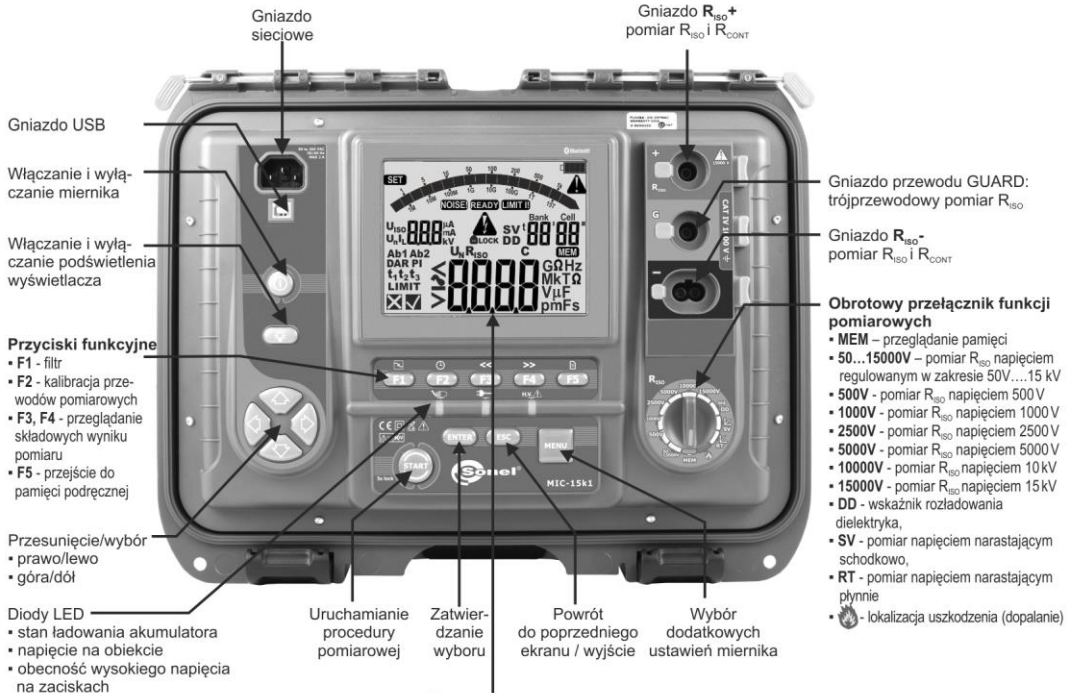


INSTRUKCJA OBSŁUGI

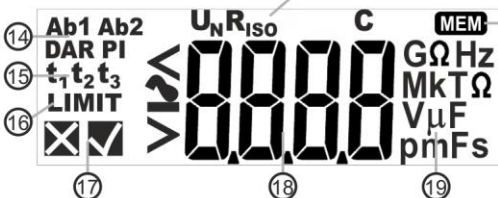
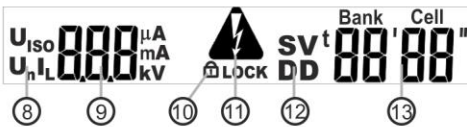
MIERNIK REZYSTANCJI IZOLACJI

MIC-15k1

MIC-15k1



WYŚWIETLACZ



- Symbol aktywności trybu ustawiania parametrów pomiaru
- Bargraf
- Symbol obecności napięcia zakłócającego
- Gotowość do pomiaru
- Praca z ograniczeniem prądu pomiarowego
- Stan naładowania akumulatora
- Ostrzeżenie
 - podkreślenie wagi zawartej na wyświetlaczu informacji o błędzie
 - sygnalizacja potrzeby skorzystania z instrukcji obsługi
- Symbole wielkości wyświetlanych na polu pomocniczym
- Pomocnicze pole odczytowe
- Symbol podtrzymania (zablokowania) pomiaru
- Sygnalizacja obecności wysokiego napięcia na zaciskach U_{ISO}
- SV - sygnalizacja pomiaru napięciem narastającym
- DD - wskaźnik rozładowania dielektryka
- Nr banku i komórki pamięci
- Czas trwania pomiaru
- Symbole współczynników absorpcji
- Symbole czasów do obliczania współczynników absorpcji
- Ustawianie dopuszczalnej granicznej wartości rezystancji
- Ocena poprawności wyniku
- Wartość mierzonej wielkości
- Jednostki odczytu
- Tryb aktywności pamięci
 - zapis do pamięci
 - przeglądanie pamięci
- Symbole mierzonych wielkości



INSTRUKCJA OBSŁUGI

MIERNIK REZYSTANCJI IZOLACJI MIC-15k1



**SONEL S.A.
ul. Wokulskiego 11
58-100 Świdnica**

Wersja 1.14 07.10.2022

Miernik MIC-15k1 jest nowoczesnym, wysokiej jakości przyrządem pomiarowym, łatwym i bezpiecznym w obsłudze pod warunkiem stosowania się do zasad przedstawionych w niniejszej instrukcji. Ponadto zapoznanie się z nią pozwoli uniknąć błędów przy pomiarach i zapobiegnie ewentualnym problemom przy obsłudze miernika.

SPIS TREŚCI

1	Bezpieczeństwo	5
2	Opis ogólny i funkcje przyrządu	6
3	Konfiguracja miernika	7
4	Pomiary	11
4.1	Ustawienia pomiarów	12
4.2	Pomiar dwuprzewodowy	15
4.3	Pomiar trójprzewodowy	19
4.4	Pomiar rezystancji powierzchniowej i skrośnej izolatora – tryb Sr	21
4.5	Pomiary napięciem narastającym – SV	23
4.6	Pomiar napięciem narastającym płynnie – RT	25
4.7	Lokalizacja uszkodzenia (🔥 Dopalenie)	28
4.8	Wskaźnik rozładowania dielektryka – DD	30
4.9	Wskaźnik wylądowań niezupełnych	33
4.10	Zdalne sterowanie miernikiem	33
4.11	Pomiar prądów polaryzacji i depolaryzacji PDC	35
4.12	Ustalanie długości mierzonego kabla	37
4.13	Badanie szczelności pancerza kabla SN	38
5	Pamięć wyników pomiarów	39
5.1	Wpisywanie wyników pomiarów do pamięci	39
5.2	Przeglądanie pamięci	41
5.3	Kasowanie pamięci	42
5.3.1	Kasowanie banku	42
5.3.2	Kasowanie całej pamięci	43
6	Transmisja danych	45
6.1	Pakiet wyposażenia do współpracy z komputerem	45
6.2	Transmisja danych przy pomocy złącza USB	45
6.3	Transmisja danych przy pomocy modułu Bluetooth	46
7	Uaktualnianie oprogramowania	47
8	Zasilanie miernika	48
8.1	Monitorowanie napięcia zasilającego	48
8.2	Zasilanie z akumulatora	48
8.3	Ładowanie akumulatora	48
8.4	Zasilanie z sieci	49
8.5	Ogólne zasady użytkowania akumulatorów litowo-jonowych (Li-Ion)	49
9	Czyszczenie i konserwacja	50
10	Magazynowanie	50
11	Rozbiórka i utylizacja	50
12	Dane techniczne	51
12.1	Dane podstawowe	51
12.2	Pozostałe dane techniczne	53

12.3 Dane dodatkowe	54
12.3.1 Niepewności dodatkowe wg PN-EN 61557-2 (R_{ISO}).....	54
13 Akcesoria	55
13.1 Akcesoria standardowe	55
13.2 Akcesoria opcjonalne	55
14 Producent	56
15 Usługi laboratoryjne	57

1 Bezpieczeństwo

Przyrząd MIC-15k1, przeznaczony do badań kontrolnych ochrony przeciwporażeniowej w sieciach elektroenergetycznych, służy do wykonywania pomiarów, których wyniki określają stan bezpieczeństwa instalacji. 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 i zastosować się do przepisów bezpieczeństwa i zaleceń producenta.
- Zastosowanie miernika inne niż podane w tej instrukcji może spowodować uszkodzenie przyrządu i być źródłem poważnego niebezpieczeństwa dla użytkownika.
- Miernik MIC-15k1 może być używany jedynie przez wykwalifikowane osoby posiadające wymagane uprawnienia do prac przy instalacjach elektrycznych. Posługiwanie się miernikiem przez osoby nieuprawnione może spowodować uszkodzenie przyrządu i być źródłem poważnego niebezpieczeństwa dla użytkownika i osób postronnych.
- Przy pomiarach rezystancji izolacji na końcówkach przewodów pomiarowych miernika występuje niebezpieczne napięcie do 16,5 kV ($15 \text{ kV} + (0 \dots 10\%)$).
- Przed pomiarem rezystancji izolacji należy upewnić się, czy badany obiekt został odłączony od napięcia.
- W czasie pomiaru rezystancji izolacji nie wolno odłączać przewodów od badanego obiektu, dopóki nie nastąpi koniec pomiaru (patrz **rozdz. 4.2**). W przeciwnym razie pojemność obiektu nie zostanie rozładowana, co grozi porażeniem.
- Przy pomiarze rezystancji izolacji kabla należy zadbać, by drugi jego koniec był zabezpieczony przed przypadkowym dotknięciem.
- Stosowanie niniejszej instrukcji nie wyłącza konieczności przestrzegania przepisów BHP i innych właściwych przepisów przeciwpożarowych, wymaganych przy wykonywaniu prac danego rodzaju. Przed przystąpieniem do pracy z urządzeniem w warunkach specjalnych – np. o atmosferze niebezpiecznej pod względem wybuchowym i pożarowym – niezbędne jest przeprowadzenie konsultacji z osobą odpowiedzialną za bezpieczeństwo i higienę pracy.
- 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). Po przeniesieniu miernika z otoczenia zimnego do ciepłego o dużej wilgotności nie wykonywać pomiarów do czasu ogrzania miernika do temperatury otoczenia (ok. 30 minut).
- Należy pamiętać, że napis **bat** zapalający się na wyświetlaczu oznacza zbyt niskie napięcie zasilające i sygnalizuje potrzebę naładowania akumulatorów.
- Napisy **ErrX**, gdzie **X** jest liczbą od 0 do 9, sugerują niepoprawną pracę urządzenia. Jeżeli po ponownym uruchomieniu sytuacja się powtarza, świadczy to o uszkodzeniu miernika.
- Przed rozpoczęciem pomiaru należy wybrać właściwą funkcję pomiarową i sprawdzić, czy przewody podłączone są do odpowiednich gniazd pomiarowych.
- Nie wolno zasilać miernika ze źródeł innych niż wymienione w niniejszej instrukcji.
- Wejścia R_{iso} miernika są zabezpieczone elektronicznie przed przeciążeniem (np. na skutek przyłączenia do obwodu będącego pod napięciem) do 1500 V przez 60 sekund.
- Naprawy mogą być wykonywane wyłącznie przez autoryzowany serwis.




W związku z ciągłym rozwijaniem oprogramowania przyrządu wygląd wyświetlacza dla niektórych funkcji może być nieco inny niż przedstawiony w niniejszej instrukcji.

2 Opis ogólny i funkcje przyrządu

Cyfrowy miernik MIC-15k1 przeznaczony jest do pomiarów rezystancji izolacji. Do najważniejszych cech przyrządu należą:

☐ Pomiar rezystancji izolacji

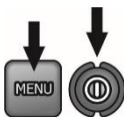
- napięcia pomiarowe 500 V, 1000 V, 2500 V, 5000 V, 10 000 V oraz 15 000 V lub regulowane w zakresie 50...15 000 V
- pomiar rezystancji izolacji do 40 TΩ
- pomiar napięciem narastającym płynnie (RT) lub krokowo (SV)
- pomiar wskaźnika rozładowania dielektryka DD
- funkcja  Dopalenie
- wskazywanie prądu upływu
- bezpośredni pomiar jednego lub dwóch współczynników absorpcji
- akustyczne wyznaczanie pięciosekundowych odcinków czasu, ułatwiające zdjęcie charakterystyk czasowych przy pomiarze rezystancji izolacji
- pomiar pojemności mierzonego obiektu
- wyznaczanie długości kabla
- samoczynne rozładowanie pojemności mierzonego obiektu po zakończeniu pomiaru rezystancji izolacji
- przyrząd umożliwia wykonywanie pomiarów w środowisku silnie zakłóconym

☐ Pozostałe

- automatyczny wybór zakresu pomiarowego
- pamięć wyników pomiarowych z możliwością ich przesyłania do komputera PC przez łącze Bluetooth, USB lub RS-232 (opcja)
- duży, czytelny wyświetlacz z opcją podświetlenia
- monitorowanie stanu naładowania akumulatora
- samoczynne wyłączenie się nieużywanego przyrządu (funkcja AUTO-OFF)
- ergonomiczna obsługa
- współpraca z aplikacją mobilną umożliwiającą sterowanie miernikiem, odczyt danych i prezentowanie ich na bieżąco w formie graficznej
- współpraca z dedykowanym programem do gromadzenia i analizy danych zapisanych w pamięci miernika.

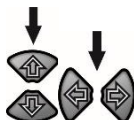
3 Konfiguracja miernika



1





- Wyłączyć miernik.
- Trzymając wciśnięty przycisk **MENU** nacisnąć krótko przycisk **ON/OFF**. Trzymać **MENU** dotąd, aż pojawi się ikona **SET**.

2



Przyciskami  przechodzi się do kolejnego parametru.
Przyciskami  ustawia się wartość parametru.

- W czasie nastawiania parametru dłuższe przytrzymanie przycisków  powoduje przyspieszenie zmiany jego wartości.
- Po osiągnięciu przybliżonej wartości docelowej, naciskając krótko  doregulować wartość do żądanego poziomu.

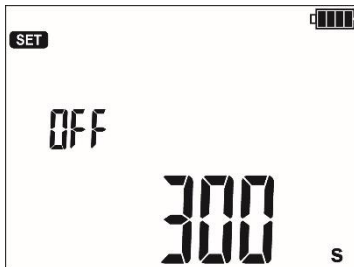
Kolejność ustawiania jest następująca:

3

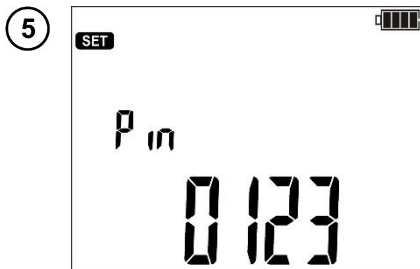


Częstotliwość znamionowa sieci (50 Hz lub 60 Hz).

4



Czas do **automatycznego wyłączenia** (300 s, 600 s, 900 s) lub jego brak (- - -).

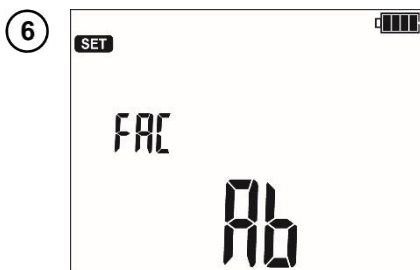


PIN dla połączenia przez Bluetooth. Ustawiana cyfra mruka. Przejście do kolejnej cyfry przyciskami **F3** i **F4**.

Kod służy do ochrony przed nieuprawnionym połączeniem bezprzewodowym z miernikiem przez osoby trzecie (postronne).

Ten sam kod należy wpisać:

- w programie komputerowym do transmisji bezprzewodowej (**Sonel Reader**, **Sonel Pomiary Elektryczne**),
- w aplikacji mobilnej **Sonel MIC Mobile** w celu ustalenia połączenia.



Współczynniki absorpcji dla R_{ISO} :

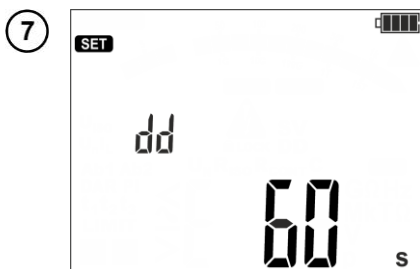
⇒ Ab1, Ab2 (**Ab**)

lub

⇒ PI, DAR (**P**).

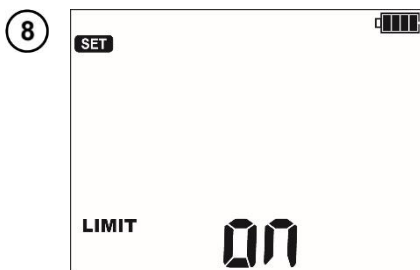
Każda zmiana powoduje zmodyfikowanie czasów t1, t2 i t3 na domyślne.

- Dla wsp. **Ab1/Ab2** t1 = 15 s, t2 = 60 s, t3 = 0.
- Dla **PI/DAR** t1 = 30 s, t2 = 60 s, t3 = 0).



Czas pomiaru prądu upływu dla funkcji DD.

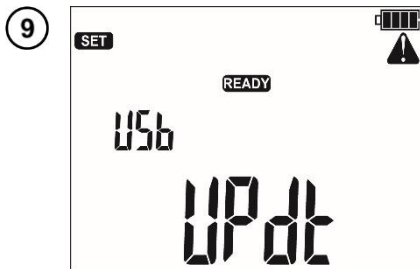
Wartością domyślną jest 60 s. Użytkownik może jednak zmieniać nastawę w zakresie 60...5999 s. Zob. również **rozd. 4.8, 4.11**.



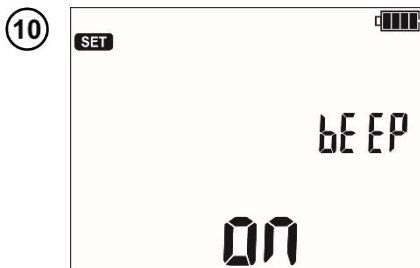
Ustawianie **limitów**: włączanie (**0n**) i wyłączenie (**0ff**).

Dla statusu **0n** pojawiają się nowe parametry do ustawienia.

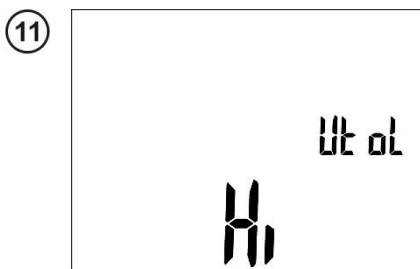
- ⇒ W pomiarze rezystancji izolacji: limit rezystancji **R_{ISO}** (**rozd. 4.1 krok 8**).
- ⇒ W funkcji **RT**: końcowe napięcie pomiarowe **U_{ISO}** , limit prądu upływu **I_L** (**rozd. 4.6 krok 8**).



Uaktualnianie oprogramowania. Omówienie tematu znajduje się w **rozzd. 7**.



Dźwięki: włączanie (on) i wyłączenie (OFF).



Dokładność zadawania napięcia pomiarowego:

- ⇒ **Hi** – 0...5%,
- ⇒ **Lo** – 0...10%.

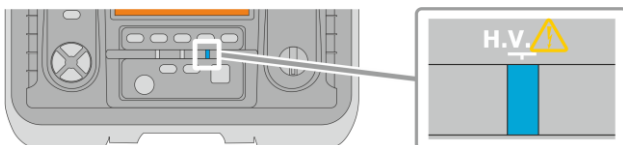
Przykładowo dla nastawy **Hi** oraz napięcia pomiarowego **1000 V** miernik wygeneruje napięcie ok. **1050 V**.



Komunikacja bezprzewodowa Bluetooth:

- ⇒ OFF – wyłączona,
- ⇒ on – włączona.

Gdy komunikacja jest włączona, dioda **HV** miga na **niebiesko**.





Pomiar pojemności podczas trwania testu:

⇒ OFF – wyłączony

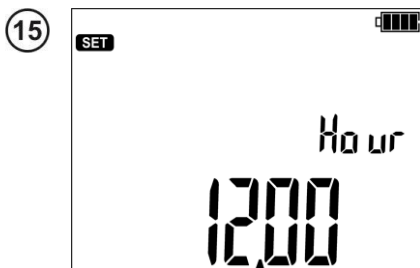
⇒ ON – włączony.



Sposób startowania przetwornicy wysokonapięciowej:

⇒ **NORM RISE** – przetwornica startuje w sposób normalny, w wyniku czego napięcie dochodzi do wartości nominalnej w kilka sekund,

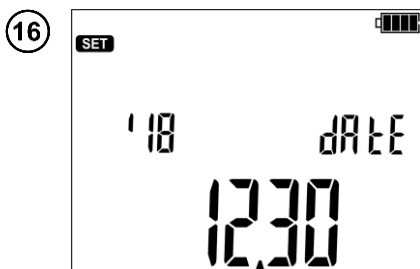
⇒ **FAST RISE** – przetwornica startuje w sposób gwałtowny (powodując lekki przerost napięcia w pierwszych sekundach pomiaru), w wyniku czego napięcie nominalne dostępne jest na zaciskach w czasie <350 ms od rozpoczęcia badania.



Aktualna godzina.

Przyciskami ◀ ▶ przechodzi się z ustawiania godzin do minut i odwrotnie.

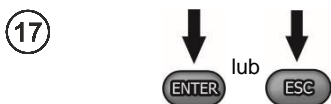
Przyciskami ▲ ▼ ustawia się wartość.



Aktualna data (RR-MM-DD).

Przyciskami ◀ ▶ przechodzi się z ustawiania roku do miesiąca i dnia.

Przyciskami ▲ ▼ ustawia się wartość.



• Przyciskiem **ENTER** przejść do ekranu pomiarowego z zatwierdzeniem zmian.

• Przyciskiem **ESC** przejść do ekranu pomiarowego bez zatwierdzania zmian.



Aby przywrócić ustawienia fabryczne, nacisnąć i przytrzymać przycisk ON/OFF przez ponad 5 sekund.

4 Pomiary



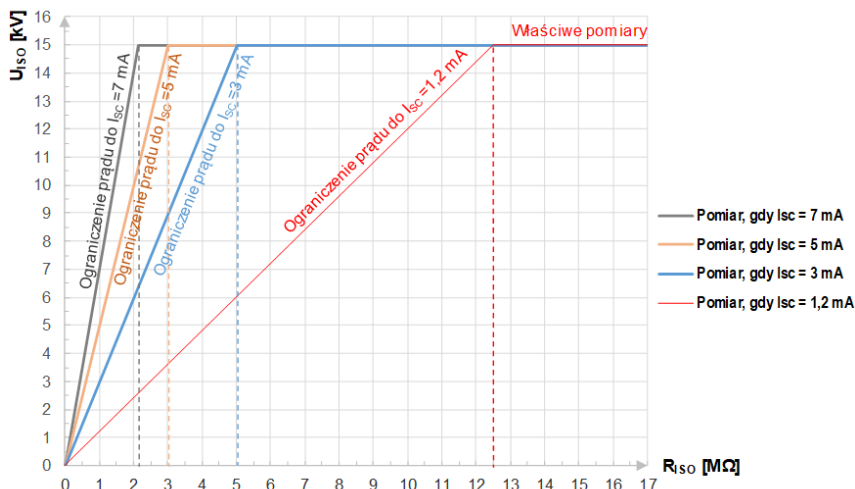
OSTRZEŻENIE

- W czasie trwania pomiaru nie wolno przelączać przelącznika zakresów, gdyż może to spowodować uszkodzenie miernika i zagrożenie dla użytkownika.
- Mierzony obiekt nie może znajdować się pod napięciem.
- Podczas pomiaru kabli należy zachować ostrożność. Ryzyko porażenia występuje również po rozładowaniu ich pojemności przez miernik, gdyż napięcie może odbudować się w sposób samoczynny.



- Wynik ostatniego pomiaru jest pamiętany, dopóki nie zostanie nadpisany w związku z zapelnieniem pamięci tymczasowej miernika (**rozd. 5**).
- Wynik utrzymuje się na ekranie przez 20 s. Po tym czasie miernik przechodzi w stan gotowości do kolejnego pomiaru.
- Ostatni wynik można przywołać ponownie przyciskiem **ENTER** – również po wyłączeniu i ponownym włączeniu miernika. Pozostałe nie zapisane wyniki można przywołać zgodnie z opisem w **rozd. 5**.
- Podczas pomiaru – zwłaszcza dużych rezystancji – należy dopilnować, aby **nie stykały się ze sobą przewody pomiarowe i krokodylki**, ponieważ na skutek przepływu prądów powierzchniowych wynik pomiaru może zostać obciążony dodatkowym błędem.
- Naciskając **F2** można przywołać kolejno **godzinę** i **datę**. Trzecie naciśnięcie powoduje powrót do ekranu pomiarowego.

Prąd wyjściowy przetwornicy I_{sc} ograniczany jest do poziomu 1,2 mA, 3 mA, 5 mA, 7 mA lub 10 mA (10 mA dostępne **wyłącznie** dla funkcji **Dopalenie**). Załączenie ograniczenia prądowego sygnalizowane jest ciągłym sygnałem dźwiękowym. Wynik badania jest wówczas prawidłowy, ale na **zaciskach** pomiarowych występuje **napięcie niższe niż nastawione**. Ograniczenie prądu występuje w pierwszej fazie pomiaru wskutek ładowania pojemności badanego obiektu.



Wykres 4.1. Rzeczywiste napięcie pomiarowe U_{iso} w funkcji mierzonej rezystancji izolacji R_{iso} (dla maksymalnego napięcia pomiarowego)

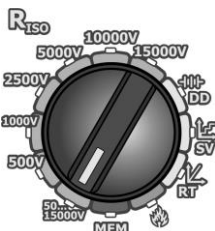


OSTRZEŻENIE

W przypadku przewodów na napięcie znamionowe 15 kV (max. 17 kV) należy zachować szczególną ostrożność – przewodów nie powinno się trzymać w ręku podczas pomiaru.

4.1 Ustawienia pomiarów

1



Przełącznik obrotowy wyboru funkcji ustawić na jednej z pozycji R_{iso} , wybierając tym samym napięcie pomiarowe.

Dla pozycji **50...15000 V** dodatkowo można wybrać dowolne napięcie z tego zakresu (krok ⑤) ze skokiem co **10 V**.

2



Miernik jest w trybie pomiaru napięcia.

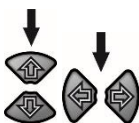
3




Naciskając **MENU** można przejść do :



- ⇒ wyboru napięcia pomiarowego U_n (dla pozycji przełącznika **50...15000 V** dostępna jest dodatkowa opcja wyboru napięcia pomiarowego),
- ⇒ wyboru czasów w celu obliczania współczynników absorpcji (t_1 , t_2 , t_3),
- ⇒ całkowitego czasu pomiaru t , prądu zwarcowego I_{sc} oraz limitu.

4

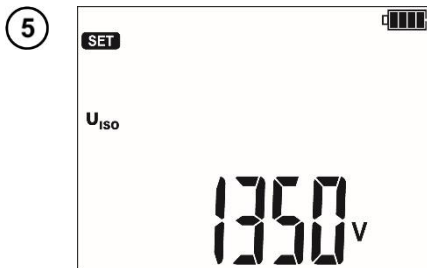


Przyciskami  ustawia się wartość parametru.

Przyciskami  przechodzi się do kolejnego parametru.

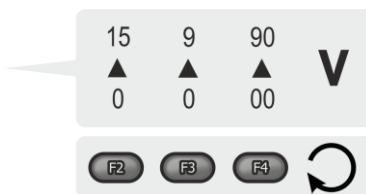
- W czasie nastawiania parametru dłuższe przytrzymanie przycisków  powoduje przyspieszenie zmiany jego wartości.
- Po osiągnięciu przybliżonej wartości docelowej, naciskając krótko  doregulować wartość dożądanego poziomu.

Kolejność ustawiania jest następująca:



Napięcie pomiarowe U_n (tylko dla pozycji **50...15000 V**).

Nastawę napięcia można również wprowadzić za pomocą przycisków funkcyjnych (F2 – skok co 1000 V, F3 – skok co 100 V, F4 – skok co 10 V).



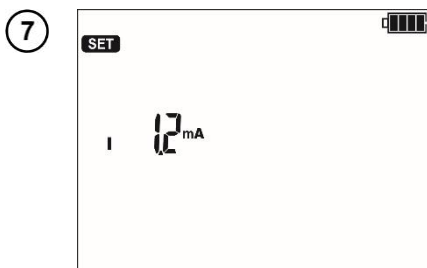
- 6 Kolejno czasy:
- ⇒ t1 (1 s...600 s),
 - ⇒ t2 (1 s...600 s, ale >t1),
 - ⇒ t3 (1 s...600 s, ale >t2),
 - ⇒ t (niezależny od t1, t2 i t3: 1 s...99 min 59 s).



Ustawianie czasów t1...t3.



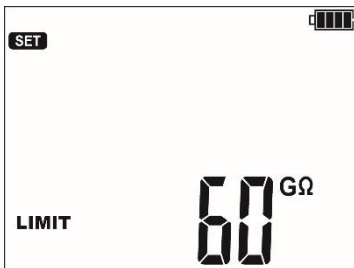
Ustawianie całkowitego czasu pomiaru t.



Maksymalny prąd zwarciaowy I_{sc} wymuszany przez miernik:



- ⇒ 1,2 mA,
- ⇒ 3 mA,
- ⇒ 5 mA,
- ⇒ 7 mA.





8



Limit. Opcja jest dostępna, jeżeli w **rozd. 3 krok 8** włączono ustawianie limitów.



Dla R_{ISO} limit jest wartością minimalną. Zakres ustawiania limitu odpowiada zakresowi funkcji: od 1 kΩ do 40 TΩ.

Wartość limitu ustawia się przyciskami  i .

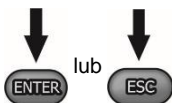
- W czasie nastawiania parametru dłuższe przytrzymanie przycisków   powoduje przyspieszenie zmiany jego wartości.
- Po osiągnięciu przybliżonej wartości docelowej, naciskając krótko   doregulować wartość dożądanego poziomu.

Ustawianie limitu jest kołowe. Rozdzielczość ustawianego limitu jest zgodna z danym podzakresem.

Aby dezaktywować limit, należy ustawić wartość - - -, czyli:

- w pozycji 1 kΩ nacisnąć  lub
- w pozycji 40 TΩ nacisnąć .

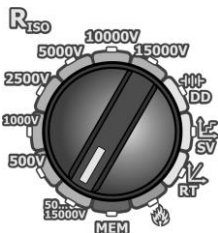
9



- Przyciskiem **ENTER** zatwierdzić ustawienia (potwierdzone sygnałem dźwiękowym).
- Przyciskiem **ESC** wyjść bez zmiany ustawień.

4.2 Pomiar dwuprzewodowy

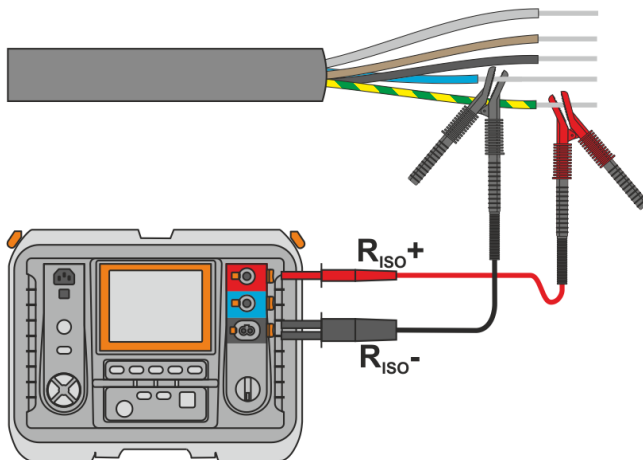
1



Przełącznik obrotowy wyboru funkcji ustawić na jednej z pozycji R_{ISO} , wybierając tym samym napięcie pomiarowe.

Dla pozycji **50...15000 V** dodatkowo można wybrać dowolne napięcie z tego zakresu (**rozdz. 4.1** krok 5) ze skokiem co **10 V**.

2 Podłączyć przewody pomiarowe według rysunku.

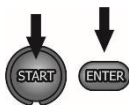


3

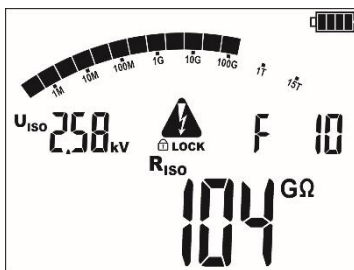
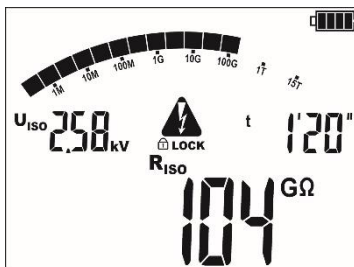


Miernik jest gotowy do pomiaru.

4



5



Nacisnąć i przytrzymać przycisk **START** przez **5 sekund**. Wywoła to 5-sekundowe odliczanie, po którym pomiar zostanie **uruchomiony**.

Badanie będzie kontynuowane **do momentu osiągnięcia zaprogramowanego czasu (rozdz. 4.1 krok 6b)** lub naciśnięcia **ESC**.

Szybki start, bez zwłoki 5 sekund, wykonać naciskając **ENTER** i trzymając wciśnięty **START**. Przerwanie pomiaru nastąpi po osiągnięciu zaprogramowanego czasu lub przez naciśnięcie **ESC**.

Wygląd ekranu podczas pomiaru.

W trakcie pomiaru przyciskami można **zmieniać** wyświetlanie aktualnie podawanego **napięcia** pomiarowego U_{ISO} na **prąd** upływu I_L .

Przyrząd posiada zaawansowany **filtr cyfrowy**, umożliwiający stabilizację wyniku w szczególnie trudnych i niestabilnych warunkach pomiarowych. Naciskając **F1** przed pomiarem lub w jego trakcie urządzenie dokonuje wyliczeń mających na celu ustabilizowanie wahań wyniku badania. Miernik wyświetla filtrowaną wartość pomiarów z wybranego odcinka czasu.

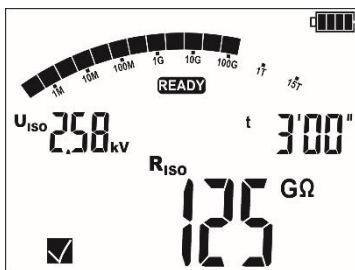
Wybór filtra realizujemy naciskając przycisk **F1**. Ustawianie jest kołowe. Kolejne naciśnięcia prezentują filtrowany wynik z ostatnich:

- ⇒ 10 s (**F 10**),
- ⇒ 30 s (**F 30**),
- ⇒ 60 s (**F 60**),
- ⇒ 100 s (**F 100**),
- ⇒ 200 s (**F 200**),
- ⇒ następnie filtr jest wyłączany (**F - -**).

Ustawienie filtrów jest automatycznie **kasowane** po wyłączeniu i włączeniu miernika lub przy zmianie funkcji pomiarowej przełącznikiem obrotowym.

Możliwość ustawienia filtra jest zależna od ustawionego czasu pomiaru. Np. ustawiając $t = 20$ s mamy możliwość ustawienia filtra tylko na 10 s.

6



Po zakończeniu pomiaru odczytać wynik.

7



Przyciskami **F3** i **F4 (EKRAŃ)** można przeglądać poszczególne składowe w kolejności:

R_{iso} → I_L i **C** → R_{t1} i I_{t1} → R_{t2} i I_{t2} → R_{t3} i I_{t3} → **Ab1 (DAR)** → **Ab2 (PI)** → R_{iso} → **limit** → ...

gdzie:

C – pojemność badanego obiektu.

Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik



Obecność napięcia pomiarowego na zaciskach miernika.

NOISE!

Na badanym obiekcie występuje napięcie zakłócające mniejsze od 50 V DC lub 1500 V AC. Pomiar jest możliwy, jednak może być obciążony dodatkowym błędem.

LIMIT !!

Załączenie ograniczenia prądowego. Wyświetleniu symbolu towarzyszy ciągły sygnał dźwiękowy.

H I L E

Przebiec izolacji obiektu, pomiar jest przerywany. Napis pojawia się po napisie **LIMIT !!**, utrzymującym się przez 20 s w czasie pomiaru w sytuacji, gdy wcześniej napięcie osiągnęło poziom nominalny.

$U_n > 50$ V
(dla napięcia DC)
lub

$U_n \rightarrow 1500$ V
(dla napięcia AC)

Podczas pomiaru pojawiło się napięcie lub przez 120 s nie udaje się rozładować obiektu. Po 5 s miernik powraca do stanu domyślnego – woltomierza. Ponadto, oprócz wyświetlanej informacji:

- występuje dwutonowy sygnał dźwiękowy,
- miga czerwona dioda.

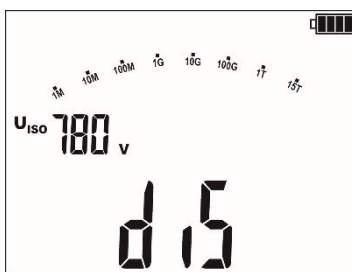


UWAGA!

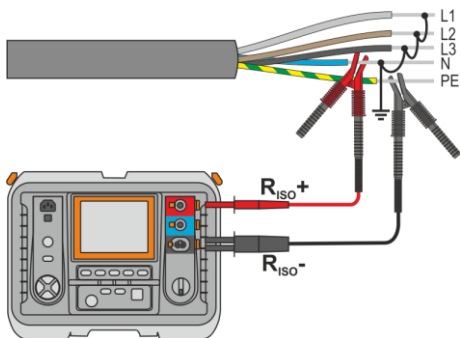
- Przy pomiarach rezystancji izolacji na końcówkach przewodów pomiarowych miernika występuje niebezpieczne napięcie do 15 kV + (0...10%).
- Niedopuszczalne jest odłączanie przewodów pomiarowych przed zakończeniem pomiaru. Grozi to porażeniem wysokim napięciem i uniemożliwia rozładowanie badanego obiektu.
- Podczas pomiaru kabli należy zachować ostrożność. Po rozładowaniu ich pojemności przez miernik napięcie może odbudować się w sposób samoczynny.



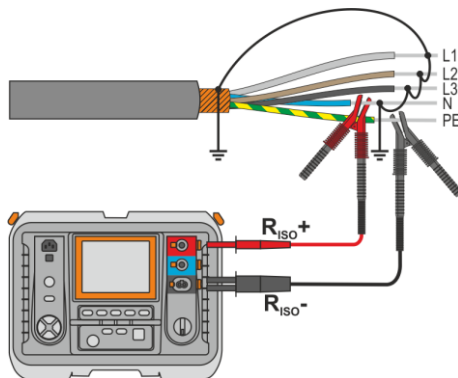
- Wyłączenie czasu t_2 spowoduje wyłączenie również czasu t_3 .
- Stoper odliczający czas pomiaru uruchamia się w momencie ustabilizowania napięcia U_{ISO} .
- Mnemonik **LIMIT !!** oznacza pracę z ograniczeniem prądowym przetwornicy (**Wykres 4.1**). Jeśli stan ten utrzymuje się przez 20 s, pomiar jest przerywany.
- Jeżeli miernik nie jest w stanie naładować pojemności badanego obiektu, wyświetla się **LIMIT !!**, a po 20 s **pomiar jest przerywany**. Wówczas, o ile to możliwe, należy **podwyższyć** nastawę prądu I_{SC} i powtórzyć pomiar. Taka potrzeba może zaistnieć np. w przypadku badań kabli elektroenergetycznych o dużej pojemności.
- Krótki sygnał dźwiękowy wyznacza 5-sekundowe odcinki czasu. Jeżeli stoper dochodzi do punktów charakterystycznych (czasy tx), to przez 1 s wyświetla się mнемоник tego punktu i wydawany jest długi sygnał dźwiękowy.
- Jeżeli wartość którejkolwiek ze zmierzonych rezystancji cząstkowych jest poza zakresem, wartość współczynnika absorpcji nie jest wyświetlana – wyświetlane są poziome kreski.
- Podczas pomiaru świeci żółta dioda LED.
- Po zakończeniu pomiaru następuje rozładowanie pojemności mierzonego obiektu przez zwarcie zacisków R_{ISO+} oraz R_{ISO-} rezystancją 255 k Ω . Wyświetlany jest przy tym komunikat **d 15** oraz wartość napięcia U_{ISO} , jaka utrzymuje się wówczas na obiekcie. U_{ISO} zmniejsza się w czasie aż do pełnego rozładowania.



- W przypadku kabli energetycznych należy mierzyć rezystancję izolacji pomiędzy każdą żyłą a pozostałymi zwartymi i uziemionymi (**Rys. 4.1**, **Rys. 4.2**). W kablach ekranowanych zwieramy z nimi również ekran.



Rys. 4.1. Pomiar kabla nieekranowanego

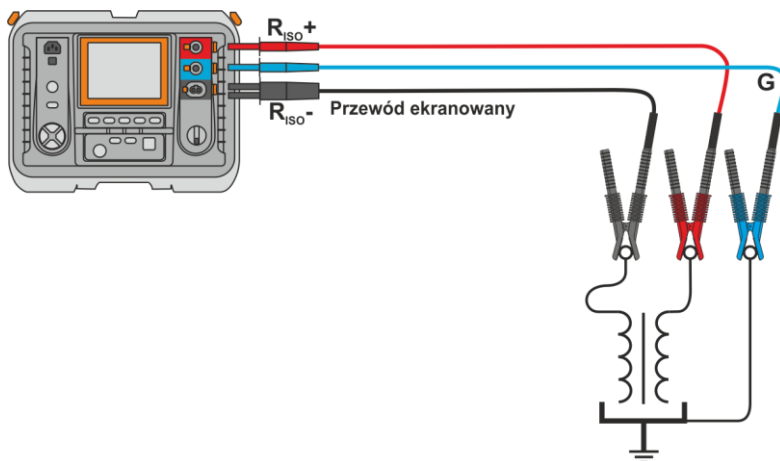


Rys. 4.2. Pomiar kabla ekranowanego

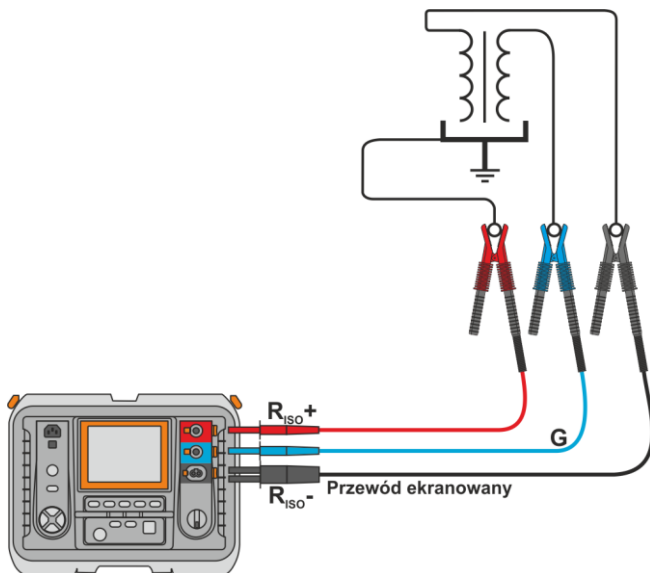
4.3 Pomiar trójprzewodowy

W transformatorach, kablach, izolatorach itp. występują **rezystancje powierzchniowe**, które mogą zafałszować wynik pomiaru. W celu ich **eliminacji** stosuje się pomiar trójprzewodowy, wykorzystujący gniazdo **G** – GUARD. Poniżej zaprezentowano przykłady zastosowania tej metody.

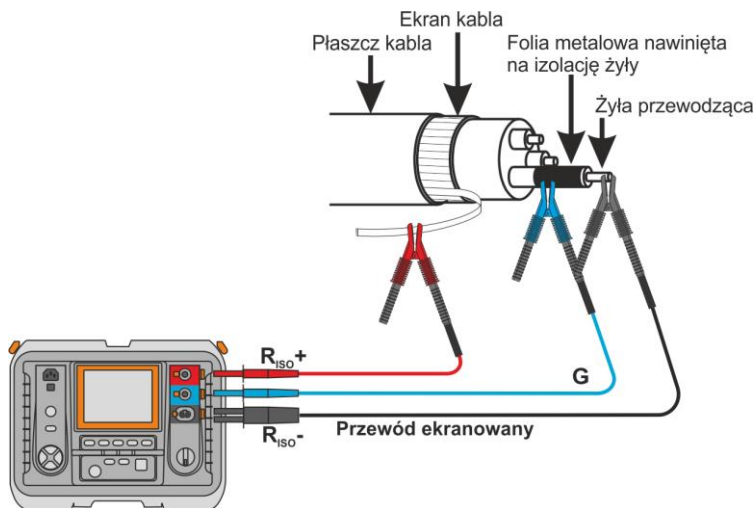
- **Pomiar rezystancji międzyuzwojeniowej transformatora.** Gniazdo **G** miernika łączymy z każdą transformatora, a gniazda **R_{ISO+}** i **R_{ISO-}** do uzwojeń.



- **Pomiar rezystancji izolacji między jednym z uzwojeń a kadzią transformatora.** Gniazdo **G** miernika łączymy do drugiego uzwojenia, a gniazdo **R_{ISO+}** do potencjału ziemi.

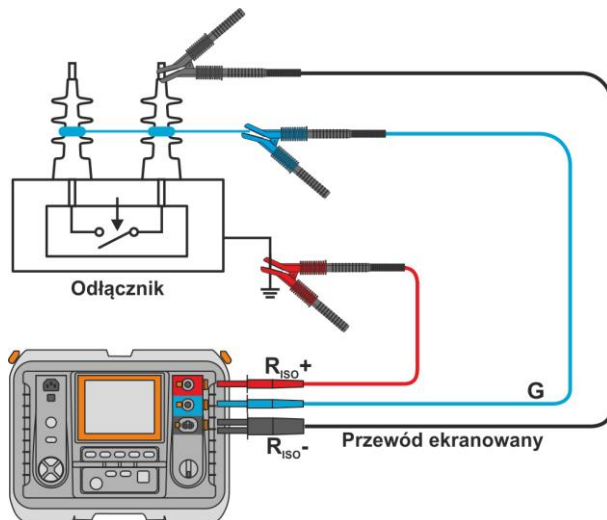


- Pomiar rezystancji izolacji kabla między jedną z żył kabla a jego ekranem.** Wpływ prądów powierzchniowych (istotny w trudnych warunkach atmosferycznych) eliminuje się w ten sposób, że z gniazdem **G** miernika łączymy kawałek folii metalowej, która jest nawinięta na izolację badanej żyły.



Podobnie postępuje się podczas pomiarów rezystancji izolacji między dwiema żyłami kabla - do zacisku **G** dołączamy pozostałe żyły, nie biorące udziału w pomiarze.

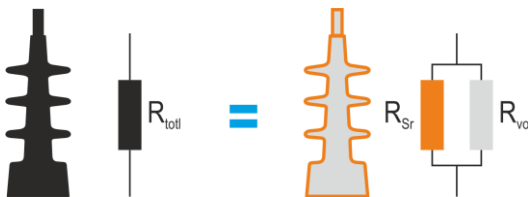
- Pomiar rezystancji izolacji odłącznika wysokiego napięcia.** Gniazdo **G** miernika łączymy z izolatorami końcówek odłącznika.



4.4 Pomiar rezystancji powierzchniowej i skośnej izolatora – tryb Sr

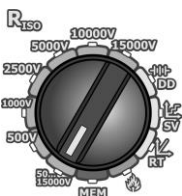
Na całkowitą rezystancję izolatora (R_{tot}) wpływa:

- stan jego wierzchniej warstwy, wynikający często z zanieczyszczeń powierzchni, co rzutuje na rezystancję powierzchniową R_{Sr} ,
 - jego stan wewnętrzny, wynikający np. z procesów starzeniowych, co rzutuje na rezystancję skośną R_{vol} .
- Tryb Sr umożliwi wykonanie obu pomiarów **przy jednej czynności łączeniowej**.



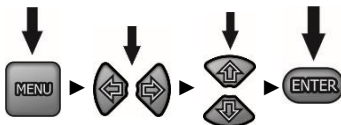
Rys. 4.3. Rezystancje występujące w izolatorze

1



Ustawić przełącznik wyboru funkcji jest w pozycji pomiaru R_{ISO} .

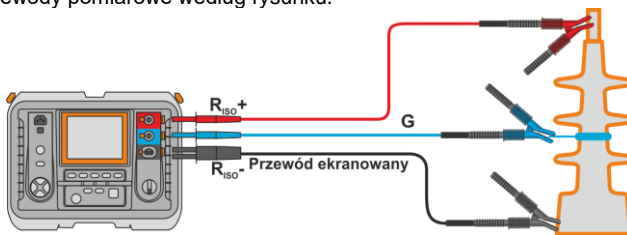
2



- Gdy nie trwa pomiar, nacisnąć **MENU**.
- Przyciskami **←** **→** przejść do opcji **Sr**.
- Przyciskami **↑** **↓** przełączyć tryb z **OFF** na **on**.
- Zatwierdzić wybór przyciskiem **ENTER**.

3

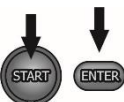
Podłączyć przewody pomiarowe według rysunku.



4

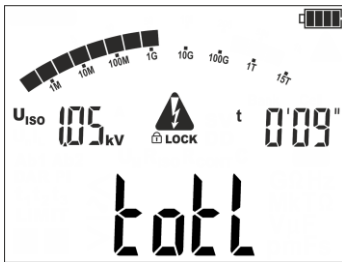


Nacisnąć i przytrzymać przycisk **START** przez **5 sekund**. Wywoła to 5-sekundowe odliczenie, po którym pomiar zostanie **uruchomiony**. Badanie będzie kontynuowane **do momentu osiągnięcia dwukrotności zaprogramowanego czasu** (rozd. 4.1 krok (6b)) lub naciśnięcia **ESC**.

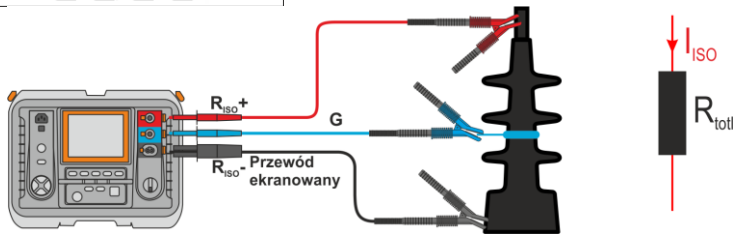


Szybki start, bez zwłoki 5 sekund, wykonać naciskając **ENTER** i trzymając wciśnięty **START**. Przerwanie pomiaru nastąpi po osiągnięciu zaprogramowanego czasu lub przez naciśnięcie **ESC**.

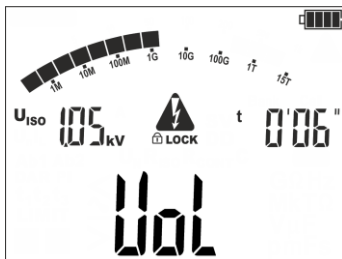
5



W pierwszej fazie badania mierzona jest całkowita rezystancja izolatora R_{totl} . Na ekranie co 5 sekund pojawia się komunikat **totl**.

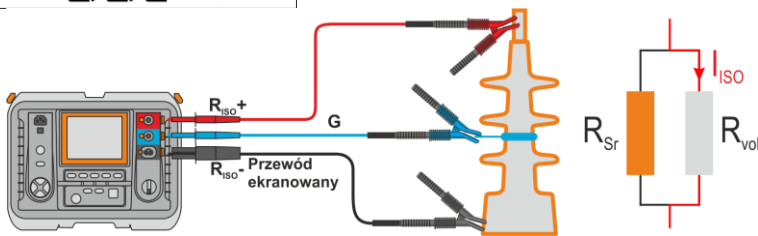


6



W drugiej fazie badania mierzona jest rezystancja skrośna R_{vol} . Na ekranie co 5 sekund pojawia się komunikat **vol**.

Rezystancja powierzchniowa R_{Sr} zostanie obliczona na podstawie rezystancji całkowitej R_{totl} i skrośnej R_{vol} .



7



Po zakończeniu pomiaru odczytać wyniki. Przyciskami **F3** i **F4 (EKRAŃ)** można przeglądać poszczególne składowe w kolejności:

VOL (rezystancja skrośna)
 $\hookrightarrow R_{vol} \rightarrow I_L$ i $C \rightarrow Rt1$ i $It1 \rightarrow Rt2$ i $It2 \rightarrow Rt3$ i $It3 \rightarrow Ab1$ (DAR) $\rightarrow Ab2$ (PI)

SURF (rezystancja powierzchniowa)
 $\hookrightarrow R_{Sr} \rightarrow I_L$ i $C \rightarrow Rt1$ i $It1 \rightarrow Rt2$ i $It2 \rightarrow Rt3$ i $It3 \rightarrow Ab1$ (DAR) $\rightarrow Ab2$ (PI)

gdzie:
 C – pojemność badanego obiektu.

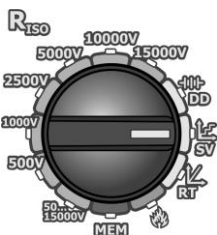
4.5 Pomiary napięciem narastającym – SV

W tym trybie miernik wykonuje serię pięciu pomiarów napięciem zwiększającym się skokowo o wartość zależną od ustawionego napięcia maksymalnego:

- **1 kV:** 200 V, 400 V, 600 V, 800 V, 1000 V,
- **2,5 kV:** 500 V, 1 kV, 1,5 kV, 2 kV, 2,5 kV,
- **5 kV:** 1 kV, 2 kV, 3 kV, 4 kV, 5 kV,
- **10 kV:** 2 kV, 4 kV, 6 kV, 8 kV, 10 kV,
- **15 kV:** 3 kV, 6 kV, 9 kV, 12 kV, 15 kV.

Zapisywany jest wynik końcowy dla każdego z pięciu pomiarów, co jest sygnalizowane dźwiękowo oraz przez zapalenie odpowiedniego mnemonika.

1



Przełącznik obrotowy wyboru funkcji ustawić na pozycji **SV**.

2



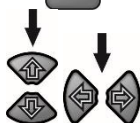
Miernik jest w trybie pomiaru napięcia.



3



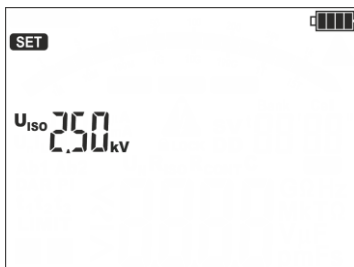
Naciskając **MENU** można przejść do wyboru maksymalnego napięcia pomiaru, czasu trwania każdego z pięciu pomiarów i prądu zwarciegowego I_{sc} .

4



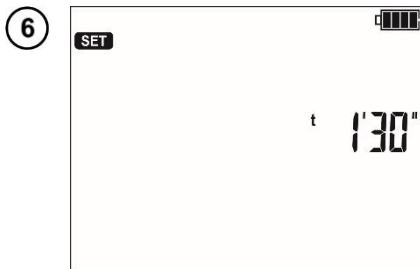
Przyciskami  ustawia się wartość parametru. Przyciskami  przechodzi się do kolejnego parametru. Kolejność ustawiania jest następująca:

5

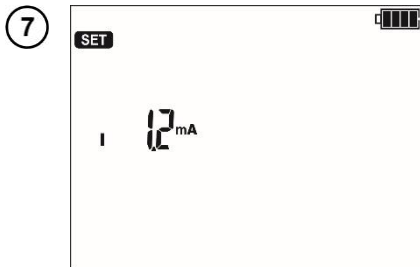


Maksymalne (końcowe) napięcie pomiarowe:

- ⇒ 1 kV,
- ⇒ 2,5 kV,
- ⇒ 5 kV,
- ⇒ 10 kV,
- ⇒ 15 kV.



Czas trwania pojedynczego pomiaru w zakresie 30 s ... 5 min.

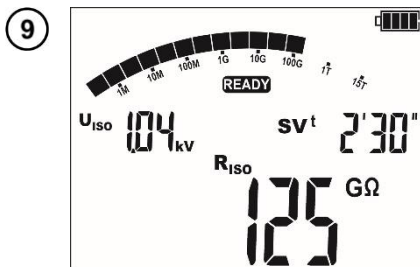


Prąd zwarcowy I_{sc} :

- ⇒ 1,2 mA,
- ⇒ 3 mA,
- ⇒ 5 mA,
- ⇒ 7 mA.



- Przyciskiem **ENTER** zatwierdzić ustawienia.
- Przyciskiem **ESC** wyjść bez zmiany ustawień.



Wykonać pomiar. Po zakończeniu pomiaru odczytać wynik.



Przyciskami **F3** i **F4 (EKRAŃ)** można przeglądać poszczególne składowe w kolejności:

wyniki końcowe (R_{iso} , U_{iso} , t) → I_L i C →
 → U_{iso1} i $t1$ / R_{iso1} i I_{L1} → U_{iso2} i $t2$ / R_{iso2} i I_{L2} → ...

gdzie:

C – pojemność badanego obiektu.



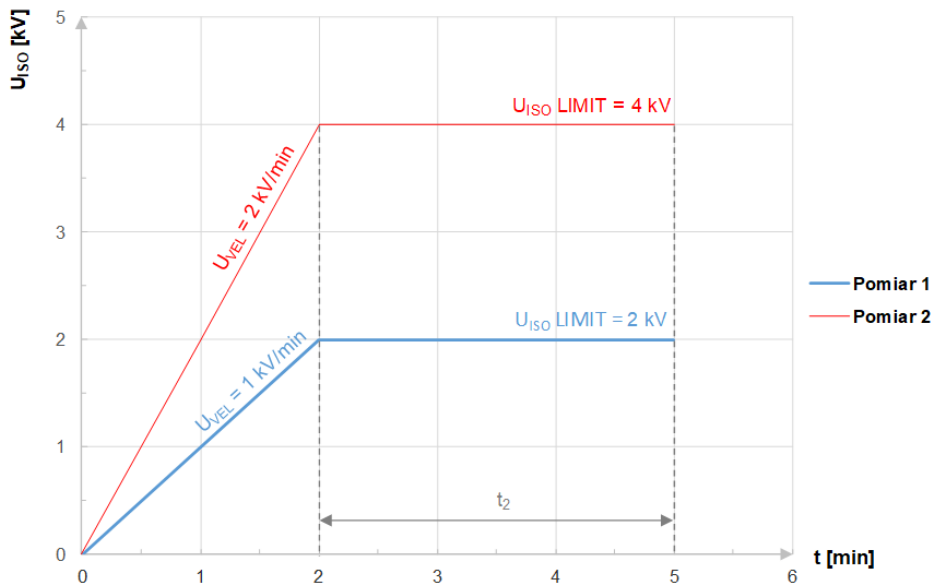
Pozostałe uwagi, start pomiaru, wyświetlane symbole, odczyt wyniku i przeglądanie składowych jak dla pomiaru R_{iso} .

4.6 Pomiar napięciem narastającym płynnie – RT

Istotą funkcji jest:

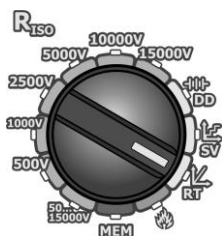
- badanie mierzonego obiektu napięciem narastającym do wartości końcowej $U_{ISO\ LIMIT}$,
- sprawdzenie, czy obiekt zachowa właściwości elektroizolacyjne, gdy maksymalne napięcie $U_{ISO\ LIMIT}$ będzie się na nim utrzymywać przez zadany czas t_2 .

Procedurę pomiarową ilustruje poniższy wykres.



Wykres 4.2. Napięcie podawane przez miernik w funkcji czasu dla dwóch przykładowych prędkości narostu

1



Przełącznik obrotowy wyboru funkcji ustawić w pozycji RT.

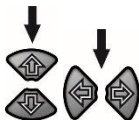
2







Naciskając **MENU** można przejść do ustawień:

- ⇒ $U_{ISO\ LIMIT}$ (napięcia, na którym ma się zakończyć narost),
- ⇒ prędkości narostu napięcia $U_{ISO\ VEL}$ (V/min),
- ⇒ czasu utrzymywania napięcia na mierzonej próbce t_2 ,
- ⇒ prądu zwarciovego I_{sc} ,
- ⇒ limitu prądu upływu I_L ($I_L \leq I_{sc}$).

3

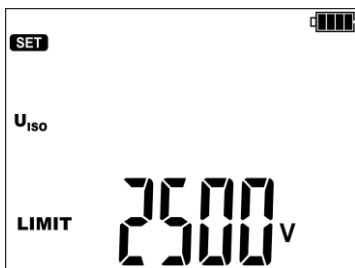


Przyciskami  ustawia się wartość parametru.
Przyciskami  przechodzi się do kolejnego parametru.

- W czasie nastawiania parametru dłuższe przytrzymanie przycisków  powoduje przyspieszenie zmiany jego wartości.
- Po osiągnięciu przybliżonej wartości docelowej, naciskając krótko  doregulować wartość dożądanego poziomu.

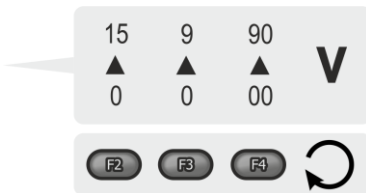
Kolejność ustawiania jest następująca:

4

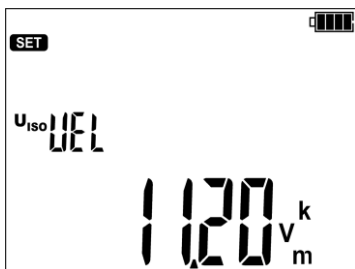


Końcowe napięcie pomiarowe **U_{iso} LIMIT**. Zawiera się ono w przedziale 50 V...15 kV.

Nastawę napięcia można również wprowadzić za pomocą przycisków funkcyjnych (F2 – skok co 1000 V, F3 – skok co 100 V, F4 – skok co 10 V).



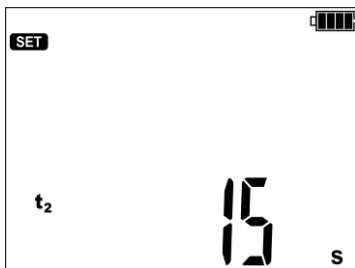
5



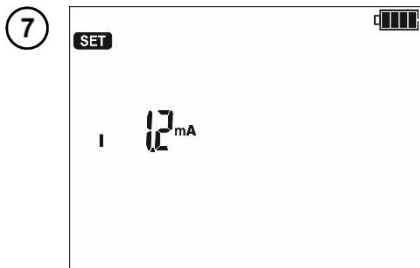
Prędkość narostu napięcia **U_{iso} VEL**. Zawiera się ona w przedziale 100 V/min...12 kV/min. Przykładowo:

- ⇒ 100 V/min ≈ 1,6 V/s,
- ⇒ 12 kV/min = 200 V/s.

6



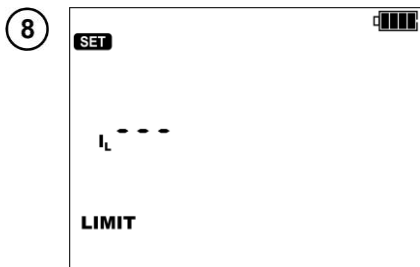
Czas **t₂**, przez jaki napięcie powinno się utrzymywać na badanym obiekcie (**Wykres 4.2**).



Maksymalny prąd zwarciovy I_{sc} wymuszany przez miernik:

- ⇒ 1,2 mA,
- ⇒ 3 mA,
- ⇒ 5 mA,
- ⇒ 7 mA.

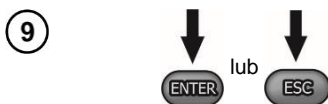
Jeśli w czasie pomiaru miernik **osiągnie zadaną wartość**, wejdzie on w tryb ograniczenia prądowego, czyli **zatrzyma dalszy narost** wymuszanego prądu na tej wartości.



Limit prądu upływu I_L . Opcja jest dostępna, jeżeli w **rozd. 3 krok (8)** włączono ustawianie limitów. Do wyboru są opcje:

- ⇒ prąd regulowany w zakresie 1...7 mA co 1 mA,
- ⇒ maksymalna nastawa I_L nie może przekraczać wartości prądu I_{sc} (**krok (7)**),
- ⇒ limit wyłączony (- - -).

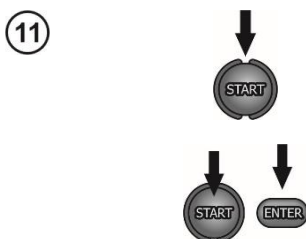
Jeżeli mierzony prąd upływu **osiągnie zadaną wartość** (nastąpi przebicie badanego obiektu), pomiar jest **przerywany**, a miernik wyświetla napięcie, przy którym to nastąpiło (**krok (13)**).



- Przyciskiem **ENTER** zatwierdzić ustawienia.
- Przyciskiem **ESC** wyjść bez zmiany ustawień.



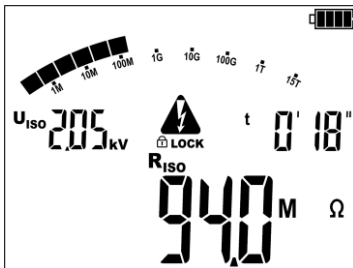
Miernik jest gotowy do pomiaru.



Aby uruchomić pomiar:

- ⇒ nacisnąć **START** i przytrzymać go przez 5 s
- lub
- ⇒ nacisnąć jednocześnie **START** i **ENTER**.

12



Wygląd ekranu podczas pomiaru. Miernik wskazuje:

- wartość napięcia w danej chwili (U_n),
- czas pozostały do zakończenia pomiaru,
- wartość rezystancji w danej chwili (R_{iso}).

W trakcie pomiaru przyciskami można **zmieniać** wyświetlanie **napięcia** pomiarowego U_{iso} na **prąd** upływu I_L .

13

a



Jeżeli w trakcie narostu napięcia dojdzie do przebicia izolacji, miernik wyświetli:

- komunikat **br.dn**,
- wartość napięcia, przy którym nastąpiło przebicie.

b



Jeśli nie dojdzie do przebicia, na ekranie zostaną wyświetlone wartości jak dla pomiaru R_{iso} .

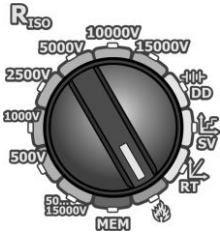
4.7 Lokalizacja uszkodzenia (🔥 Dopalanie)

Miernik wykonuje pomiar jak dla R_{iso} , z tym, że nie przerywa go przy wystąpieniu przebicia. Jeżeli nastąpi przebicie, pomiar jest kontynuowany. W tym czasie można znaleźć miejsce uszkodzenia (przebicia) nasłuchując trzasków charakterystycznych dla wyładowań elektrycznych.



- W pewnych korzystnych warunkach w miejscu uszkodzenia kabla może wystąpić łuk elektryczny, powodujący wytapianie izolacji. Ułatwia to identyfikację usterki – wzrokowo lub innymi metodami (geofonem, metodą sejsmiczno-akustyczna itp.).
- W lokalizacji można wykorzystać metody reflektometryczne lub tzw. ramkę A. Ramka ta służy do punktowego wykrywania zwarcí doziemnych.

1



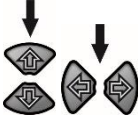
Przełącznik obrotowy wyboru funkcji ustawić na pozycji **Dopalenie**. Miernik jest w trybie pomiaru napięcia.

2



Naciskając **MENU** oraz przyciski można przejść do wyboru:
 ⇒ **napięcia** pomiarowego U_{iso} ,
 ⇒ **czasu** pomiaru,
 ⇒ maksymalnego prądu zwarcowego I_{sc} .

3

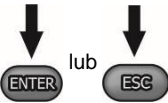


Przyciskami ustawia się wartości poszczególnych parametrów.
 Przyciskami przechodzi się do kolejnego parametru.

Kolejność ustawiania jest następująca:

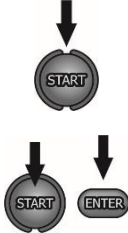
- napięcie pomiarowe: 1 kV...15 kV (z krokiem 1 kV),
- czas pomiaru: 1 s...99 min 59 s (z krokiem 1 s),
- maksymalny prąd wymuszony: 1,2 mA, 3 mA, 5 mA, 7 mA lub 10 mA.

4



- Przyciskiem **ENTER** zatwierdzić ustawienia.
- Przyciskiem **ESC** wyjść bez zmiany ustawień.

5



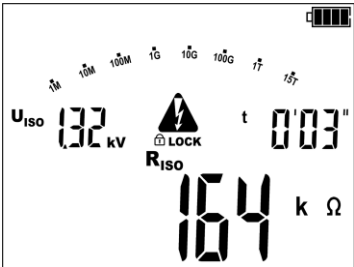
Aby uruchomić pomiar:

⇒ nacisnąć **START** i przytrzymać go przez 5 s

lub

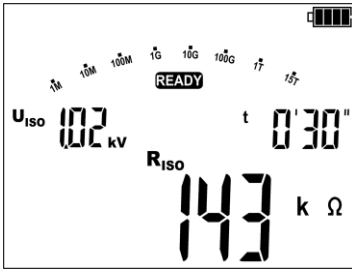
⇒ nacisnąć jednocześnie **START** i **ENTER**.

6



Jeżeli nastąpi przebicie izolacji, miernik nie przerywa pomiaru. Pomiar trwa do upływu czasu nastawionego w kroku (3).

7



Po zakończeniu pomiaru odczytać wynik.

◀ Wygląd ekranu po pomiarze, jeśli **nastąpiło** przebicie.



- Faktyczny prąd zwarciovowy wynosi >11 mA. Utrzymuje się on przez 10 sekund. Następne zostaje ograniczony do ok. 8 mA.
- Jeżeli miernik nie jest w stanie dostarczyć mocy wymaganej do dopalania (nieodstarcznie naładowany akumulator), jest to sygnalizowane miganiem ikony baterii. Wówczas należy podłączyć do przyrządu zewnętrzne zasilanie.
- Zaleca się, by w czasie dopalania miernik był podłączony do zewnętrznego zasilania. Gwarantuje to największą efektywność metody.

4.8 Wskaźnik rozładowania dielektryka – DD

W próbie rozładowania dielektryka mierzony jest prąd rozładowania, występujący po 60 sekundach od zakończenia pomiaru (ładowania) izolacji. Wskaźnik DD jest wielkością charakteryzującą jakość izolacji, niezależną od napięcia próby.

Zasada pomiaru jest następująca:

- Najpierw badaną izolację ładuje się napięciem przez określony czas. Jeżeli napięcie nie będzie się równało napięciu ustawionemu, obiekt nie jest ładowany, a po 20 sekundach miernik przerywa pomiar.
- Po zakończeniu procesu ładowania i polaryzacji jedynym prądem płynącym przez izolację jest prąd upływowy.
- Następnie izolator jest rozładowywany i przez izolację zaczyna płynąć całkowity prąd rozładowania dielektryka. Prąd ten, początkowo jest sumą prądu rozładowania pojemności, który bardzo szybko zanika i prądu absorpcji. Prąd upływowy jest pomijalny, bo nie ma napięcia probierczego.
- Po 1 minucie od zwarcia obwodu pomiarowego mierzony jest płynący prąd. Wartość DD obliczana jest z zależności:

$$DD = \frac{I_{1\text{min}}}{U_{pr} \cdot C}$$

gdzie:

$I_{1\text{min}}$ – prąd mierzony po 1 minucie od zwarcia [nA],

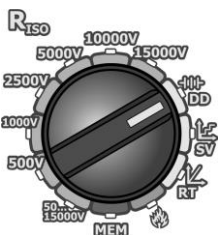
U_{pr} – napięcie próby [V],

C – pojemność [μF].

Wynik pomiaru świadczy o stanie izolacji. Można go porównać z poniższą tabelą.

Wartość DD	Stan izolacji
>7	Zła
4-7	Słaba
2-4	Nienajlepsza
<2	OK

1



Przełącznik obrotowy wyboru funkcji ustawić na pozycji **DD**.

2



Miernik jest w trybie pomiaru napięcia.

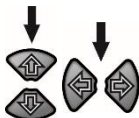
3



Naciskając przycisk **MENU** można przejść do wyboru:

- ⇒ czasu ładowania,
- ⇒ napięcia ładowania,
- ⇒ maksymalnego prądu ładowania.

4

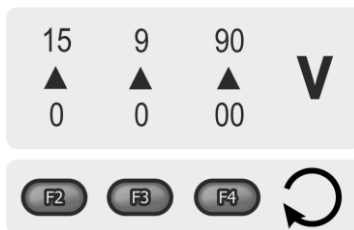


Przyciskami ustawia się wartość parametru.

Przyciskami przechodzi się do kolejnego parametru.

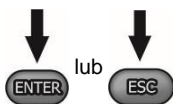
Kolejność ustawiania jest następująca:

- czas polaryzowania obiektu: 1 min...60 min,
- napięcie polaryzacji:
 - o **od 50 V do 9990 V** (z krokiem 10 / 100 / 1000 V – nacisnąć i przytrzymać przycisk),
 - o **od 10 kV do 15 kV** (z krokiem 100 / 1000 V – nacisnąć i przytrzymać przycisk)
 - o lub przyciskami funkcyjnymi (F2 – skok co 1000 V, F3 – skok co 100 V, F4 – skok co 10 V),

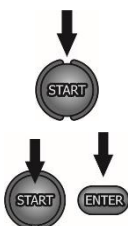


- maksymalny prąd polaryzujący: 1,2 mA, 3 mA, 5 mA i 7 mA.

5



6



7



- Przyciskiem **ENTER** zatwierdzić ustawienia.
- Przyciskiem **ESC** wyjść bez zmiany ustawień.

Aby uruchomić pomiar:

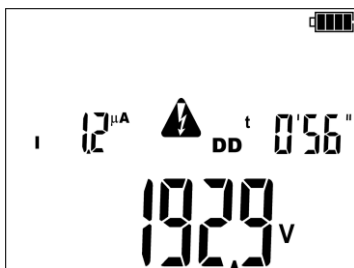
⇒ nacisnąć **START** i przytrzymać go przez 5 s
lub

⇒ nacisnąć jednocześnie **START** i **ENTER**.

Wygląd ekranu podczas pomiaru. Faza pierwsza: polaryzowanie obiektu. Miernik wskazuje:

- wartość napięcia podawanego w danej chwili (U_{ISO}),
- czas trwania narostu napięcia zgodnie z nastawą w kroku 4,
- wartość rezystancji w danej chwili (R_{ISO}).

8



Wygląd ekranu podczas pomiaru. Faza druga: depolaryzacja obiektu. Miernik wskazuje:

- prąd rozładowania obiektu (I),
- czas pozostały do rozładowania obiektu,
- napięcie na obiekcie w danej chwili (odczyt główny).

9



Ekran po zakończeniu pomiaru.



W środowiskach silnie zakłóconych elektromagnetycznie pomiar może być obarczony dodatkowym błędem.

4.9 Wskaźnik wyładowań niepełnych

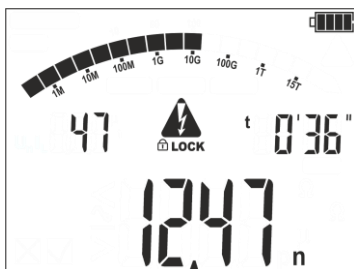
Dodatkową informacją na temat stanu izolacji jest intensywność występowania w niej wyładowań niepełnych. Są to przebicia występujące wewnątrz materiału, np. w obrębie mikroskopijnych szczelin powietrznych (tzw. wtrącin gazowych). Wypalając powierzchnię szczelin, wyładowania **trwale pogarszają wytrzymałość elektryczną izolacji**. Toteż im mniejsza jest ich liczba w materiale, w tym lepszej kondycji jest badany obiekt.

1



Wskaźnik wyładowań niepełnych dostępny jest w **każdym trybie pomiarowym**, kiedy pomiar już trwa. Wówczas należy wybrać przycisk **F4**.

2



Pojawia się ekran wskaźnika wyładowań. Miernik wskazuje:

- ilość wyładowań niepełnych na sekundę (lewe górne wskazanie; tutaj: **47**),
- czas pozostały do zakończenia pomiaru (t; tutaj: **0'36"**),
- ładunek wyładowań w kulombach (nC, pC itd.; tutaj: **12,47 nC**).

Pomiar właściwy odbywa się równolegle i nie jest przerywany.

3



Przyciskiem **F3** wraca się do ekranu z głównymi parametrami pomiaru.

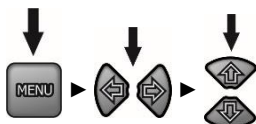


- Wyświetlane wartości należy traktować jako **orientacyjne**. Wskaźnik wyładowań niepełnych nie realizuje pomiaru zgodnie z normą PN-EN 60270 „Wysokonapięciowa technika probiercza - Pomiary wyładowań niepełnych”.
- Dane wyładowań niepełnych nie zapisują się w pamięci przyrządu.

4.10 Zdalne sterowanie miernikiem

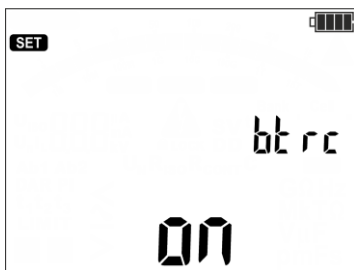
Przyrządem można zdalnie sterować za pomocą aplikacji mobilnej **Sonel MIC Mobile**. W tym celu należy włączyć bezprzewodową transmisję danych (**rozdz. 3 krok (12)**) oraz wejść w tryb **btrc**, postępując zgodnie z poniższymi krokami.

1



- Gdy nie trwa pomiar, nacisnąć **MENU**.
- Przyciskami **← →** przejść do opcji **btrc**.
- Przyciskami **↑ ↓** przełączyć tryb z **OFF** na **on**.

2



Zatwierdzić wybór przyciskiem **ENTER**.

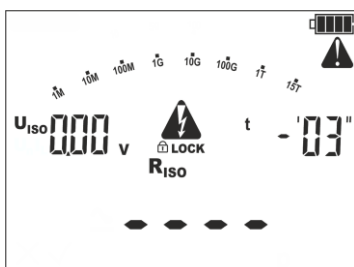


3



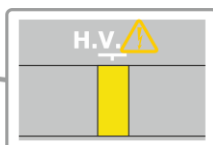
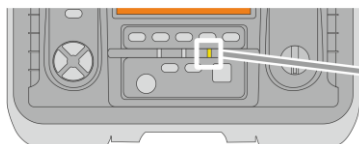
Zdalne sterowanie jest aktywne – wyświetla się komunikat **bt rc**. W rogu ekranu miga trójkąt ostrzegawczy.

4



Po wyzwoleniu pomiaru z aplikacji:

- miga trójkąt ostrzegawczy,
- miga trójkąt ostrzegający o wysokim napięciu,
- miga dioda **H.V.**,
- występuje sygnał dźwiękowy.



5



Jeżeli zdalne sterowanie jest nieaktywne, próba wyzwolenia pomiaru z aplikacji mobilnej skutkuje komunikatem **bt rc OFF**.

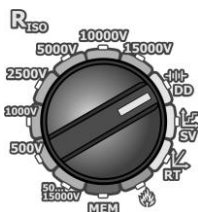
4.11 Pomiar prądów polaryzacji i depolaryzacji PDC

MIC-15k1 we współpracy z aplikacją mobilną **Sonel MIC Mobile** umożliwia obserwowanie charakterystyk przebiegu prądów polaryzacji i depolaryzacji w dziedzinie czasu. Wykazano, że zarówno prądy polaryzacji, jak i depolaryzacji pozostają w przybliżeniu niezmienione i mogą stanowić solidne kryteria oceny stanu izolacji np. kabla pod kątem jej zawilgocenia, delaminacji czy procesów starzeniowych.

Pomiaru PDC dokonuje się za pomocą zmodyfikowanego pomiaru DD.

- 1 Przed pomiarem w ustawieniach głównych zgodnie z **rozdz. 3** wprowadzić ustawienia:
 - sekcja **DD** (krok 7): nastawić dowolny czas dla pomiaru prądu depolaryzacji (im więcej, tym lepiej),
 - sekcja **bt** (krok 12): włączyć komunikację Bluetooth,
 - sekcja **CAP** (krok 13): wyłączyć pomiar pojemności. Co prawda wówczas miernik nie wskaże wartości DD, ale jednocześnie nie będzie przełączał przełącznikiem przetwornicy wysokonapięciowej podczas rozładowania obiektu – a więc nie będzie dokładał jej pojemności do wyniku. Dzięki temu będzie można wyznaczyć niezakłóconą charakterystykę prądu rozładowania,
 - sekcja **HV** (krok 14): ustawić **NORM RISE**. Wówczas napięcie pomiarowe osiągnie wartość nominalną bez przerostu napięcia. Przerost napięcia jest efektem negatywnym, ponieważ w momencie, gdy zaczyna ono opadać, prąd w badanym obiekcie płynie w odwrotnym kierunku.

- 2 Przełącznik obrotowy wyboru funkcji ustawić na pozycji **DD**.



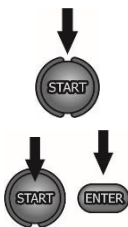
- 3 Naciskając przycisk **MENU** można przejść do wyboru:
 - ⇒ czasu ładowania,
 - ⇒ napięcia ładowania,
 - ⇒ maksymalnego prądu ładowania.



- 4 Włączyć w mierniku zdalne sterowanie zgodnie z **rozdz. 4.10**.
 - Włączyć aplikację **Sonel MIC Mobile** i sparować z nią miernik.

- 5 Podłączyć przewody do badanego obiektu. Przewody nie mogą stykać się ze sobą, z potencjałem ziemi ani z osobą prowadzącą pomiar.

- 6 Aby uruchomić pomiar:
 - ⇒ nacisnąć **START** i przytrzymać go przez 5 s
 - lub
 - ⇒ nacisnąć jednocześnie **START** i **ENTER**.

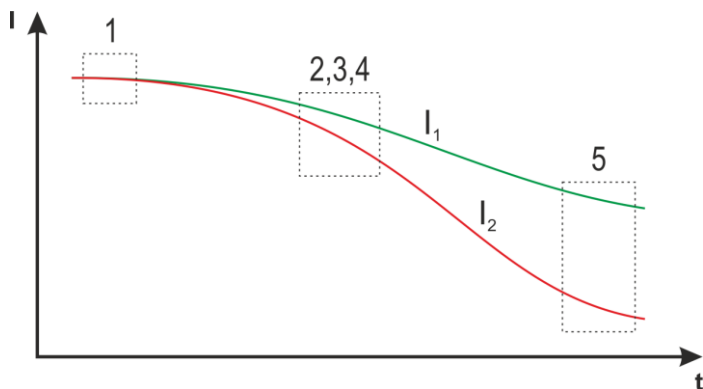


Gdy trwa pomiar, nie dotykać przewodów, nie manipulować miernikiem, nie poruszać się w jego pobliżu. Z uwagi na to, że prąd płynący przez badany obiekt jest na poziomie nanoamperów, każda interakcja z układem pomiarowym może wyindukować dodatkowy prąd, a w konsekwencji wpłynąć na wynik.

- 7) Poczekać, aż pomiar dobiegnie końca. Jego wynikiem są wykresy prądu ładowania i rozładowania, prezentowane w aplikacji Sonel MIC Mobile.



Jeśli kształt krzywych jest zbliżony, oznacza to, że stan badanego obiektu jest dobry. Jeśli krzywe odstawają od siebie, może to oznaczać degradację izolacji. Jej stopień można określić po tym, jak duża jest różnica między krzywymi, a charakter – po tym, w którym momencie pomiaru ta różnica wystąpiła.



Wykres 4.3. Wpływ cech materiału na krzywe PDC.

I_1 – prąd polaryzacji, I_2 – prąd depolaryzacji.

1 – przewodność, 2 – właściwości, 3 – kształt, 4 – wiek, 5 – zawartość wody

4.12 Ustalanie długości mierzonego kabla

Bazując na pojemności elektrycznej mierzonego obiektu, przyrząd pozwala na określenie długości mierzonego przewodu. W tym celu należy pozyskać dane o parametrach obiektu (np. z karty katalogowej producenta).

1



Na każdym kablu, co jeden metr, widnieje jego oznaczenie, na które składa się:

- ⇒ nazwa producenta,
- ⇒ typ kabla,
- ⇒ napięcie znamionowe,
- ⇒ liczba żył oraz pole przekroju każdej z nich.

Przykładowo na fotografii obok przedstawiono kabel typu **YHAKXS 1x240 RMC/50 12/20 kV**.

2

S mm ²	R (20°C) Ω/km	C μF/km
1x50RMC/16	0,641	0,18
1x70RMC/25	0,443	0,2
1x95RMC/35	0,32	0,22
1x120RMC/50	0,253	0,24
1x150RMC/50	0,206	0,26
1x185RMC/50	0,164	0,28
1x240RMC/50	0,125	0,3
1x300RMC/50	0,1	0,33
1x400RMC/50	0,0778	0,37
1x500RMC/50	0,0605	0,4

W karcie katalogowej producenta zlokalizuj ten konkretny kabel. Szukanym parametrem jest **pojemność jednostkowa**.

W tym przypadku odczytana wartość to **0,3 μF/km**.

3



Uruchom pomiar.

4

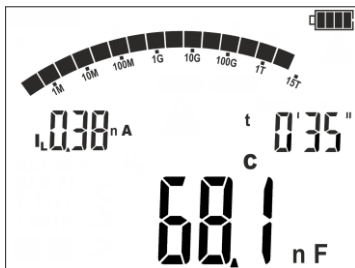


Po wykonaniu pomiaru przyciskami **F3** i **F4** (**EKRAN**) przejdź do ekranu wyświetlającego parametry

I_L i **C**, gdzie:

C – pojemność badanego obiektu.

5



Przyrząd mierzy całkowitą pojemność kabla **C**. Na tej podstawie, znając pojemność jednostkową C_x , można wyliczyć długość **L**.

$$C = C_x \cdot L$$

$$L = \frac{C}{C_x}$$

W rozpatrywanym przypadku dla:

$$C = 68,1 \text{ nF}$$

$$C_x = 0,3 \text{ } \mu\text{F/km} = 300 \text{ nF/km}$$

długość kabla wynosi:

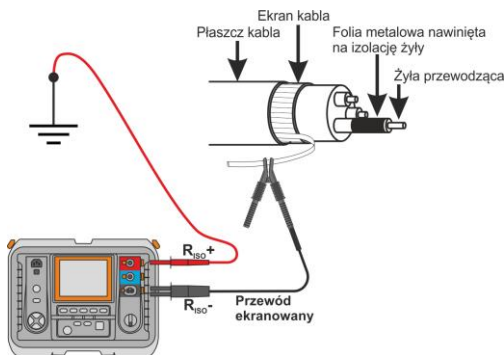
$$L = \frac{C}{C_x} = \frac{68,1 \text{ nF}}{300 \frac{\text{nF}}{\text{km}}} = 0,227 \text{ km} = 227 \text{ m}$$

4.13 Badanie szczelności pancerza kabla SN

Badanie szczelności pancerza kabla SN polega na przyłożeniu napięcia probierczego między jego powłokę metalową lub żyłę powrotną a ziemię. W trakcie trwania pomiaru zwróć uwagę na wartość prądu I_L .

Napięcie probiercze i czas pomiaru zależą od rodzaju badanego obiektu i wytycznych badania. Przykładowo dla kabla o izolacji polietylenowej:

- napięcie probiercze wg normy HD 620 S1: $\leq 5 \text{ kV}$,
- czas pomiaru po stabilizacji napięcia: 1-10 min,
- wynik pozytywny wg normy HD 620 S1: gdy nie nastąpiło zwarcie doziemne.



5 Pamięć wyników pomiarów

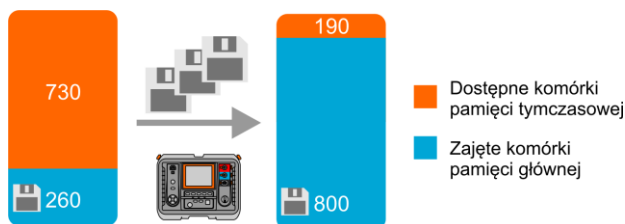
Miernik MIC-15k1 jest wyposażony w **pamięć 990 komórek**, z których każda może zawierać wynik pomiaru R_{ISO} . Cała pamięć podzielona jest na **10 banków** po 99 komórek. Dzięki dynamicznemu przydziałowi pamięci każda z komórek może zawierać inną ilość pojedynczych wyników, w zależności od potrzeb. Ponadto komórki zawierają dane, na podstawie których za pomocą zewnętrznego oprogramowania (np. Sonel Reader) można stworzyć wykresy przebiegu mierzonych wielkości.

Każdy wynik można zapisać w komórce o wybranym numerze i w wybranym banku. Dzięki temu **użytkownik może przyporządkowywać numery komórek do poszczególnych punktów pomiarowych**, a numery banków do poszczególnych obiektów. Pozwala to na wykonywanie pomiarów w dowolnej kolejności i powtarzanie je bez utraty pozostałych danych.

Dodatkowo **po rozpoczęciu pomiaru wyniki zapisywane są bezpośrednio w pamięci tymczasowej urządzenia**, w pamięci. Jej pojemność (**0...990 komórek pamięci**) zależy od tego, ile komórek jest już zajętych w pamięci głównej (**Rys. 5.1**).

Gdy pamięć tymczasowa całkowicie się wypełni, najstarsze pomiary będą nadpisywane najnowszymi. Podgląd tych wyników możliwy jest po naciśnięciu **F5**. Przeglądając je użytkownik ma możliwość zapisu wyniku do pamięci trwałej (przycisk **ENTER**).

Pamięć wyników pomiarów **nie ulega skasowaniu** po wyłączeniu miernika, dzięki czemu mogą one zostać później odczytane bądź przesłane do komputera. Nie ulega też zmianie numer bieżącej komórki i banku.



Rys. 5.1. Pojemność pamięci tymczasowej miernika zależy od ilości danych w pamięci głównej



- Do jednej komórki można zapisać:
 - o wynik pomiaru R_{ISO} 2p / R_{ISO} 3p,
 - o wynik R_{ISO} SV, DD,
 - o wynik dopalania.
- Po wpisaniu wyniku pomiaru automatycznie zostaje zwiększony numer komórki.
- W pamięci przechowywane są również dane przeznaczone do wykresów zmiany parametrów w czasie.

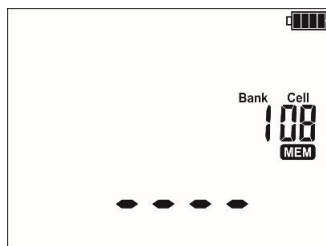
5.1 Wpisywanie wyników pomiarów do pamięci

1



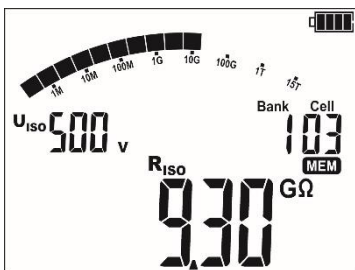
Po wykonaniu pomiaru nacisnąć **ENTER**

2a



Komórka pusta.

2b



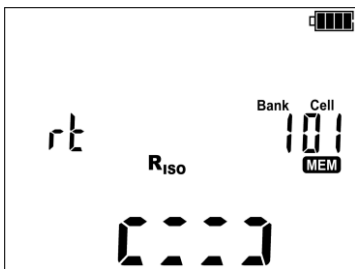
Komórka zajęta przez wynik tego samego rodzaju, co wpisywany.

3



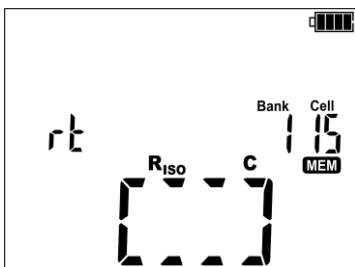
Przyciskami **F3** i **F4** (**EKRAN**) można przeglądać składowe wyniku.

4a



Komórka zajęta przez wynik innego rodzaju niż wpisywany.

4b



Komórka całkowicie zajęta.

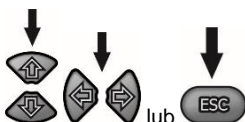
5





Naciskając **ENTER** przy danym pomiarze użytkownik ma możliwość zapisu pomiaru do pamięci trwałej o określonym numerze banku i komórki.

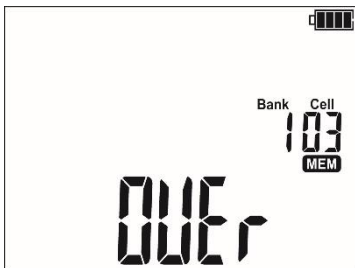
Nacisnąć **ENTER**, aby zapisać wynik do pamięci. Zapis jest sygnalizowany potrójnym sygnałem dźwiękowym i prostokątem na głównym polu wyświetlacza.

6



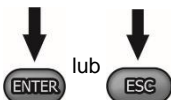
- Numer komórki zmienia się przyciskami .
- Numer banku zmienia się przyciskami .
- Przyciskiem **ESC** można wrócić do wyświetlania wyniku bez zapisu.

7



Przy próbie zapisu do zajętej komórki pojawi się ostrzeżenie.

8



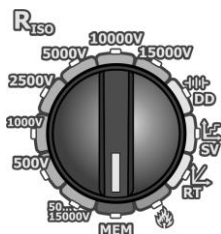
Nacisnąć **ENTER**, aby nadpisać wynik.
Nacisnąć **ESC**, aby zrezygnować.



Do pamięci zapisany zostaje komplet wyników (główny i dodatkowe) danej funkcji pomiarowej, ustawione parametry pomiaru oraz dane do wykresów przebiegu mierzonych wielkości.

5.2 Przeglądanie pamięci

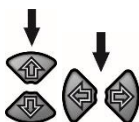
1






Przełącznik obrotowy wyboru funkcji ustawić na pozycji **MEM**.

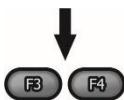
- Aby przejść do pamięci **tymczasowej**, nacisnąć **F5**.
- Aby wrócić do pamięci głównej, ponownie nacisnąć **F5**.

2



- Numer komórki zmienia się przyciskami .
- Numer banku zmienia się przyciskami .
- W pamięci **tymczasowej** wyniki przegląda się strzałkami . Ich zapis do pamięci głównej odbywa się za pomocą przycisku **ENTER**.

3



Przyciskami **F3** i **F4** (**EKRAN**) można przeglądać składowe wyniki zarówno w pamięci podręcznej, jak i w głównej.

4



Przyciskiem **F2** można przywołać czas wykonania pomiaru:

- godzinę (nacisnąć pojedynczo),
- datę (nacisnąć dwukrotnie).

Parametry będą widoczne przez 3 s, po czym nastąpi powrót do wartości danego pomiaru.



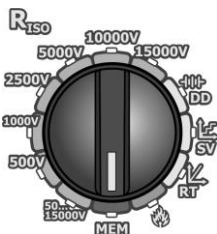
Podczas przeglądania pomiaru R_{ISO} na polu odczytowym stoper/pamięć wyświetlane są naprzemiennie numery banku i komórki oraz czas pomiaru, w którym dany wynik został wpisany do pamięci. Dotyczy to wszystkich pomiarów R_{ISO} .

5.3 Kasowanie pamięci

Skasować można całą pamięć lub poszczególne banki.

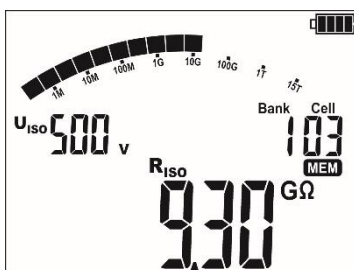
5.3.1 Kasowanie banku


1




Przełącznik obrotowy wyboru funkcji ustawić na pozycji **MEM**.

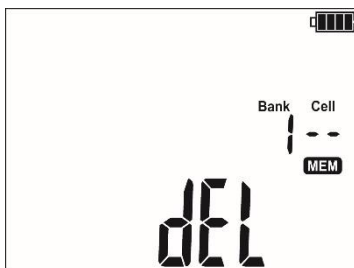
2



Przyciskami  ustawić numer banku do skasowania.

Przyciskami  obniżyć lub podwyższyć numer doład...

3



...aż zniknie, zastąpiony przez symbol **del** sygnalizujący gotowość do kasowania.

4



Nacisnąć **ENTER**.

5

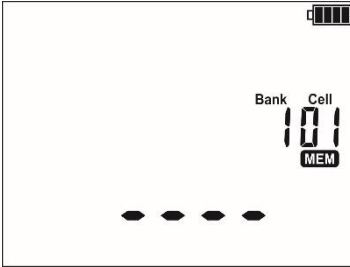


Pojawia się  i napis **Conf**, będące żądaniem potwierdzenia kasowania.

6



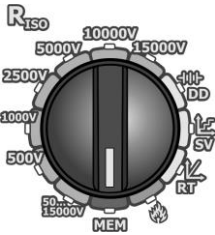
Nacisnąć ponownie **ENTER**.



Po skasowaniu banku miernik wydaje potrójny sygnał dźwiękowy, a numer komórki ustawia się na "1".

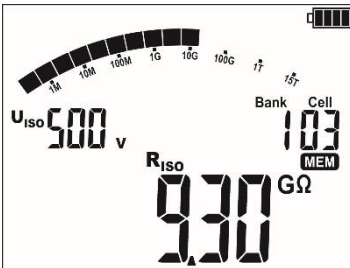
5.3.2 Kasowanie całej pamięci

1



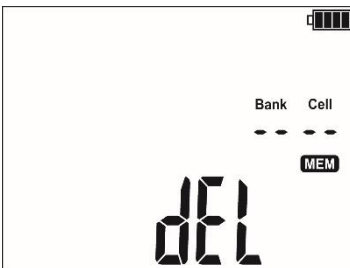
Przełącznik obrotowy wyboru funkcji ustawić na pozycji **MEM**.

2



Przyciskami obniżać lub podwyższać numer banku dotąd...

3



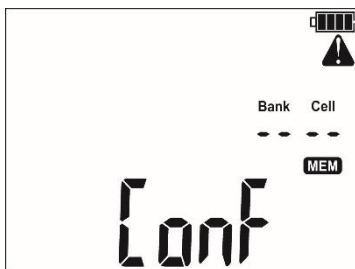
...zniknie, zastąpiony symbolem **dEL** sygnalizującym gotowość do kasowania.


4



Wcisnąć przycisk **ENTER**.

5



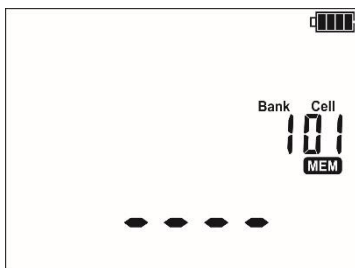
Pojawiają się  i napis **Conf** będące żądaniem potwierdzenia kasowania.

6



Wcisnąć ponownie przycisk **ENTER**.

Po skasowaniu pamięci miernik wydaje potrójny sygnał dźwiękowy, a nr banku i komórki ustawia się na "1".



6 Transmisja danych

6.1 Pakiet wyposażenia do współpracy z komputerem

Do współpracy miernika z komputerem niezbędny jest przewód USB lub moduł bezprzewodowy Bluetooth i odpowiednie oprogramowanie (do pobrania z www.sonel.pl):

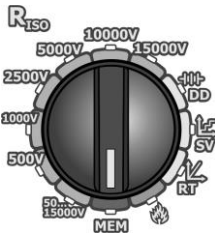
- Sonel Reader (na wyposażeniu),
- Sonel PE5,
- aplikacja mobilna Sonel MIC Mobile.

Oprogramowanie można wykorzystać do współpracy z wieloma przyrządami produkcji SONEL S.A. wyposażonymi w interfejs USB i Bluetooth. Szczegółowe informacje dostępne są u producenta i dystrybutorów.

Jeżeli oprogramowanie nie zostało zakupione wraz z miernikiem, można je nabyć u producenta lub autoryzowanego dystrybutora.

6.2 Transmisja danych przy pomocy złącza USB

1



Przełącznik obrotowy wyboru funkcji ustawić na pozycji **MEM**.

2



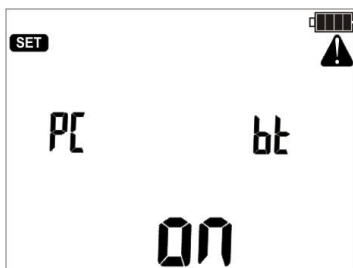
Podłączyć przewód do portu USB komputera i gniazda USB miernika.

3

Uruchomić program.

6.3 Transmisja danych przy pomocy modułu Bluetooth

1



Włączyć komunikację Bluetooth zgodnie z rozdz. 3 kroki 1 2 12.

2

Jeżeli komputer nie ma na wyposażeniu modułu Bluetooth, podłączyć takowy do jego gniazda USB.

3

Podczas parowania miernika z komputerem należy wpisać kod PIN zgodny z kodem PIN miernika w ustawieniach głównych (rozdz. 3 krok 5).

4

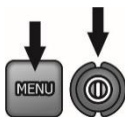
Na komputerze uruchomić program do archiwizacji danych.



- Standardowy PIN dla Bluetooth to **0123**. Patrz również rozdz. 3 krok 5.
- Przy włączonym przewodzie USB transmisja radiowa nie jest możliwa.

7 Uaktualnianie oprogramowania

1



Trzymając wciśnięty przycisk **MENU** nacisnąć krótko przycisk **ON/OFF**. Trzymać **MENU** dotąd, aż pojawi się ikona **SET**.

2



Przyciskami ◀▶ wyświetlić poniższy ekran.



3



Połączyć miernik z komputerem przewodem USB i wcisnąć **ENTER**.

4



Wykonywać polecenia programu.

8 Zasilanie miernika

8.1 Monitorowanie napięcia zasilającego



UWAGA!

Przed rozpoczęciem eksploatacji miernika należy rozładować akumulator, a następnie całkowicie go naładować, aby wskazanie stanu jego naładowania było prawidłowe.

Stopień naładowania akumulatora jest na bieżąco wskazywany przez symbol umieszczony w prawym górnym rogu ekranu.



Akumulator naładowany.



Akumulator rozładowany.



Akumulator skrajnie wyczerpany.
Wszystkie pomiary są blokowane.
Miernik wyłącza się samoczynnie po 5 s.

8.2 Zasilanie z akumulatora

Miernik MIC-15k1 jest zasilany z akumulatora litowo-jonowego, który może być wymieniany tylko w serwisie.

Ładowarka jest zamontowana wewnątrz miernika i współpracuje jedynie z firmowym akumulatorem. Zasilana jest z sieci 90 V ± 265 V 50 Hz/60 Hz. Możliwe jest też zasilanie z gniazda zapalniczki samochodowej przy pomocy opcjonalnej przetwornicy.



UWAGA!

Nie wolno zasilać miernika ze źródeł innych niż wymienione w niniejszej instrukcji.

8.3 Ładowanie akumulatora

Ładowanie rozpoczyna się po dołączeniu zasilania do miernika, niezależnie od tego, czy jest on wyłączony, czy nie. Zmieniające się wypełnienie symbolu baterii na wyświetlaczu świadczy o przebiegu procesu.


Akumulator podlega algorytmowi „szybkiego ładowania”, pozwalającemu skrócić ten proces do ok. 5 godzin. Zakończenie procedury sygnalizowane jest maksymalnym wypełnieniem symbolu baterii i ciągłym świeceniem zielonej diody.

Aby wyłączyć przyrząd, należy wyjąć wtyczkę zasilania ładowarki.




Na skutek zakłóceń w sieci może się zdarzyć przedwczesne zakończenie ładowania akumulatora. W przypadku stwierdzenia zbyt krótkiego czasu ładowania należy wyłączyć miernik i rozpocząć ładowanie jeszcze raz.

Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik



Sygnalizacja	Stan
Miganie zielonej diody z częstotliwością 1 raz na sekundę, animacja symbolu akumulatora na wyświetlaczu.	Trwa ładowanie.
Ciągłe świecenie zielonej diody, wyświetlenie symbolu pełnego akumulatora na wyświetlaczu.	Koniec ładowania.
Miganie zielonej diody z częstotliwością 2 razy na sekundę.	Błąd podczas ładowania.
Miganie zielonej diody i symbolu baterii z częstotliwością 2 razy na sekundę, wyświetlany symbol  .	Zbyt wysoka temperatura akumulatora. Pomiar są blokowane.

8.4 Zasilanie z sieci

Możliwe jest prowadzenie pomiarów podczas ładowania akumulatora. W tym celu w trybie ładowania należy nacisnąć **ESC** - miernik przechodzi do trybu pomiarów, pozostając jednocześnie w trybie ładowania. Podobnie będzie w przypadku podłączenia zasilania z sieci w czasie pracy miernika.

Wyłączenie miernika przyciskiem  lub przez **AUTO-OFF** nie przerywa ładowania akumulatora.

Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

Sygnalizacja	Stan
Miganie wszystkich segmentów symbolu baterii z częstotliwością 1 raz na sekundę.	Koniec ładowania.
Miganie zielonej diody i symbolu baterii z częstotliwością 2 razy na sekundę, wyświetlane symbole  oraz  .	Za wysoka temperatura akumulatora, pomiary są blokowane.

8.5 Ogólne zasady użytkowania akumulatorów litowo-jonowych (Li-Ion)

- Przechowuj miernik z akumulatorami naładowanymi min. do 50%. Akumulator przechowywany w stanie całkowitego rozładowania może ulec uszkodzeniu. Temperatura miejsca długiego składowania powinna być utrzymywana w granicach 5°C...25°C. Otoczenie powinno być suche i dobrze wentylowane. Chroni przyrząd przed bezpośrednim nasłonecznieniem.
- Ładuj akumulatory w chłodnym i przewiewnym miejscu w temperaturze 10°C...28°C. Nowoczesne szybkie ładowarki wykrywają zarówno zbyt niską, jak i zbyt wysoką temperaturę akumulatorów i odpowiednio reagują na te sytuacje. Zbyt niska temperatura uniemożliwi rozpoczęcie procesu ładowania, który mógłby nieodwracalnie uszkodzić akumulator.
- Nie ładuj ani nie używaj akumulatorów w temperaturach ekstremalnych. Skrajne temperatury redukcją żywotność akumulatorów. Bezwzględnie przestrzegaj znamionowej temperatury pracy. Nie wrzucaj akumulatorów do ognia.
- Ogniwa Li-Ion są wrażliwe na uszkodzenia mechaniczne. Takie uszkodzenia mogą przyczynić się do jego trwałego uszkodzenia, a co za tym idzie – zapłonu lub wybuchu. Jakakolwiek ingerencja w strukturę akumulatora Li-Ion może doprowadzić do jego uszkodzenia. Skutkiem tego może być jego zapalenie się lub wybuch. W przypadku zwarcia biegunów akumulatora + i – może dojść do jego trwałego uszkodzenia, a nawet zapłonu lub wybuchu.
- Nie zanurzaj akumulatora Li-Ion w cieczach ani nie przechowuj w warunkach wysokiej wilgotności.

- W razie kontaktu elektrolitu, który znajduje się w akumulatorze Li-Ion z oczami lub skórą niezwłocznie przepłucz te miejsca dużą ilością wody i skontaktuj się z lekarzem. Chroń akumulator przed osobami postronnymi i dziećmi.
- W momencie zauważenia jakichkolwiek zmian w akumulatorze Li-Ion (m.in. kolor, puchnięcie, zbyt duża temperatura) zaprzestań używania akumulatora. Akumulatory Li-Ion uszkodzone mechanicznie, przeładowane lub nadmiernie wyładowane nie nadają się do użytkowania.
- Używanie akumulatora niezgodnie z przeznaczeniem może spowodować jego trwałe uszkodzenie. Może to skutkować jego zapłonem. Sprzedawca wraz z producentem nie ponoszą odpowiedzialności za ewentualne szkody powstałe w wyniku nieprawidłowego obchodzenia się akumulatorem Li-Ion.

9 Czyszczenie i konserwacja



UWAGA!

Należy stosować jedynie metody konserwacji podane przez producenta w niniejszej instrukcji.

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

Sondy można umyć wodą i wytrzeć do sucha.

Przewody można oczyścić używając wody z dodatkiem detergentów, następnie wytrzeć do sucha.

Układ elektroniczny miernika nie wymaga konserwacji.

10 Magazynowanie

Przy przechowywaniu przyrządu należy przestrzegać poniższych zaleceń:

- odłączyć od miernika wszystkie przewody,
- dokładnie wyczyścić miernik i wszystkie akcesoria,
- przewody pomiarowe zwinąć,
- aby uniknąć całkowitego rozładowania akumulatora przy długim przechowywaniu, należy go naładować **minimum raz na pół roku**.

11 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 użytym 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.

12 Dane techniczne

12.1 Dane podstawowe

⇒ skrót „w.m.” w określeniu dokładności oznacza wartość mierzoną wzorcową

Pomiar napięć AC/DC

Zakres wyświetlania	Rozdzielczość	Dokładność
0,0 V...29,9 V	0,1 V	±(2% w.m. + 20 cyfr)
30,0 V...299,9 V	0,1 V	±(2% w.m. + 6 cyfr)
300 V...1500 V	1 V	±(2% w.m. + 2 cyfr)

- Zakres częstotliwości: 45...65 Hz

Pomiar rezystancji izolacji

- Dokładność zadawania napięcia ($R_{obc} [\Omega] \geq 1000 \cdot U_N [V]$): 0...+5% lub 0...+10% od ustawionej wartości
- Zakres pomiarowy wg IEC 61557-2: 50 k Ω ...40,0 T Ω ($I_{ISO_{nom}} = 1,2 \text{ mA} / 3 \text{ mA} / 5 \text{ mA} / 7 \text{ mA}$)

Pomiar napięciem stałym i narastającym (SV) dla U_{ISO}	Zakres wyświetlania	Rozdzielczość	Dokładność
5 kV	000 k Ω ...999 k Ω	1 k Ω	± (3% w.m. + 10 cyfr) dla $U_{ISO} = 5 \text{ kV}$
	1,00 M Ω ...9,99 M Ω	0,01 M Ω	
	10,0 M Ω ...99,9 M Ω	0,1 M Ω	
	100 M Ω ...999 M Ω	1 M Ω	
	1,00 G Ω ...9,99 G Ω	0,01 G Ω	
	10,0 G Ω ...99,9 G Ω	0,1 G Ω	
≥10 kV	100 G Ω ...999 G Ω	1 G Ω	± (3,5% w.m. + 10 cyfr) dla $U_{ISO} = 5 \text{ kV}$
	1,00 T Ω ...9,99 T Ω	0,01 T Ω	± (7,5% w.m. + 10 cyfr) dla $U_{ISO} = 5 \text{ kV}$
≥15 kV	10,0 T Ω ...20,0 T Ω	0,1 T Ω	± (9% w.m. + 10 cyfr) dla $U_{ISO} = 5 \text{ kV}$
≥15 kV	10,0 T Ω ...40,0 T Ω		± (12,5% w.m. + 10 cyfr) dla $U_{ISO} = 10 \text{ kV}$

- Przytoczone dokładności są wartościami „najgorszymi”, wyliczonymi dla górnego zakresu wyświetlania. Im niższy odczyt, tym większa dokładność.
- Dokładność dla dowolnego napięcia pomiarowego i każdego wyniku można wyliczyć z poniższego wzoru:

$$\delta_R = \left(3\% + \left(\frac{U_{ISO}}{U_{ISO} - R_{zm} \cdot 21 \cdot 10^{-12}} - 1 \right) \cdot 100\% \right) \pm 10 \text{ cyfr}$$

gdzie:

U_{ISO} – napięcie, przy którym wykonywany jest pomiar [V]

R_{zm} – wartość mierzonej rezystancji [Ω]

Orientacyjne maksymalne wartości mierzonej rezystancji w zależności od napięcia pomiarowego podaje poniższa tabela.


Napięcie	Zakres pomiarowy
50 V	200 GΩ
100 V	400 GΩ
250 V	1,00 TΩ
500 V	2,00 TΩ
1000 V	4,00 TΩ
2500 V	10,00 TΩ
5000 V	20,0 TΩ
10000 V	40,0 TΩ
15000 V	40,0 TΩ

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

$$R_{ISOmin} = \frac{U_{ISOnom}}{I_{ISONom}}$$

gdzie:

- R_{ISOmin} – minimalna rezystancja izolacji mierzona bez ograniczenia prądu przetwornicy
- U_{ISOnom} – nominalne napięcie pomiarowe
- I_{ISONom} – nominalny prąd przetwornicy (1,2 mA, 3 mA, 5 mA lub 7 mA)

- Dodatkowy błąd w metodzie trójprzewodowej (wpływ zacisku G): 0,05% przy eliminowaniu upływu wywołanego rezystancją 250 kΩ podczas pomiaru 100 MΩ przy napięciu pomiarowym 50 V.
- Maksymalny prąd zwarcia I_{sc} : 10 mA.
- Prąd I_{sc} w pozostałym zakresie obciążeń wybierany z wartości: 1,2 mA, 3 mA, 5 mA, 7 mA, 10 mA (10 mA tylko w funkcji  Dopalenie).

Pomiar prądu upływu

Zakres wyświetlania	Rozdzielczość	Dokładność
1 pA ... 99 pA	1 pA	± (1,5% w.m. + 20 cyfr)
1,00 nA ... 9,99 nA	0,01 nA	
10,0 nA ... 99,9 nA	0,1 nA	± (1,5% w.m. + 2 cyfry)
100 nA ... 999 nA	1 nA	
1,00 uA ... 9,99 uA	0,01 uA	
10,0 uA ... 99,9 uA	0,1 uA	
100 uA ... 999 uA	1 uA	
1,00 mA ... 9,99 mA	0,01 mA	

Pomiar pojemności

Zakres wyświetlania	Rozdzielczość	Dokładność
0 nF...999 nF	1 nF	± (5% w.m. + 5 cyfr)
1,00 μF...49,99 μF	0,01 μF	

- Pomiar pojemności tylko podczas pomiaru R_{ISO} (podczas rozładowywania obiektu).
- Dokładność jest spełniona dla badanej pojemności przyłączonej równolegle z rezystancją większą niż 10 MΩ.
- Dla napięć pomiarowych poniżej 100 V, błąd pomiaru pojemności nie specyfikowany.

Pomiar wyładowań niezupełnych

Liczba wyładowań niezupełnych na sekundę	Zakres wyświetlania	Rozdzielczość
0...100	1000 pC...9999 pC	1 pC

12.2 Pozostałe dane techniczne

- a) rodzaj izolacji wg PN-EN 61010-1 i IEC 61557 podwójna
- b) kategoria pomiarowa wg PN-EN 61010-1
- wysokość robocza ≤ 2000 m IV 1000 V
 - wysokość robocza ≤ 3000 m IV 600 V
- c) stopień ochrony obudowy wg PN-EN 60529
- otwarta obudowa IP40
 - zamknięta obudowa IP67
- d) zasilanie miernika
- numery seryjne z prefiksem J5 akumulator Li-Ion 14,8 V 5,3 Ah
 - numery seryjne z prefiksem M3 akumulator LiFePO4 13,2 V 5,0 Ah
- e) wymiary 390 x 308 x 172 mm
- f) waga miernika
- z akumulatorem Li-Ion ok. 6,3 kg
 - z akumulatorem LiFePO4 ok. 6,6 kg
- g) temperatura przechowywania $-25^{\circ}\text{C} \dots +70^{\circ}\text{C}$
- h) temperatura pracy $-20^{\circ}\text{C} \dots +50^{\circ}\text{C}$
- i) wilgotność 20%...90%
- j) wysokość n.p.m. ≤ 3000 m
- k) temperatura odniesienia $+23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$
- l) wilgotność odniesienia 40%...60%
- m) wyświetlacz LCD segmentowy
- n) ilość pomiarów R_{ISO} wg PN-EN 61557-2 przy zasilaniu z akumulatora min. 1000
- o) czas pracy na pojedynczym ładowaniu akumulatora
- dla $R_{ISO}=5 \text{ M}\Omega$, $U_{ISO}=5 \text{ kV}$, $T=(23\pm 5)^{\circ}\text{C}$ ok. 5 h
 - dla $R_{ISO}=100 \text{ M}\Omega$, $U_{ISO}=15 \text{ kV}$, $T=(23\pm 5)^{\circ}\text{C}$ ok. 5 h
- p) pamięć wyników pomiarów 990 komórek
- q) transmisja wyników łącze USB lub bezprzewodowe za pomocą Bluetooth
- r) standard jakości opracowanie, projekt i produkcja zgodnie z ISO 9001
- s) przyrząd spełnia wymagania normy PN-EN 61010-1 i IEC 61557
- t) wyrób spełnia wymagania EMC (odporność dla środowiska przemysłowego) wg norm PN-EN 61326-1 i PN-EN 61326-2-2



UWAGA!

Miernik MIC-15k1 zakwalifikowano z punktu widzenia EMC do przyrządów klasy A (do stosowania w środowiskach przemysłowych - wg PN-EN 50011). Należy liczyć się z możliwością zakłócania pracy innych urządzeń przy stosowaniu mierników w innych środowiskach (np. domowym).



SONEL S.A. niniejszym oświadcza, że typ urządzenia radiowego MIC-15k1 jest zgodny z dyrektywą 2014/53/UE. Pełny tekst deklaracji zgodności UE jest dostępny pod następującym adresem internetowym: <https://www.sonel.pl/pl/pobierz/deklaracje-zgodnosci/>

12.3 Dane dodatkowe

Dane o niepewnościach dodatkowych są przydatne głównie w przypadku używania miernika w niestandardowych warunkach oraz dla laboratoriów pomiarowych przy wzorcowaniu.

12.3.1 Niepewności dodatkowe wg PN-EN 61557-2 (R_{ISO})

Wielkość wpływająca	Oznaczenie	Niepewność dodatkowa
Położenie	E ₁	0 %
Napięcie zasilania	E ₂	1 % (brak komunikatu $\frac{U}{U_N}$)
Temperatura 0 °C...35 °C	E ₃	6 %

13 Akcesoria

Aktualne zestawienie akcesoriów znajduje się na stronie internetowej producenta.

13.1 Akcesoria standardowe

W skład standardowego kompletu dostarczanego przez producenta wchodzi:

- miernik MIC-15k1
- komplet przewodów pomiarowych:
 - przewód 15 kV 3 m kat. IV 1000 V zak. krokodylem, czarny, ekranowany – **WAPRZ003BLKROE15KV**
 - przewód 15 kV 3 m kat. IV 1000 V zakończony krokodylem, niebieski – **WAPRZ003BUKRO15KV**
 - przewód 15 kV 3 m kat. IV 1000 V zakończony krokodylem, czerwony – **WAPRZ003REKRO15KV**
- przewód interfejsu USB – **WAPRZUSB**
- przewód do zasilania i ładowania akumulatorów – **WAPRZ1X8BLIEC**
- szelki – **WAPOZSZE5**
- futerał L4 – **WAFUTL4**
- instrukcja obsługi
- aplikacja mobilna **Sonel MIC Mobile** do pobrania ze strony www.sonel.pl
- karta gwarancyjna
- certyfikat kalibracji

13.2 Akcesoria opcjonalne

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

- Przewód ekranowany czarny
15 kV zakończony krokodylem kat. IV 1000 V
wersja 1,8 m / 5 m / 10 m / 20 m
WAPRZ1X8BLKROE15KV
WAPRZ005BLKROE15KV
WAPRZ010BLKROE15KV
WAPRZ020BLKROE15KV



- Przewód 15 kV zakończony krokodylem kat. IV 1000 V
niebieski
wersja 1,8 m / 5 m / 10 m / 20 m
WAPRZ1X8BUKRO15KV
WAPRZ005BUKRO15KV
WAPRZ010BUKRO15KV
WAPRZ020BUKRO15KV



- czerwony
wersja 1,8 m / 5 m / 10 m / 20 m
WAPRZ1X8REKRO15KV
WAPRZ005REKRO15KV
WAPRZ010REKRO15KV
WAPRZ020REKRO15KV



- Sonda do pomiaru rezystancji podłóg i ścian PRS-1

WASONPRS1PL



- Przyrządy kalibracyjne

Skrzynka kalibracyjna 5 kV

WAADACS5KV



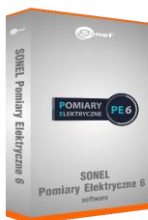
Kalibrator rezystancji
SRP-10G0-10T0

WMGBSRP10G010T0



- Program do tworzenia protokołów pomiarowych „SONEL Pomiarzy Elektryczne”.

WAPROSONPE6



- Świadectwo wzorcowania z akredytacją

14 Producent

Producentem przyrządu prowadzącym serwis gwarancyjny i pogwarancyjny jest:

SONEL S.A.
ul. Wokulskiego 11
58-100 Świdnica
tel. (74) 858 38 00 (Biuro Obsługi Klienta)
e-mail: bok@sonel.pl
internet: www.sonel.pl



UWAGA!

Do prowadzenia napraw serwisowych upoważniony jest jedynie producent.

15 Usługi laboratoryjne

Laboratorium Badawczo - Wzorcujące działające w SONEL S.A. posiada akredytację Polskiego Centrum Akredytacji nr AP 173.

Laboratorium oferuje usługi wzorcowania następujących przyrządów związanych z pomiarami wielkości elektrycznych i nieelektrycznych:



AP 173

• MIERNIKI DO POMIARÓW WIELKOŚCI ELEKTRYCZNYCH ORAZ PARAMETRÓW SIECI ENERGETYCZNYCH

- mierniki napięcia
- mierniki prądu (w tym również mierniki cęgowy)
- mierniki rezystancji
- mierniki rezystancji izolacji
- mierniki rezystancji uziemień
- mierniki impedancji pętli zwarcia
- mierniki zabezpieczeń różnicowoprądowych
- mierniki małych rezystancji
- analizatory jakości zasilania
- testery bezpieczeństwa sprzętu elektrycznego
- multimetry
- mierniki wielofunkcyjne obejmujące funkcjonalnie w/w przyrządy

• WZORCE WIELKOŚCI ELEKTRYCZNYCH

- kalibratory
- wzorce rezystancji

• PRZYRZĄDY DO POMIARÓW WIELKOŚCI NIEELEKTRYCZNYCH

- pirometry
- kamery termowizyjne
- luksomierze

Świadectwo Wzorcowania jest dokumentem prezentującym zależność między wartością wzorcową a wskazaniem badanego przyrządu z określeniem niepewności pomiaru i zachowaniem spójności pomiarowej. Metody, które mogą być wykorzystane do wyznaczenia odstępów czasu między wzorcowaniami określone są w dokumencie ILAC G24 „Wytyczne dotyczące wyznaczania odstępów czasu między wzorcowaniami przyrządów pomiarowych”. Firma SONEL S.A. zaleca dla produkowanych przez siebie przyrządów wykonywanie potwierdzenia metrologicznego nie rzadziej, niż co **12 miesięcy**.

Dla wprowadzanych do użytkowania fabrycznie nowych przyrządów posiadających Świadectwo Wzorcowania lub Certyfikat Kalibracji, kolejne wykonanie potwierdzenia metrologicznego (wzorcowanie) zaleca się przeprowadzić w terminie do **12 miesięcy** od daty zakupu, jednak nie później, niż **24 miesiące** od daty produkcji.



UWAGA!

Osoba wykonująca pomiary powinna mieć całkowitą pewność, co do sprawności używanego przyrządu. Pomiary wykonane niesprawnym miernikiem mogą przyczynić się do błędnej oceny skuteczności ochrony zdrowia, a nawet życia ludzkiego.

NOTATKI

NOTATKI

NOTATKI

KOMUNIKATY POMIAROWE



UWAGA!

Podłączenie napięcia wyższego niż 1500 V między dowolne zaciski pomiarowe może spowodować uszkodzenie miernika i zagrożenie dla użytkownika.

	Obecność napięcia pomiarowego na zaciskach miernika.
	Konieczność zajrzenia do instrukcji.
READY	Gotowość do wykonania pomiaru.
NOISE!	Na badanym obiekcie występuje napięcie zakłócające mniejsze od 50 V DC lub 1500 V AC. Pomiar jest możliwy, jednak może być obciążony dodatkowym błędem.
$U_n > 50 \text{ V}$ (dla napięcia DC) lub $U_n \sim > 1500 \text{ V}$ (dla napięcia AC)	Podczas pomiaru pojawiło się napięcie lub przez 120 s nie udaje się rozładować obiektu. Po 5 s miernik powraca do stanu domyślnego – woltomierza. Ponadto, oprócz wyświetlanej informacji: <ul style="list-style-type: none"> • występuje dwutonowy sygnał dźwiękowy, • miga czerwona dioda.
LIMIT !!	Załączenie ograniczenia prądowego. Wyświetleniu symbolu towarzyszy ciągły sygnał dźwiękowy.
H I L E	Przebiecie izolacji obiektu, pomiar jest przerywany. Napis pojawia się po napisie LIMIT !! , utrzymującym się przez 20 s w czasie pomiaru w sytuacji, gdy wcześniej napięcie osiągnęło poziom nominalny.
d 15	Rozładowanie obiektu w toku.
 batt	Stan akumulatora: Akumulator naładowany. Akumulator rozładowany. Akumulator wyczerpany. Naładować akumulator.



SONEL S.A.
ul. Wokulskiego 11
58-100 Świdnica



tel. (74) 858 38 00
(Biuro Obsługi Klienta)

e-mail: bok@sonel.pl
www.sonel.pl