja instrukcji obsługi obowiązuje tylko dla mierników, do których została dołączona.

1 Wstęp

Dziękujemy za zakup naszego miernika do pomiaru rezystancji izolacji. Miernik MIC-3 jest nowoczesnym, wysokiej jakości przyrządem pomiarowym, łatwym i bezpiecznym w obsłudze. Jednak przeczytanie niniejszej instrukcji pozwoli uniknąć błędów przy pomiarach i zapobiegnie ewentualnym problemom przy obsłudze miernika.

W niniejszej instrukcji posługujemy się trzema rodzajami ostrzeżeń. Są to teksty w ramkach, opisujące możliwe zagrożenia zarówno dla użytkownika, jak i miernika. Teksty rozpoczynające się słowem '**OSTRZEŻENIE:**' opisują sytuacje, w których może dojść do zagrożenia życia lub zdrowia, jeżeli nie przestrzega się instrukcji. Słowo '**UWAGA!**' rozpoczyna opis sytuacji, w której niezastosowanie się do instrukcji grozi uszkodzeniem przyrządu. Wskazania ewentualnych problemów są poprzedzane słowem '**Uwaga:**'.

OSTRZEŻENIE:
Przed użyciem przyrządu należy dokładnie przeczytać niniejszą instrukcję i zastosować się do przepisów bezpieczeństwa i zaleceń producenta.

OSTRZEŻENIE:
Miernik MIC-3 jest przeznaczony do pomiarów rezystancji izolacji, rezystancji połączeń ochronnych i wyrównawczych oraz napięć stałych i przemiennych. Każde inne zastosowanie niż podane w tej instrukcji może spowodować uszkodzenie przyrządu i być źródłem poważnego niebezpieczeństwa dla użytkownika.

OSTRZEŻENIE:
Przy pomiarach rezystancji izolacji, na końcówkach przewodów pomiarowych miernika MIC-3 występuje niebezpieczne napięcie do 1kV.

OSTRZEŻENIE:
Miernik MIC-3 może być używany jedynie przez wykwalifikowane osoby posiadające wymagane uprawnienia do pomiarów rezystancji izolacji w instalacjach elektrycznych. Posługiwanie się miernikiem przez osoby nieuprawnione może spowodować uszkodzenie przyrządu i być źródłem poważnego niebezpieczeństwa dla użytkownika.

2 Wprowadzenie

Niniejsza instrukcja opisuje miernik rezystancji izolacji MIC-3. Zalecamy dokładne zapoznanie się z instrukcją, aby uniknąć popełnienia błędów, które mogą skutkować niebezpieczeństwem dla użytkownika lub złą oceną stanu mierzonej izolacji. Więcej informacji na temat bezpieczeństwa przy pomiarach można znaleźć w rozdziale **3 – Bezpieczeństwo**. Przed pierwszym użyciem przyrządu należy się zapoznać w szczególności z rozdziałem **6 – Rozpoczęcie eksploatacji**. Jeśli miernik będzie sprawiał kłopoty – zachęcamy do zajrzenia do rozdziału **8 – Rozwiązywanie problemów**. Wszystkie informacje o sposobie posługiwania się miernikiem można znaleźć w rozdziale **7 – Obsługa**.

3 Bezpieczeństwo

Przyrząd MIC-3 służy do wykonywania pomiarów, których wyniki pozwalają na określenie stanu izolacji instalacji elektrycznej i odbiorników energii elektrycznej. W związku z tym, aby zapewnić odpowiednią obsługę i poprawność uzyskiwanych wyników należy przestrzegać następujących zaleceń:

- przed rozpoczęciem eksploatacji miernika należy dokładnie zapoznać się z niniejszą instrukcją,
- przyrząd powinien być obsługiwany wyłącznie przez osoby odpowiednio wykwalifikowane i przeszkolone w zakresie BHP,
- niedopuszczalne jest używanie:
 - ⇒ miernika, który uległ uszkodzeniu i jest całkowicie lub częściowo niesprawny
 - ⇒ przewodów z uszkodzoną izolacją
 - ⇒ miernika przechowywanego zbyt długo w złych warunkach (np. zawilgoconego)
- przed rozpoczęciem pomiaru należy wybrać właściwą funkcję pomiarową i sprawdzić, czy przewody podłączone są do odpowiednich gniazd pomiarowych,
- przed pomiarem rezystancji połączeń ochronnych i rezystancji izolacji należy upewnić się, czy badany obiekt został odłączony od napięcia,
- w czasie pomiaru rezystancji izolacji nie wolno odłączać przewodów od badanego obiektu zanim nie nastąpi koniec pomiaru (patrz punkt 7.4.1); w przeciwnym razie pojemność obiektu nie zostanie rozładowana, co grozi porażeniem,
- naprawy mogą być wykonywane wyłącznie przez autoryzowany serwis.

Ponadto należy pamiętać, że:

- przyrząd nie sygnalizuje zbyt niskiego napięcia zasilającego i należy je kontrolować na bieżąco (patrz punkt 7.3),
- ciągle sygnał dźwiękowy podczas pomiaru rezystancji izolacji sygnalizuje obniżenie napięcia pomiarowego, co oznacza, że zadziałał układ ograniczenia prądu wyjściowego przetwornicy wysokiego napięcia; wskazywana wartość rezystancji jest poprawna mimo obniżenia napięcia pomiarowego.

UWAGA!

Wejścia miernika są zabezpieczone elektronicznie przed przeciążeniem, np. na skutek nieprawidłowego przyłączenia do obwodu pomiarowego lub do niewłaściwych zacisków wejściowych:

- dla zacisków RISO i COM - do 400V rms przez 30 sekund
- dla pozostałych kombinacji wejść - do 600V rms przez 30 sekund.

OSTRZEŻENIE:

Nie wolno pozostawiać niepodłączonych przewodów, podczas, gdy część z nich pozostaje podłączona do badanego obwodu.
Nie wolno pozostawiać miernika podłączonego do badanego obwodu bez dozoru.

OSTRZEŻENIE:

Przyrządu nie wolno stosować do sieci i urządzeń w pomieszczeniach o specjalnych warunkach, np. o atmosferze niebezpiecznej pod względem wybuchowym i pożarowym.

4 Opis i informacje o działaniu

4.1 Charakterystyka przyrządu MIC-3

Cyfrowy miernik rezystancji izolacji MIC-3 przeznaczony jest do bezpośrednich pomiarów rezystancji izolacji urządzeń elektrycznych pracujących przy napięciu do 1kV.

Ponadto miernik umożliwia pomiar połączeń wyrównawczych i ochronnych, niskonapięciowy pomiar małych rezystancji oraz pomiar napięć stałych i przemiennych.

Do najważniejszych cech przyrządu MIC-3 należą:

- 3 napięcia pomiarowe: 250V, 500V i 1000V
- pomiar rezystancji izolacji do $3G\Omega$
- pomiar rezystancji połączeń ochronnych i wyrównawczych ($I > 200mA$)
- automatyczne dobieranie zakresów pomiarowych
- samoczynne rozładowywanie pojemności mierzonego obiektu po zakończeniu pomiaru rezystancji izolacji
- akustyczne wyznaczanie pięciosekundowych odcinków czasu ułatwiające zdjęcie charakterystyk czasowych przy pomiarze rezystancji izolacji
- niskonapięciowy pomiar rezystancji
- zasilanie z baterii lub akumulatorów
- pomiar napięcia zasilającego
- samoczynne wyłączanie się nieużywanego przyrządu (AUTO-OFF)
- ergonomiczna obsługa

4.2 Wyposażenie standardowe

W skład standardowego kompletu dostarczanego przez producenta wchodzi:

- miernik MIC-3 – **WMPLMIC3**
- zestaw przewodów pomiarowych:
 - przewód 1,2m czarny zakończony wtykami bananowymi – **WAPRZ1X2BLBB**

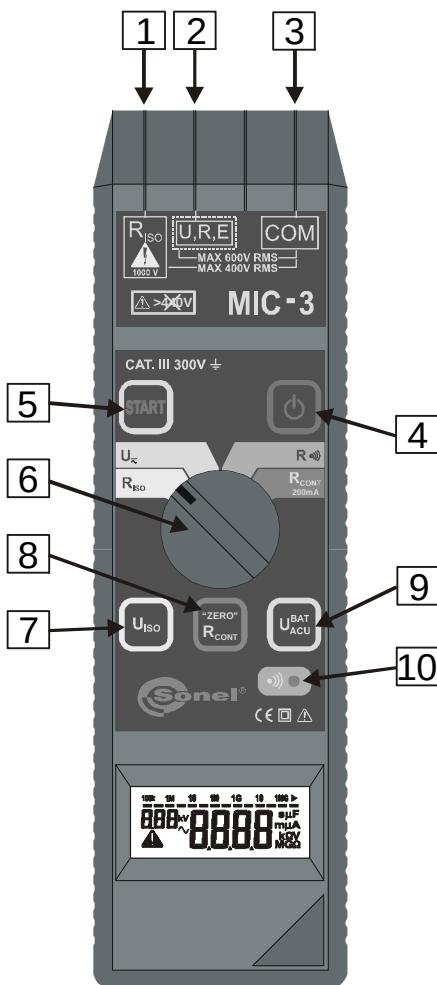
- przewód 1,2m żółty zakończony wtykami bananowymi – **WAPRZ1X2YEBB**
- sonda ostrzowa z gniazdem bananowym czarna – **WASONBLOGB1**
- sonda ostrzowa z gniazdem bananowym żółta – **WASONJEOGB1**
- krokodylek czarny K01 – **WAKROBL20K01**
- futerał M1 na miernik i jego wyposażenie – **WAFUTM1**
- instrukcja obsługi
- karta gwarancyjna
- certyfikat kalibracji
- 2 baterie R6

4.3 Wyposażenie dodatkowe

Dodatkowo u producenta i dystrybutorów można zakupić następujące elementy nie wchodzące w skład wyposażenia standardowego:

- świadectwo wzorcowania – **LSWPLMIC3**
- przewód 1,2m niebieski zakończony wtykami bananowymi – **WAPRZ1X2BUBB**
- krokodylek niebieski K02 – **WAKROBU20K02**

4.4 Rozmieszczenie gniazd i klawiszy



Rys.1. MIC-3 (Płyta czołowa)

4.4.1 Gniazda

1 gniazdo R_{ISO}

Wyjście przetwornicy wysokiego napięcia dla pomiarów rezystancji izolacji (funkcja R_{ISO}).

2 gniazdo pomiarowe U, R, E

Wejście pomiarowe dla pomiarów napięć stałych lub przemiennych oraz dla niskonapięciowych pomiarów rezystancji.
Gniazdo do przyłączenia dodatkowego przewodu w tróźzaziskowej metodzie pomiaru rezystancji izolacji.

3 gniazdo pomiarowe COM

Dostępne dla wszystkich pomiarów.

4.4.2 Klawiatura

4 przycisk

- włączanie i wyłączanie zasilania miernika.

5 przycisk START

Dla funkcji pomiarowej R_{ISO} :

- załączenie napięcia pomiarowego, uruchomienie pomiaru rezystancji izolacji i rozpoczęcie odmierzania pięciosekundowych odcinków czasu.
- po ponownym naciśnięciu, jeżeli pomiar został uruchomiony z udziałem przycisku **9** U_{ACU}^{BAT} (patrz punkt 7.4.1) - wyłączenie przetwornicy wysokiego napięcia oraz rozładowanie pojemności mierzonego obiektu.

OSTRZEŻENIE:

Przy pomiarach rezystancji izolacji, na końcówkach przewodów pomiarowych miernika MIC-3 występuje niebezpieczne napięcie do 1kV.

Dla funkcji pomiarowej R_{CONT} :

- ponowne wykonanie pomiaru ciągłości obwodu

6 obrotowy przełącznik funkcji

Wybór funkcji:

- R_{ISO} – pomiar rezystancji izolacji,
- $U_{\sim}$ – pomiar napięć stałych i przemiennych,
- $R_{\gg}$ – niskonapięciowy pomiar rezystancji z sygnalizacją dźwiękową,
- R_{CONT} **200mA** – pomiar rezystancji połączeń ochronnych i wyrównawczych prądem > 200mA.

7 przycisk U_{ISO}

- wybór jednej z trzech wartości napięcia pomiarowego.

8 przycisk R_{CONT}^{ZERO}

- zerowanie omomierza przy pomiarze ciągłości obwodów prądem > 200mA.

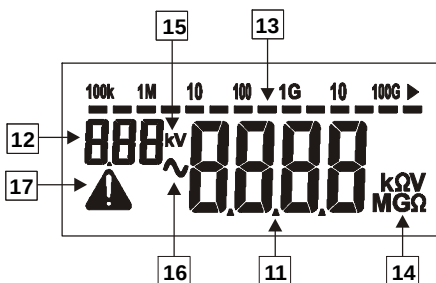
9) przycisk U_{ACU}^{BAT}

- wyświetlenie wartości napięcia zasilającego.

10) dioda LED

- sygnalizacja wartości rezystancji mierzonej niskonapięciowo mniejszej od ok. 10Ω .

4.5 Wyświetlacz ciekłokrystaliczny (LCD)



Rys.2. Wyświetlacz ciekłokrystaliczny miernika MIC-3

11) główne pole odczytowe wyniku pomiaru

12) dodatkowe pole odczytowe

13) bargraf wyskalowany w jednostkach rezystancji

14) jednostka i rodzaj wyświetlanej wartości:

V	wolty	- napięcie
Ω , k Ω , M Ω , G Ω	omy, kiloomy, megaomy, gigaomy	- rezystancja

$$1000k\Omega = 1M\Omega \quad 1000M\Omega = 1G\Omega$$

15) jednostka napięcia pomiarowego:

kV - kilowolty

16) symbol $\sim$ informujący, że mierzone jest napięcie przemienne

17) symbol Δ sygnalizujący obecność niebezpiecznego napięcia pomiarowego na końcówkach przewodów pomiarowych przyrządu.

18 → OFL

23 → tEst

19 → UdeU

24 → ErU

20 → H, LE

25 → bAt

21 → Err

26 → Lon

22 →

Rys.3. Napisy i symbole wyświetlane przez miernik MIC-3

18 OFL - przekroczony zakres pomiarowy

19 UdeU - obecność napięcia stałego większego od 2V lub przemiennego większego od 20V w obiekcie mierzonym przy ustawionej funkcji pomiarowej R_{ISO} , obecność napięcia stałego lub przemiennego większego od 6,0V lub mniejszego od -0,1V przy ustawionej funkcji pomiarowej R_{∞} lub R_{CONT}

20 H, LE - za duży prąd upływu (za mała rezystancja izolacji lub przebicie izolacji w czasie pomiaru)

21 Err- w czasie pomiaru połączeń ochronnych lub wyrównawczych został przerwany obwód pomiarowy

22 ----- brak wyniku pomiaru ciągłości (pomiar nie został jeszcze wykonany lub właśnie jest wykonywany)

23 tEst - dokonywanie przez przyrząd autotestu po włączeniu zasilania

24 ErU - obecność napięcia przemiennego o wartości w granicach 2...20V, przy napięciu stałym mniejszym od 2V w obiekcie mierzonym przy ustawionej funkcji pomiarowej R_{ISO}

25 bAt - symbol informujący o wyświetlaniu napięcia baterii na głównym polu wyświetlacza

26 Lon - symbol informujący o tym, że prąd pomiaru ciągłości obwodu jest większy od 200mA

4.6 Brzęczyk

Sygnały ostrzegawcze:

Ciągły sygnał dźwiękowy

- praca przetwornicy z ograniczeniem prądowym
- w funkcji **R** stwierdzono napięcie na mierzonym obiekcie
- w funkcji **U** napięcie wejściowe jest większe od 600V_{AC/DC}

Długi sygnał dźwiękowy (ok. 0,5 sek)

- naciśnięcie przycisku nieaktywnego w danym momencie dla wybranej funkcji pomiarowej

Sygnały potwierdzeń i inne:

Ciągły sygnał dźwiękowy

- wartość rezystancji mierzonej niskonapięciowo jest mniejsza od ok. 10Ω

Długi sygnał dźwiękowy (ok. 0,5 sek)

- sygnalizacja samowylączenia się przyrządu

Krótki sygnał dźwiękowy

- potwierdza naciśnięcie klawisza; emitowany jest zawsze wtedy gdy miernik może wykonać działanie przyporządkowane do tego klawisza
- pojawiający się co 5 sekund sygnalizuje obecność napięcia pomiarowego na zaciskach miernika

Trzy krótkie sygnały dźwiękowe

- zatwierdzenie wartości napięcia pomiarowego

4.7 Przewody i końcówki pomiarowe

Krokodylek dostarczany wraz z przewodami pomiarowymi może być nasadzany zarówno na bananek, jak i sondę pomiarową.

Producent gwarantuje poprawność wskazań jedynie przy użyciu firmowych przewodów.

OSTRZEŻENIE:

Podłączanie nieodpowiednich przewodów, w szczególności nie dostosowanych do wysokiego napięcia, grozi porażeniem wysokim napięciem lub bardzo dużymi błędami pomiarowymi.

5 Magazynowanie

Przy przechowywaniu przyrządu należy przestrzegać poniższych zaleceń:

- odłączyć od miernika wszystkie przewody
- upewnić się, że miernik i akcesoria są suche,
- przy dłuższym okresie przechowywania należy wyjąć baterie (akumulatory)

6 Rozpoczęcie eksploatacji

Po zakupie miernika należy:

- sprawdzić kompletność zawartości zestawu,
- w pojemniku na baterie (rys. 4) umieścić baterie alkaliczne (akumulatory) typu R6 (AA),
- w razie potrzeby naładować akumulatory.

Uwaga:

W celu skutecznej eliminacji zakłóceń przed pierwszymi pomiarami należy ustawić częstotliwość sieci energetycznej istniejącą na danym obszarze (50Hz lub 60Hz). Aby ustawić 50Hz należy włączyć miernik trzymając wciśnięty przycisk [9] U_{RCU}^{BAT} . Aby ustawić 60Hz należy włączyć miernik trzymając wciśnięty przycisk [7] U_{ISO} . Ustawienia pamiętane są na stałe do kolejnej zmiany.

7 Obsługa

Należy dokładnie zapoznać się z treścią tego rozdziału, ponieważ zostały w nim opisane układy pomiarowe, sposoby wykonywania pomiarów i podstawowe zasady interpretacji wyników.

7.1 Przygotowanie miernika do pracy

Przed przystąpieniem do wykonywania pomiarów należy:

- upewnić się, że stan naładowania baterii lub akumulatorów pozwoli na wykonanie pomiarów
- sprawdzić czy izolacja przewodów pomiarowych nie jest uszkodzona

OSTRZEŻENIE:

Używanie przewodów o uszkodzonej izolacji grozi porażeniem wysokim napięciem lub bardzo dużymi błędami pomiarowymi.

OSTRZEŻENIE:

Nie wolno używać miernika przechowywanego zbyt długo w złych warunkach (np. zawilgoconego).

7.2 Wymiana baterii (akumulatorów)

Miernik MIC-3 jest zasilany dwiema bateriami R6 (rozmiar AA). Zaleca się stosowanie baterii alkalicznych. Można też stosować dwa akumulatory NiCd rozmiaru R6 (do nabycia jako wyposażenie dodatkowe).

OSTRZEŻENIE:

Pozostawienie przewodów w gniazdach podczas wymiany baterii lub akumulatorów może spowodować porażenie niebezpiecznym napięciem.

UWAGA!

W przypadku wylania się baterii wewnątrz pojemnika należy oddać miernik do serwisu.

OSTRZEŻENIE:

Nie wolno używać miernika z niedomkniętą lub otwartą pokrywą baterii ani zasilać go ze źródeł innych niż wymienione w niniejszej instrukcji.

Aby wymienić baterie lub akumulatory należy:

1. Wyjąć przewody z gniazd pomiarowych i wyłączyć miernik.
2. Zdjąć pokrywę baterii w dolnej części obudowy: włożyć w otwór wąski wkrętek, lekko nacisnąć i wysunąć pokrywę w kierunku zaznaczonym strzałką.
3. Wyjąć pojemnik z bateriami lub akumulatorami.

Uwaga:

W obudowie starszego typu nie ma wyodrębnionego pojemnika na baterie.

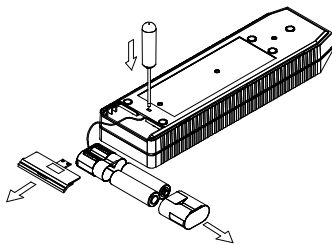
4. Rozłączyć dwie części pojemnika jak pokazano na Rys.4.
5. Wyjąć rozładowane baterie lub akumulatory.
6. Włożyć nowe baterie lub naładowane akumulatory do pojemnika.

OSTRZEŻENIE:

Przestrzegać prawidłowego umieszczenia baterii lub akumulatorów (biegunowość) zgodnie z rysunkiem na pojemniku.

7. Zamknąć pojemnik i włożyć go do miernika.
8. Wsunąć zdjętą pokrywę.

Rozładowane akumulatory należy naładować przy pomocy odpowiedniej ładowarki (do nabycia jako wyposażenie dodatkowe).



Rys.4. Sposób wymiany baterii (akumulatorów)

7.3 Warunki wykonania pomiaru i uzyskania poprawnych wyników

Dla prawidłowego wykonania pomiaru niezbędne jest spełnienie kilku warunków. Miernik automatycznie wstrzymuje procedurę pomiarową w przypadku stwierdzenia nieprawidłowości:

Sytuacja	Wyświetlane symbole i sygnały ostrzegawcze	Uwagi
Podczas pomiaru rezystancji izolacji miernik wykrył obecność napięcia w obiekcie badanym: stałego większego od 2V lub przemiennego większego od 20V. Podczas niskonapięciowego pomiaru rezystancji miernik wykrył obecność napięcia w obiekcie badanym większego od 6,0V lub mniejszego od -0,1V podczas dołączania własnego źródła prądu	19 UDE	Należy niezwłocznie odłączyć miernik od badanego obiektu!
Przekroczony został zakres pomiarowy.	18 OFL	

Przed pomiarami oraz na bieżąco w trakcie wykonywania większej ilości pomiarów należy kontrolować napięcie zasilające. Jest ono wyświetlane na głównym polu wyświetlacza **11** przez 5 sekund po naciśnięciu klawisza **9** ^{U_{BAT}} _{U_{ACU}} (na dodatkowym polu wyświetlany jest symbol **25** ^{BAT} _{ACU}). Minimalne napięcie zasilające umożliwiające pomiar z deklarowaną dokładnością wynosi 2,4V dla baterii i 2,0V dla akumulatorów.

Uwaga:

Po wyświetleniu wartości napięcia zasilania wygląd ekranu wraca do poprzedniego stanu. Wyświetlenie wartości napięcia zasilającego nie jest możliwe w czasie trwania pomiaru.

7.4 Pomiar rezystancji izolacji

UWAGA!

Podłączenie do miernika napięcia większego niż 400V_{AC/DC} może spowodować jego uszkodzenie.

OSTRZEŻENIE:

Mierzony obiekt nie może znajdować się pod napięciem.

OSTRZEŻENIE:

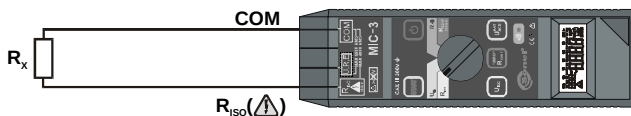
Niedopuszczalne jest odłączanie przewodów pomiarowych przed zakończeniem pomiaru. Grozi to porażeniem wysokim napięciem i uniemożliwia rozładowanie badanego obiektu.

Uwaga:

Podczas pomiaru, zwłaszcza dużych rezystancji, należy dopilnować, aby nie stykały się ze sobą przewody pomiarowe i sondy (krokodyłki), ponieważ na skutek przepływu prądów powierzchniowych wynik pomiaru może zostać obciążony dodatkowym błędem.

Uwaga:

Po włączeniu przyrządu przyciskiem [4]  i ustawieniu funkcji pomiarowej R_{ISO} przyrząd znajduje się w trybie pomiaru napięcia.



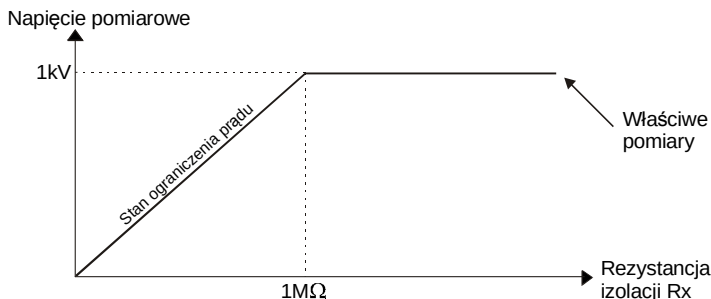
Rys.5. Pomiar rezystancji izolacji

7.4.1 Opis ogólny

Przyrząd mierzy rezystancję izolacji podając na badaną rezystancję R_x napięcie pomiarowe U i mierząc przepływający przez nią prąd I kontrolowany od strony zacisku [1] R_{ISO}. Przy obliczaniu wartości rezystancji izolacji miernik korzysta z technicznej metody pomiaru rezystancji ($R_x = U/I$). Napięcie pomiarowe jest wybierane spośród trzech wartości: 250V, 500V lub 1000V.

Prąd wyjściowy przetwornicy ograniczany jest na poziomie 1 mA. Załączenie ograniczenia prądowego sygnalizowane jest ciągłym sygnałem dźwiękowym. Wynik pomiaru jest wówczas prawidłowy, ale na zaciskach pomiarowych występuje napięcie pomiarowe niższe niż wybrane przed pomiarem.

Szczególnie często ograniczenie prądu może występować w pierwszej fazie pomiaru wskutek ładowania pojemności badanego obiektu.



Rys.6. Rzeczywiste napięcie pomiarowe w funkcji mierzonej rezystancji izolacji R_x (dla maksymalnego napięcia pomiarowego)

Uruchomienie pomiaru następuje po wciśnięciu i przytrzymaniu przycisku **[5] START**. Na wyświetlaczu pojawia się symbol **[17] ▲** informujący o obecności napięcia pomiarowego na zaciskach miernika. Dopóki napięcie to nie osiągnie 90% ustawionej wartości (a także po przekroczeniu 110%) miernik emituje ciągły sygnał dźwiękowy.

OSTRZEŻENIE:

Przy pomiarach rezystancji izolacji, na końcówkach przewodów pomiarowych miernika MIC-3 występuje niebezpieczne napięcie do 1kV.

UWAGA!

Wyświetlenie napisu **[19] Udel** informuje o tym, że badany obiekt jest pod napięciem. Pomiar jest blokowany. Należy niezwłocznie odłączyć miernik od obiektu. Możliwy jest pomiar (jednak bez gwarantowanej dokładności), jeżeli napięcie przemienne w obiekcie ma wartość w granicach 2...20V, przy napięciu stałym nieprzekraczającym 2V. Na polu dodatkowym wyświetlacza, naprzemiennie z wartością napięcia przetwornicy wyświetlany jest w takim przypadku symbol **[24] f_{rd}**.

Po zwolnieniu przycisku **[5] START** pomiar zostaje przerwany. Aby nie trzymać wciśniętego przycisku **[5] START** w czasie pomiaru, należy po jego wciśnięciu naciśnąć przycisk **[9] U_{BAT}^{BAT}_{ACU}**. Wówczas pomiar można zakończyć przez ponowne naciśnięcie i przytrzymanie przycisku **[5] START**.

Uwaga:

Włączenie podtrzymania cyklu pomiarowego przyciskiem [9] U_{ACU}^{BAT} jest sygnalizowane:

- krótką przerwą w sygnale dźwiękowym, jeżeli napięcie pomiarowe nie osiągnęło 90% lub przekroczyło 110% ustawionej wartości
- krótkim sygnałem dźwiękowym, jeżeli napięcie pomiarowe jest pomiędzy 90% a 110% ustawionej wartości

Tak włączony pomiar trwa do ponownego naciśnięcia przycisku [5] START lub do rozładowania baterii.

Miernik samoczynnie dobiera jeden z czterech (pięciu dla 1000V) zakresów pomiarowych.

Na głównym polu odczytowym [11] wyświetlana jest wartość rezystancji izolacji, a na dodatkowym polu odczytowym [12] rzeczywiste napięcie pomiarowe.

Po zakończeniu pomiaru następuje zwarcie zacisków [1] R_{iso} oraz [3] COM przez rezystancję 100 k Ω , co zapewnia rozładowanie pojemności mierzonego obiektu.

Uwaga:

Jeżeli po 60 sekundach od wciśnięcia przycisku [5] START napięcie pomiarowe nie osiągnie ustawionej wartości (za mała wartość rezystancji izolacji) to pomiar zostaje zakończony a na głównym polu odczytowym [11] wyświetlony jest napis [20] H, L E (zbyt duży prąd upływu). Napis ten ukazuje się również wtedy, gdy podczas pomiaru izolacja ulegnie przebiciu.

Uwaga:

Wyładowania elektryczne w uszkodzonej izolacji, a także iskrzenie między końcem sondy pomiarowej a mierzonym obiektem mogą być źródłem silnych zakłóceń elektromagnetycznych. Zakłócenia te mogą spowodować wadliwą pracę znajdujących się w pobliżu urządzeń elektronicznych, jak również samego miernika. Dlatego niezbędne jest dokładne przyłączenie końcówek pomiarowych do mierzonego obiektu przed naciśnięciem przycisku [5] START.

7.4.2 Wybór napięcia pomiarowego

Przed rozpoczęciem pomiaru rezystancji izolacji należy ustawić żadaną wartość napięcia pomiarowego. W tym celu należy wcisnąć przycisk [7] U_{iso} . Na głównym polu odczytowym [11] wyświetlona jest ostatnio wybrana wartość napięcia. Drugie naciśnięcie (następujące przed upływem 3 sekund) przycisku [7] U_{iso} powodują przeskok do kolejnych wartości napięcia w sekwencji: 250V→500V→1000V→250V.

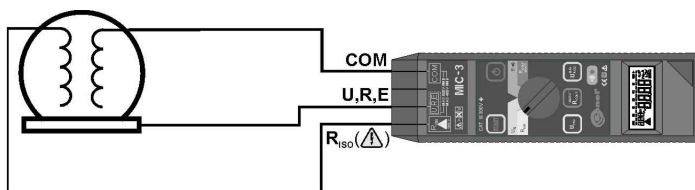
Zatwierdzenie (wpisanie do pamięci nastaw) następuje automatycznie po 3 sekundach od ostatniego naciśnięcia przycisku [7] U_{iso} . Jest to sygnalizowa-

ne trzema krótkimi dźwiękami brzęczyka, po czym przyrząd przechodzi w tryb pomiaru napięcia.

Po uruchomieniu pomiaru rezystancji izolacji przyciskiem **[5] START** wartość napięcia pomiarowego w [kV] jest wyświetlana na pomocniczym polu odczytowym **[12]**.

7.4.3 Pomiar metodą trójzaciskową

W celu wyeliminowania wpływu rezystancji powierzchniowych w urządzeniach do 1kV stosuje się pomiar trójzaciskowy. Przykładowo przy pomiarze rezystancji międzyuzwojeniowej małego silnika, gniazdo **[2] U,R,E** miernika łączymy z obudową silnika:



Rys.7. Pomiar rezystancji izolacji silnika metodą trójzaciskową

7.4.4 Bargraf

Widoczny w górnej części wyświetlacza bargraf **[13]** (linijka świetlna) służy do ułatwienia obserwacji zmian rezystancji badanego obiektu podczas pomiaru. Ma on skalę logarymiczną. Wyświetlenie wszystkich segmentów oznacza wartość mierzonej rezystancji ok. 30GΩ. Jednoczesne wyświetlenie elementu ► informuje, że mierzona wartość wynosi więcej niż 30GΩ. Wyświetlenie elementu ► przy zgaszonych segmentach linijki świadczy o przerwie w obwodzie pomiarowym.

7.5 Pomiar rezystancji połączeń ochronnych i wyrównawczych

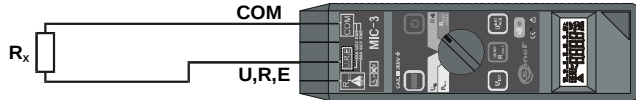
Aby mierzyć ciągłość obwodu przełącznik funkcji **[6]** należy ustawić w pozycji **R_{CONT} 200mA**. Przed pomiarami (również po wyłączeniu i ponownym włączeniu miernika) należy zewrzeć końcówki przewodów pomiarowych i wyzerować przyrząd przez naciśnięcie klawisza **[8] ^{"ZERO"} R_{CONT}**.

UWAGA!

Podłączenie do miernika napięcia większego niż 600V_{AC/DC} może spowodować jego uszkodzenie.

Uwaga:

Ze względu na zwiększony pobór prądu ze źródła zasilania i znaczną moc wydzielaną w badanym obwodzie nie należy tej funkcji używać do pomiarów rezystancji (patrz punkt 7.7 Niskonapięciowy pomiar rezystancji).



Rys.8. Pomiar ciągłości obwodów

Spadek napięcia na mierzonej rezystancji nie przekracza 5V. Prąd pomiarowy w tej funkcji zwiększony jest do wartości większej od 200mA.

Uwaga:

Obecność na zaciskach miernika napięcia pochodzącego z badanego obiektu uniemożliwia pomiar powodując wyświetlenie napisu **19 UDET**.

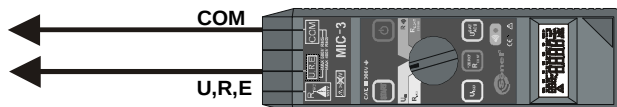
Pomiar wyzwalany jest przez podłączenie przewodów pomiarowych do obiektu mierzonego. Następny pomiar uruchamia się przez odłączenie i ponowne podłączenie jednego z przewodów pomiarowych lub przez przyciśnięcie klawisza **5 START**. W obu przypadkach uruchomienie nowego pomiaru sygnalizowane jest przez wyświetlanie poziomych kresek na dodatkowym polu wyświetlacza. Wyświetlenie symbolu **26** Lo informuje, że prąd pomiarowy jest większy od 200mA.

7.6 Pomiar napięcia stałego i przemiennego

UWAGA!

Podłączenie do miernika napięcia większego niż $600V_{AC/DC}$ może spowodować jego uszkodzenie.

Aby mierzyć napięcia stałe lub przemiennie należy przełącznik funkcji **6** ustawić w pozycji **U**.



Rys.9. Pomiar napięcia

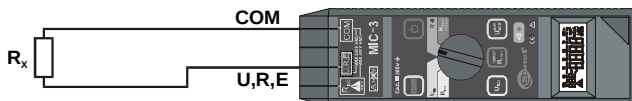
Miernik rozpoznaje czy mierzone jest napięcie stałe czy przemiennie i automatycznie przełącza wewnętrzne układy pomiarowe, wyświetlając dla napięć przemiennych symbol **16** $\sim$.

7.7 Niskonapięciowy pomiar rezystancji

Aby mierzyć rezystancję niskim napięciem (do 5V) przełącznik funkcji [6] należy ustawić w pozycji **R** .

UWAGA!

Podłączenie do miernika napięcia większego niż 600V_{AC/DC} może spowodować jego uszkodzenie.



Rys.10. Niskonapięciowy pomiar rezystancji

Spadek napięcia na mierzonej rezystancji nie przekracza 5V a prąd pomiarowy ograniczony jest do 10mA. Jeżeli wartość mierzonej rezystancji R_x jest mniejsza od ok. 10 Ω , miernik generuje ciągły sygnał dźwiękowy, czemu towarzyszy świecenie diody LED.

Uwaga:

Obecność na zaciskach miernika napięcia pochodzącego z badanego obiektu uniemożliwia pomiar powodując wyświetlenie napisu [19] **UdEt**.

8 Rozwiązywanie problemów

8.1 Ostrzeżenia i informacje wyświetlane przez miernik

Miernik MIC-3 sygnalizuje na wyświetlaczu stany ostrzegawcze związane z działaniem miernika, bądź też z warunkami zewnętrznymi powiązanymi z procesem pomiarowym.

8.1.1 Przekroczenie zakresu pomiarowego

Wyświetlany symbol	Przyczyna	Postępowanie
DFL	Mierzona rezystancja izolacji większa niż maksymalna dla danego napięcia	
	Mierzone napięcie większe niż $600V_{AC/DC}$	
	Rezystancja mierzona niskonapięciowo lub rezystancja połączenia ochronnego (wyrównawczego) większa niż 400Ω	

8.1.2 Informacje związane z badanym obiektem

Wyświetlany symbol	Przyczyna	Postępowanie
UdEt	Przy włączonej funkcji niskonapięciowego pomiaru rezystancji badany obiekt znajduje się pod napięciem większym od 2V	Odłączyć miernik i usunąć napięcie z badanego obiektu
	Przy włączonej funkcji pomiaru rezystancji izolacji obiekt znajduje się pod napięciem stałym większym od 2V lub przemiennym większym od 20V	
ErU - naprzemiennie z wartością napięcia przetwornicy	Przy włączonej funkcji pomiaru rezystancji izolacji obiekt znajduje się pod napięciem przemiennym o wartości w granicach 2...20V, przy napięciu stałym nie większym od 2V	Możliwe pomiary rezystancji izolacji, ale bez gwarantowanej dokładności

8.2 Komunikaty o błędach wykrytych w wyniku samokontroli

Przyrządy MIC-3 są często narażone na silne zakłócenia elektromagnetyczne, które mogą wpłynąć na zawartość wewnętrznych rejestrów. Miernik automatycznie kontroluje niektóre parametry i w razie potrzeby wyświetla komunikaty o błędach:

E 10 - błąd odczytu lub zapisu pamięci wyników i nastaw

E 88 - błąd sumy kontrolnej

Wyświetlenie komunikatu o błędzie może być spowodowane chwilowym oddziaływaniem czynników zewnętrznych. W związku z tym należy wyłączyć przyrząd i włączyć go ponownie. Jeżeli problem będzie się powtarzał należy oddać miernik do serwisu.

8.3 Zanim oddasz miernik do serwisu

Zanim prześlesz przyrząd do naprawy zadzwonić do serwisu, być może okaże się, że miernik nie jest uszkodzony, a problem wystąpił z innego powodu.

Usuwanie uszkodzeń miernika może być przeprowadzane tylko w placówkach upoważnionych przez producenta.

Zalecane postępowanie w niektórych sytuacjach występujących podczas użytkowania miernika:

OBJAW	PRZYCZYNA	POSTĘPOWANIE
Miernik nie załącza się przyciskiem  .	Rozładowane baterie (akumulatory)	Wymienić baterie lub naładować akumulatory. Jeżeli sytuacja nie ulega zmianie, oddać miernik do serwisu
Niewyraźne i przypadkowe wyświetlanie segmentów wyświetlacza		
Miernik wyłącza się w czasie wstępnego testu		
Błędy pomiaru po przeniesieniu miernika z otoczenia zimnego do ciepłego o dużej wilgotności	Brak aklimatyzacji	Nie wykonywać pomiarów aż do czasu ogrzania miernika do temperatury otoczenia (ok. 30 minut)
Niestabilny wynik podczas pomiarów rezystancji izolacji	Zakłócenia w mierzonym obiekcie	Usunąć źródło zakłóceń
	Uszkodzone przewody pomiarowe	Wymienić przewody
	Upływność przez rezystancje powierzchniowe	Zastosować pomiar trójzaciskowy
Zbyt niska wartość R_{ISO} podczas pomiaru na tym samym obiekcie najpierw napięciem wyższym, potem niższym	Typowe zjawisko fizyczne: wpływ wcześniejszego spolaryzowania dipoli elektrycznych w dielektryku	Odczekać kilka minut i ponownie wykonać pomiar

OBJAW W funkcji R_{iso} miernik emituje ciągły sygnał dźwiękowy z krótkimi przerwami	PRZYCZYNA Uszkodzona izolacja badanego obiektu; napięcie pomiarowe różni się od ustawionego o więcej niż 10%	POSTĘPOWANIE Zakończyć pomiary - - izolacja mierzonego obiektu jest uszkodzona Jeżeli sytuacja powtarza się dla innego mierzonego obiektu, miernik należy oddać do serwisu
W trakcie pomiaru rezystancji izolacji praca miernika zostaje zakłócona (np. zbyt wczesne samowylączenie)	Uszkodzona izolacja badanego obiektu; przebicia lub iskrzenia w badanym obiekcie	
Po wciśnięciu przycisku START brzęczyk wysyła ciągły sygnał dźwiękowy	Zadziałało ograniczenie prądowe podczas przeładowywania pojemności mierzonego obiektu	Poczekać od kilku do kilkunastu sekund nie przerywając pomiaru
Uszkodzenie przewodu pomiarowego	Zerwanie, ułamanie lub wyrwanie przewodu z końcówki	Wymienić przewód
Po zakończeniu pomiaru i odłączeniu sond od mierzonego obiektu, pozostaje on naładowany do niebezpiecznego napięcia	Sondy były odłączone od obiektu przed końcem pomiaru	Niedopuszczalne jest odłączanie przewodów pomiarowych od badanego obiektu przed zakończeniem pomiaru
	Uszkodzony układ rozładowania	Jeżeli mimo prawidłowego wykonania pomiaru obiekt nadal pozostaje naładowany, miernik należy oddać do serwisu

9 Czyszczenie i konserwacja

Obudowę miernika można czyścić miękką, wilgotną flanelą używając ogólnie dostępnych detergentów. Nie należy używać żadnych rozpuszczalników, ani środków czyszczących, które mogłyby porysować obudowę (proszki, pasty itp.).

Układ elektroniczny miernika nie wymaga konserwacji.

10 Rozbiórka i utylizacja

Zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny należy gromadzić selektywnie, tj. nie umieszczać z odpadami innego rodzaju.

Zużyty sprzęt elektroniczny należy przekazać do punktu zbiórki zgodnie z Ustawą o zużytym sprzęcie elektrycznym i elektronicznym.

Przed przekazaniem sprzętu do punktu zbiórki nie należy samodzielnie demontować żadnych części z tego sprzętu.

Należy przestrzegać lokalnych przepisów dotyczących wyrzucania opakowań, zużytych baterii i akumulatorów.

11 Załączniki

11.1 Dane techniczne

- „w.w.” w określeniu błędu podstawowego oznacza wartość wskazaną.

Pomiar rezystancji izolacji

- napięcia pomiarowe: 250V, 500V i 1000V
dokładność zadawania napięcia ($R_{obc} [\Omega] \geq 1000 \cdot U_N [V]$): -0+10% od ustalonej wartości
- stabilność temperaturowa napięcia lepsza niż: 0,1% / °C

Zakres pomiarowy wg IEC 61557-2 dla $U_N = 250V$: 250kΩ...1000MΩ

Zakres wyświetlania dla $U_N = 250V$	Rozdzielczość	Błąd podstawowy
0...1999kΩ	1kΩ	± (3 % w.w. + 8 cyfr)
2,00...19,99MΩ	0,01MΩ	
20,0...199,9MΩ	0,1MΩ	
200...1000MΩ	1MΩ	

Zakres pomiarowy wg IEC 61557-2 dla $U_N = 500V$: 500kΩ...1999MΩ

Zakres wyświetlania dla $U_N = 500V$	Rozdzielczość	Błąd podstawowy
0...1999kΩ	1kΩ	± (3 % w.w. + 8 cyfr)
2,00...19,99MΩ	0,01MΩ	
20,0...199,9MΩ	0,1MΩ	
200...1999MΩ	1MΩ	

Zakres pomiarowy wg IEC 61557-2 dla $U_N = 1000V$: 1000kΩ...3,00GΩ

Zakres wyświetlania dla $U_N = 1000V$	Rozdzielczość	Błąd podstawowy
0...1999kΩ	1kΩ	± (3 % w.w. + 8 cyfr)
2,00...19,99MΩ	0,01MΩ	
20,0...199,9MΩ	0,1MΩ	
200...1999MΩ	1MΩ	
2,00...3,00GΩ	0,01GΩ	± (4 % w.w. + 6 cyfr)

⇒ **Uwaga:** Dla wartości rezystancji izolacji poniżej R_{ISOmin} nie specyfikuje się dokładności ze względu na pracę miernika z ograniczeniem prądu przetwornicy zgodnie ze wzorem:

$$R_{ISO\ min} = \frac{U_{ISO\ nom}}{I_{ISO\ max}}$$

gdzie:

R_{ISOmin} – minimalna rezystancja izolacji mierzona bez ograniczenia prądu przetwornicy

U_{ISONom} – nominalne napięcie pomiarowe

I_{ISOmax} – maksymalny prąd przetwornicy (1mA)

Pomiar napięć (między zaciskami **3** COM i **2** U,R,E)

- napięcia stałe

Zakres	Rozdzielczość	Błąd podstawowy
0...600V	1V	$\pm (3 \% \text{ w.w.} + 2 \text{ cyfry})$

- napięcia przemienne 45...65 Hz (kształt sinusoidalny z zawartością harmonicznymi $< 2\%$)

Zakres	Rozdzielczość	Błąd podstawowy
0...600V	1V	$\pm (3 \% \text{ w.w.} + 2 \text{ cyfry})$

Niskonapięciowy pomiar rezystancji

Zakres	Rozdzielczość	Błąd podstawowy
0,0...199,9 Ω	0,1 Ω	$\pm (2\% \text{ w.w.} + 3 \text{ cyfry})$
200...399 Ω	1 Ω	$\pm (4\% \text{ w.w.} + 3 \text{ cyfry})$

- sygnał dźwiękowy dla rezystancji mniejszych od ok. 10 Ω
- maksymalne napięcie na rozwartych zaciskach – 5V
- maksymalny prąd przy zwartych zaciskach – 10mA

Pomiar rezystancji połączeń ochronnych i wyrównawczych

Zakres pomiarowy wg IEC 61557-4: 0,11...399 Ω

Zakres wyświetlania	Rozdzielczość	Błąd podstawowy
0,00...19,99 Ω	0,01 Ω	$\pm (2\% \text{ w.w.} + 3 \text{ cyfry})$
20,0...199,9 Ω	0,1 Ω	
200...399 Ω	1 Ω	

- maksymalne napięcie na rozwartych zaciskach – 5,0V
- prąd przy zwartych zaciskach (dla $U_{\text{BAT}} \geq 2,4\text{V}$) $> 200\text{mA}$

Pozostałe dane techniczne

- a) rodzaj izolacji podwójna, zgodnie z PN-EN 61010-1 i IEC 61557
- b) kategoria pomiarowa III 300V wg PN-EN 61010-1
- c) stopień ochrony obudowy wg PN-EN 60529 IP40
- d) zasilanie miernika: 2 baterie R6 (rozmiar AA) lub 2 akumulatory NiCd R6

Uwaga:

W przypadku użytkowania przyrządu w niskich temperaturach i/lub ze źródłem zasilania niskiej jakości wydajność prądowa zgodnie z normą IEC 61557-2 może nie zostać osiągnięta.

- e) wymiary 230 x 67 x 35 mm
- f) masa miernika: ok. 300 g
- g) temperatura odniesienia $+23 \pm 2^\circ\text{C}$
- h) temperatura pracy $0...+40^\circ\text{C}$
- i) temperatura przechowywania $-20...+60^\circ\text{C}$
- j) czas do samowylączenia 120 sekund
- k) częstotliwość pomiarów dla funkcji pomiarowej R_{ISO} ok. 3 pomiary/sekundę
- l) ilość pomiarów R_{ISO} (dla baterii Panasonic POWERMAX 3) min. 1500
- m) ilość pomiarów R_{CONT} (dla baterii Panasonic POWERMAX 3) min. 5000
- n) wyświetlacz ciekłokrystaliczny, 4 cyfry o wysokości 14mm

- o) wyrób spełnia wymagania EMC wg norm.....
.....PN-EN 61326-1:2006 i PN-EN 61326-2-2:2006

11.2 Producent

Producentem przyrządu prowadzącym serwis gwarancyjny i pogwarancyjny jest:

SONEL S. A.
ul. Wokulskiego 11
58-100 Świdnica
tel. (74) 858 38 78 (Dział Handlowy)
(74) 858 38 79 (Serwis)
fax (74) 858 38 08
e-mail: dh@sonel.pl
internet: www.sonel.pl

Uwaga:

Do prowadzenia napraw serwisowych upoważniony jest jedynie producent.

11.3 Usługi laboratoryjne

Laboratorium pomiarowe firmy SONEL S.A. oferuje sprawdzenia oraz wydanie świadectwa wzorcowania następujących przyrządów związanych z pomiarami wielkości elektrycznych i nieelektrycznych:

- kamer termowizyjnych,
- pirometrów,
- mierników do pomiarów przeciwporażeniowych i ochronnych: rezystancji izolacji, rezystancji i impedancji uziemień, pętli zwarcia, parametrów wyłączników różnicowoprądowych oraz mierników wielofunkcyjnych obejmujących funkcjonalnie w/w przyrządy,
- mierników bezpieczeństwa sprzętu elektrycznego,
- analizatorów jakości zasilania,
- mierników do pomiaru małych rezystancji,
- mierników napięcia, prądu (również cęgowych), rezystancji oraz multimetrów,
- mierników oświetlenia.

Świadectwo wzorcowania jest dokumentem potwierdzającym zgodność parametrów zadeklarowanych przez producenta badanego przyrządu odniesione do wzorca państwowego, z określeniem niepewności pomiaru.

Zgodnie z normą **PN-ISO 10012-1, zał. A** – „Wymagania dotyczące zapewnienia jakości wyposażenia pomiarowego. System potwierdzania metrologicznego wyposażenia pomiarowego” – firma SONEL S.A. zaleca, dla produkowanych przez siebie przyrządów, stosowanie okresowej kontroli metrologicznej nie rzadziej niż **co 13 miesięcy**.

Dla wprowadzanych do użytkowania fabrycznie nowych przyrządów posiadających Certyfikat Kalibracji lub Świadectwo Wzorcowania, kolejną kontrolę metrologiczną (wzorcowanie) zaleca się przeprowadzić w terminie **do 13 miesięcy** od daty zakupu, jednak nie później, niż **19 miesięcy** od daty produkcji.

Uwaga:

W przypadku przyrządów wykorzystywanych do badań związanych z ochroną przeciwporażeniową, osoba wykonująca pomiary powinna posiadać całkowitą pewność, co do sprawności używanego przyrządu. Pomiary wykonane niesprawnym miernikiem mogą przyczynić się do błędnej oceny skuteczności ochrony zdrowia, a nawet życia ludzkiego.



$1\text{G}\Omega = 1\,000\text{M}\Omega = 1\,000\,000\text{k}\Omega = 1\,000\,000\,000\,\Omega$

$1\text{M}\Omega = 1\,000\text{k}\Omega = 1\,000\,000\,\Omega$

$1\text{k}\Omega = 1\,000\,\Omega$

SONEL S.A.

ul. Wokulskiego 11

58-100 Świdnica

tel. (74) 858 38 78 (Dział Handlowy)

(74) 858 38 79 (Serwis)

fax (74) 858 38 08

<http://www.sonel.pl>

e-mail: dh@sonel.pl