



INSTRUKCJA OBSŁUGI

MIERNIKI REZYSTANCJI UZIEMIENĆ MRU-100 I MRU-101



Wersja 6.6 14.01.2010

SPIS TREŚCI

1	WSTĘP	5
2	WPROWADZENIE.....	6
3	BEZPIECZEŃSTWO.....	6
4	OPIS I INFORMACJE O DZIAŁANIU.....	7
4.1	CHARAKTERYSTYKA PRZYRZĄDÓW Z RODZINY MRU-100	7
4.2	WYPOSAŻENIE STANDARDOWE	7
4.3	WYPOSAŻENIE DODATKOWE	8
4.4	ROZMIESZCZENIE GNIAZD I KLAWISZY.....	8
4.4.1	<i>Gniazda.....</i>	<i>9</i>
4.4.2	<i>Klawiatura</i>	<i>10</i>
4.5	WYŚWIETLACZ CIEKŁOKRYSTALICZNY (LCD)	11
4.6	BRZĘCZYK	13
4.7	PRZEWODY I SONDY POMIAROWE.....	14
4.8	CĘGI POMIAROWE	14
5	MAGAZYNOWANIE	14
6	ROZPOCZĘCIE EKSPLOATACJI	14
7	OBSŁUGA	15
7.1	PRZYGOTOWANIE MIERNIKA DO PRACY.....	15
7.2	ZASILANIE MIERNIKA Z AKUMULATORÓW	15
7.2.1	<i>Wymiana baterii (akumulatora).....</i>	<i>16</i>
7.2.2	<i>Ładowanie akumulatora</i>	<i>17</i>
7.2.3	<i>Ogólne zasady użytkowania akumulatorów niklowo-wodorkowych (Ni-MH)</i>	<i>17</i>
7.3	KALIBRACJA CĘGÓW	18
7.4	WARUNKI WYKONANIA POMIARU I UZYSKANIA POPRAWNYCH WYNIKÓW	19
7.5	WYKONANIE POMIARU I ODCZYT POSZCZEGÓLNYCH SKŁADNIKÓW WYNIKU.....	20
7.6	POMIAR REZYSTANCJI METODĄ DWUBIEGUNOWĄ	20
7.7	POMIAR REZYSTANCJI METODĄ CZTEROBIEGUNOWĄ	21
7.8	POMIAR REZYSTANCJI UZIEMIENIA METODĄ TRZYBIEGUNOWĄ	21
7.9	POMIAR REZYSTANCJI UZIEMIENIA METODĄ CZTEROBIEGUNOWĄ	22
7.10	POMIAR REZYSTANCJI UZIEMIENI WIELOKROTNYCH BEZ ROZŁĄCZANIA MIERZONYCH UZIOMÓW (Z UŻYCIEM CĘGÓW).....	23
7.11	POMIAR REZYSTYWNOSCI GRUNTU	24
7.12	PAMIĘĆ WYNIKÓW POMIARÓW	25
7.12.1	<i>Odczytywanie wyników zapisanych w pamięci</i>	<i>25</i>

7.12.2	Wpisywanie wyników pomiarów do pamięci	25
7.12.3	Kasowanie zawartości pamięci.....	26
7.13	TRANSMISJA DANYCH DO KOMPUTERA (MRU-101).....	26
7.13.1	Pakiet wyposażenia do współpracy z komputerem	26
7.13.2	Połączenie miernika z komputerem	26
8	ROZWIĄZYWANIE PROBLEMÓW.....	28
8.1	OSTRZEŻENIA I INFORMACJE WYŚWIETLANE PRZEZ MIERNIK.....	28
8.1.1	Przekroczenie zakresu pomiarowego.....	28
8.1.2	Błędy związane z rezystancją elektrod.....	28
8.1.3	Informacje związane z wykryciem braku ciągłości połączeń.....	29
8.1.4	Informacje związane z zakłóceniami.....	29
8.1.5	Informacje dotyczące kalibracji cęgów	30
8.1.6	Informacje o stanie baterii bądź akumulatorów.....	30
8.2	KOMUNIKATY O BŁĘDACH WYKRYTYCH W WYNIKU SAMOKONTROLI.....	31
8.3	ZANIM ODDASZ MIERNIK DO SERWISU	31
9	CZYSZCZENIE I KONSERWACJA.....	32
10	ROZBIÓRKA I UTYLIZACJA	32
11	ZAŁĄCZNIKI.....	33
11.1	DANE TECHNICZNE	33
11.2	PRODUCENT.....	35
11.3	USŁUGI LABORATORYJNE.....	36

1 Wstęp

Dziękujemy za zakup naszego miernika do pomiaru rezystancji uziemień. Mierniki serii MRU-100 są nowoczesnymi, wysokiej jakości przyrządami pomiarowymi, łatwymi i bezpiecznymi 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:

Mierniki MRU-100 i MRU-101 są przeznaczone do pomiarów rezystancji uziemień i rezystywności gruntów. Każde inne zastosowanie niż podane w tej instrukcji może spowodować uszkodzenie przyrządu i być źródłem poważnego niebezpieczeństwa dla użytkownika.

OSTRZEŻENIE:

Mierniki MRU-100 i MRU-101 mogą być używane jedynie przez wykwalifikowane osoby posiadające wymagane uprawnienia do przeprowadzania pomiarów uziemień w instalacjach elektrycznych. Posługiwanie się miernikiem przez osoby nieuprawnione może spowodować uszkodzenie przyrządu i być źródłem poważnego niebezpieczeństwa dla użytkownika.

OSTRZEŻENIE:

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

Uwaga:

Producent zastrzega sobie prawo wprowadzania zmian w wyglądzie, wyposażeniu i danych technicznych miernika.

2 Wprowadzenie

Niniejsza instrukcja opisuje mierniki rezystancji uziemień MRU-100 oraz MRU-101. Zalecamy dokładne zapoznanie się z instrukcją, aby uniknąć popełnienia błędów, które mogą skutkować niebezpieczeństwem dla użytkownika lub złą oceną stanu mierzonego systemu uziemień. 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**. Jeżeli miernik będzie sprawiał kłopoty, zachęcamy do zajrzenia do rozdziału **8 – Rozwiązywanie problemów**. Wszystkie informacje o sposobie postępowania się miernikiem można znaleźć w rozdziale **7 – Obsługa**.

3 Bezpieczeństwo

Przyrządy z rodziny MRU-100 służą 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,
- 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 sprawdzić, czy przewody podłączone są do odpowiednich gniazd pomiarowych,
- naprawy mogą być wykonywane wyłącznie przez autoryzowany serwis.

Ponadto należy pamiętać, że:

- napis „**BAT**” zapalający się na wyświetlaczu oznacza zbyt niskie napięcie zasilające i sygnalizuje potrzebę wymiany baterii na nowe lub naładowania akumulatorów,
- pomiary wykonane miernikiem ze zbyt niskim napięciem zasilającym obarczone są dodatkowymi błędami niemożliwymi do oszacowania przez użytkownika i nie mogą być podstawą do stwierdzenia poprawności kontrolowanego uziemienia.

UWAGA!

Miernik przeznaczony jest do pracy przy napięciach zakłócających o wartościach poniżej 40V. Nie wolno dołączać miernika do wyższych napięć.

UWAGA!

Wejścia miernika są zabezpieczone elektronicznie przed przeciążeniem, np. na skutek przypadkowego przyłączenia do sieci elektroenergetycznej:

- dla wszystkich kombinacji wejść - do 276V przez 30 sekund.

4 Opis i informacje o działaniu

4.1 Charakterystyka przyrządów z rodziny MRU-100

Rodzina cyfrowych mierników rezystancji uziemień MRU-100 przeznaczona jest do pomiarów rezystancji uziemień oraz rezystywności gruntów.

Do najważniejszych cech przyrządów z rodziny MRU-100 należą:

- pomiar rezystancji uziemień w układzie trzy- i czterobiegunowym,
- pomiar rezystywności gruntu z możliwością wprowadzenia odległości pomiędzy elektrodami (automatyczne wyliczenie i wyświetlenie rezystywności w Ωm),
- pomiar rezystancji metodą dwu- lub czteroprzewodową,
- możliwość pomiarów uziemień wielokrotnych metodą trzybiegunową bez rozłączania mierzonych uziomów (z zastosowaniem cęgów),
- sprawdzanie napięć zakłócających (przemiennych i stałych) z układem blokady pomiaru rezystancji przy zbyt dużych zakłóceniach,
- sprawdzanie rezystancji elektrod przed pomiarem dla zapewnienia należytej dokładności,
- pamięć 300 wyników pomiarów i możliwość przesłania zapamiętanych danych do komputera PC (MRU-101),
- duży, czytelny wyświetlacz LCD z możliwością włączenia podświetlania,
- ergonomiczna obsługa,
- zasilanie zestawem baterii lub (w MRU-101) akumulatorem,
- wbudowana ładowarka akumulatora w MRU-101,
- sygnalizacja stopnia naładowania baterii lub akumulatora,
- samoczynne wyłączanie się nieużywanego przyrządu (AUTO-OFF),
- hermetyczna obudowa walizkowa,
- solidne i ergonomiczne akcesoria pomiarowe wraz z futerałem do ich przenoszenia.

4.2 Wyposażenie standardowe

W skład standardowego kompletu dostarczanego przez producenta wchodzi:

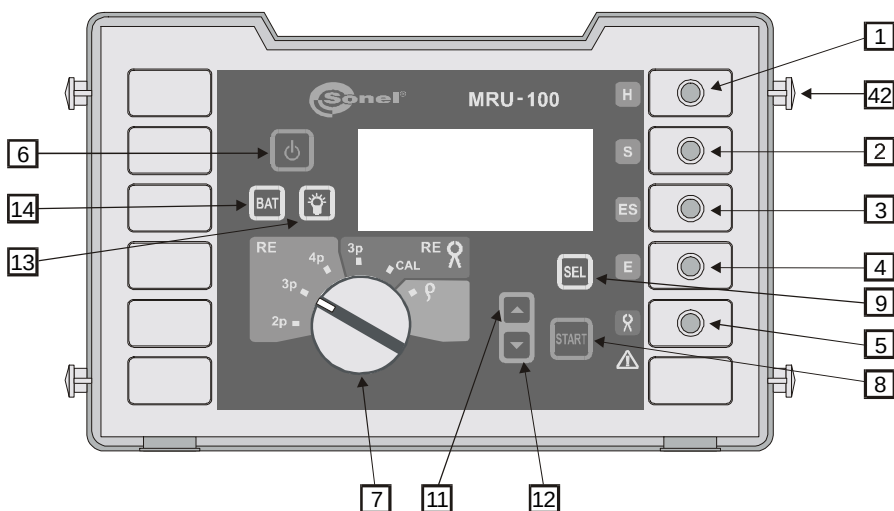
- miernik z rodziny MRU-100,
- akumulator NiMH 7,2V 3Ah (do MRU-101) – **WAAKU05**,
- zestaw przewodów pomiarowych:
 - ☐ przewód 50m żółty na szpuli – **WAPRZ050YEBBSZ**,
 - ☐ przewód 25m czerwony na szpuli – **WAPRZ025REBBSZ**,
 - ☐ przewód 25m niebieski na szpuli – **WAPRZ025BUBBSZ (tylko MRU-101)**,
 - ☐ przewód 2,2m czarny zakończony wtykami bananowymi – **WAPRZ2X2BLBB**,
 - ☐ przewód 1,2m żółty zakończony wtykami bananowymi – **WAPRZ1X2YEBB**,
 - ☐ krokodylek czarny K01 – **WAKROBL20K01**,
 - ☐ sonda ostrzowa żółta z gniazdem bananowym – **WASONYEOGB1**
- sondy pomiarowe 30cm do wbijania w grunt (MRU-100 - 2 szt., MRU-101 - 4 szt.) – **WASONG30**,
- futerał L2 na miernik i jego wyposażenie – **WAFUTL2**,
- instrukcja obsługi,
- przewód sieciowy do zasilacza ładowarki akumulatorów (MRU-101) – **WAPRZLAD230**,
- przewód do transmisji szeregowej RS-232 (MRU-101) – **WAPRZRS232**,
- szelki do noszenia miernika – **WAPOZSZE1**,
- karta gwarancyjna,
- certyfikat kalibracji,
- 5 baterii R14 (MRU-100).

4.3 Wyposażenie dodatkowe

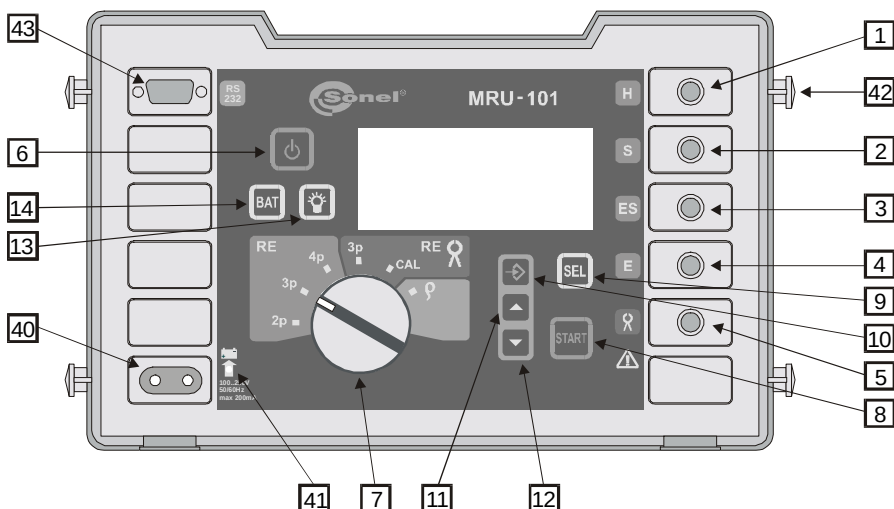
Dodatkowo u producenta i dystrybutorów można zakupić następujące elementy niewchodzące w skład wyposażenia standardowego:

- szpulka do przewodów – **WAPOZSZP1**,
- sonda pomiarowa 80cm do wbijania w grunt – **WASONG80**,
- zacisk imadłkowy – **WAZACIMA1**,
- futerał L3 na sondy 80cm – **WAFUTL3**,
- cęgi pomiarowe C2 – **WACEGC2OKR**,
- adapter USB/RS232 (MRU-101) – **WAADAUSBRS232**,
- świadectwo wzorcowania – **LSWPLMRU100 (101)**,
- program SONEL Pomiary Elektryczne wspomagający wykonanie pełnej dokumentacji z pomiarów – **WAPROSONPE3**
- program do tworzenia szkiców, schematów instalacji elektrycznych SONEL Schematic – **WAPROSCHEM**
- program do tworzenia kalkulacji pomiarów SONEL PE Kalkulacje – **WAPROKALK**

4.4 Rozmieszczenie gniazd i klawiszy



Rys.1. MRU-100 (Płyta czołowa)



Rys.2. MRU-101 (Płyta czołowa)

4.4.1 Gniazda

UWAGA!

Miernik przeznaczony jest do pracy przy napięciach zakłócających o wartościach poniżej 40V. Nie wolno dołączać miernika do wyższych napięć.

- 1 gniazdo pomiarowe H**
Gniazdo do podłączenia prądowej elektrody pomiarowej przy pomiarze rezystancji i rezystywności gruntu.
- 2 gniazdo pomiarowe S**
Gniazdo do podłączenia elektrody napięciowej przy pomiarze rezystancji, rezystancji uziemień i rezystywności gruntu.
- 3 gniazdo pomiarowe ES**
Gniazdo do podłączenia dodatkowej elektrody napięciowej przy pomiarze rezystancji gruntu metodą czterobiegunową i pomiarze rezystywności gruntu. Gniazdo wykorzystywane przy pomiarze rezystancji metodą dwu- i czterobiegunową.
- 4 gniazdo pomiarowe E**
Gniazdo do podłączenia mierzonego uziemienia przy pomiarze rezystancji uziemień oraz do podłączenia jednej ze skrajnych elektrod pomiarowych w czasie pomiaru rezystywności gruntu.
- 5 gniazdo cęgów**
Gniazdo do podłączenia cęgów przy pomiarze rezystancji uziemienia wielokrotnego bez jego rozłączania.

40 **gniazdo sieciowe**
Gniazdo zasilania sieciowego do ładowarki akumulatorów.

43 **gniazdo interfejsu RS-232**
W MRU-101 gniazdo do podłączenia przewodu transmisji szeregowej RS-232.

4.4.2 Klawiatura

6 **klawisz** 

- Włączanie i wyłączanie zasilanie miernika. Po włączeniu zasilania na wyświetlaczu pojawiają się wszystkie cyfry i symbole (test wyświetlacza).
- Przy wciśniętym innym przycisku uruchamianie specjalnych funkcji:
 - klawisz **14** **BAT** - włączanie funkcji rozładowywania akumulatorów
 - w MRU-101 klawisz **10**  - włączenie trybu przesyłania zapamiętanych danych do komputera PC

7 **obrotowy przełącznik funkcji**
Wybór funkcji pomiarowej:

- **R_E2p** - dwubiegunowy pomiar rezystancji uziemień
- **R_E3p** - trzbiegunowy pomiar rezystancji uziemień
- **R_E4p** - czterobiegunowy pomiar rezystancji uziemień
- **R_E3p**  - trzbiegunowy pomiar rezystancji uziemień wielokrotnych z użyciem cęgów
- **CAL**  - kalibracja cęgów
- **p** - pomiar rezystywności gruntu

8 **klawisz START**

- Uruchamianie procedury pomiarowej.
- Przy pomiarach rezystywności gruntu:
 - umożliwienie wprowadzenia odległości pomiędzy elektrodami po pierwszym przyciśnięciu
 - uruchomienie cyklu pomiarowego po drugim przyciśnięciu

9 **klawisz SEL**
Wyświetlanie wszystkich wielkości związanych z ostatnio wykonanym pomiarem w sekwencji:

- rezystancja uziemienia R_E
- rezystancja elektrod pomocniczych R_S, R_H
- błąd dodatkowy

oraz - przy pomiarach rezystywności gruntu:

- rezystywność gruntu

10 **klawisz**  **(wpis do pamięci)**
Tylko w MRU-101:

- po zakończeniu pomiaru (wyświetlany jest wynik ostatniego pomiaru):
 - włączanie trybu wpisywania wyników pomiarów do pamięci przyrządu
 - w trybie wpisywania do pamięci - wpisanie wyniku pomiaru do bieżącej komórki pamięci
- w trybie odczytywania wyników pomiarów z pamięci, po wybraniu komórki nr 00
 - skasowanie zawartości pamięci

11 klawisz ▲ (zwiększ)

12 klawisz ▼ (zmniejsz)

- W pomiarach rezystywności gruntu – zmiana wartości odległości pomiędzy elektrodami.
- W MRU-101 - włączenie trybu odczytu z pamięci.
- W MRU-101, w trybie odczytu z pamięci – zmiana numeru bieżącej komórki pamięci.

Dłuższe przytrzymanie któregoś z tych klawiszy powoduje automatyczne zwiększanie bądź zmniejszanie wartości odległości, bądź numeru komórki.

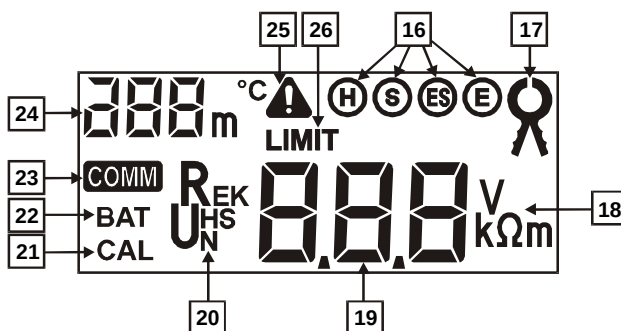
13 klawisz  (podświetlenie)

Załączanie i wyłączanie podświetlenie wyświetlacza LCD.

14 klawisz BAT

Wyświetlenie stanu naładowania akumulatorów lub baterii (w procentach).

4.5 Wyświetlacz ciekłokrystaliczny (LCD)



Rys.3. Wyświetlacz ciekłokrystaliczny mierników z rodziny MRU-100

16 symbole gniazd pomiarowych

Wskazanie przewodów pomiarowe, które powinny być podłączone przy pomiarze.

17 ☹ - cęgi

Sygnalizacja wybrania funkcji pomiaru rezystancji uziemień wielokrotnych z użyciem cęgów lub funkcji kalibracji cęgów.

18 Jednostka i rodzaj wyświetlanej wartości:

V	wolty	- napięcie
Ω, kΩ	omy, kiloomy	- rezystancja
Ωm, kΩm	omometry, kiloomometry	- rezystywność
m	metry	- odległość

19 Pole odczytowe wyniku pomiaru

20 Symbole mierzonych i wyświetlanych wartości:

R_E - rezystancja uziemienia

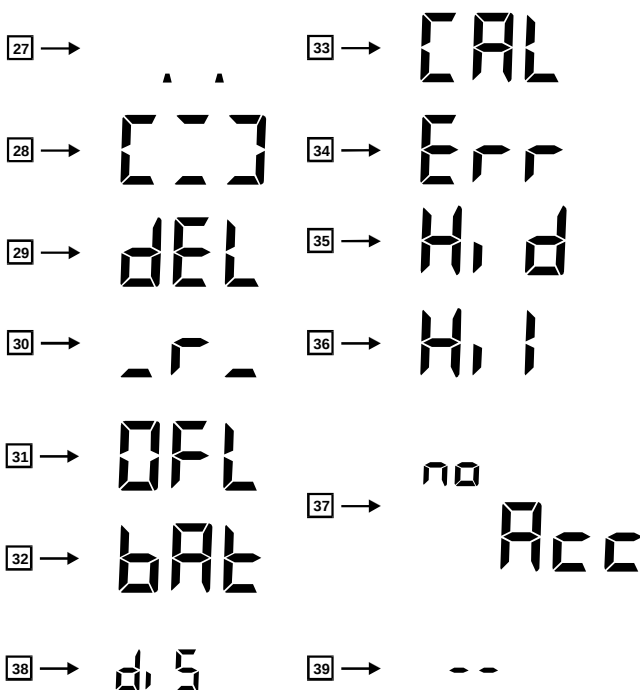
R_H - rezystancja elektrody prądowej (H)

R_S - rezystancja elektrody napięciowej (S)

U_N - napięcie zakłócające

ϵ - błąd dodatkowy od rezystancji elektrod [%], określony wzorem ze str.33

- 21 CAL - kalibracja**
Sygnalizacja wybrania funkcji kalibracji cęgów.
- 22 BAT - baterie zasilające (akumulatory) rozładowane**
Konieczna wymiana baterii lub naładowanie akumulatorów.
- 23 COMM - tryb komunikacji z komputerem PC (tylko MRU-101)**
- 24 Dodatkowe pole odczytowe**
- 25 ▲ - ostrzeżenie**
Podkreślenie wagi informacji o błędzie zawartej na wyświetlaczu, sygnalizacja potrzeby skorzystania z instrukcji obsługi.
- 26 LIMIT**
Jeden z parametrów wpływających na wynik nie mieści się w odpowiednim przedziale.



Rys.4. Napisy i symbole wyświetlane przez mierniki z rodziny MRU-100

- 27 . .** (dwie kropki) - brak wyniku w bieżącej komórce pamięci (tylko MRU-101)
- 28 []** - wpis do pamięci (tylko MRU-101)
- 29 dEL** - możliwość skasowania pamięci (tylko MRU-101)

- 30**  - przerwa pomiędzy elektrodami
Sygnalizacja zbyt dużej rezystancji pomiędzy elektrodami, których symbole migają lub za mały prąd cęgów.
- 31**  - przekroczony zakres pomiarowy
- 32**  - baterie zasilające (akumulatory) mocno rozładowane
Brak możliwości zapewnienia poprawnej pracy miernika. Przyrząd automatycznie wyłącza się po 3 sekundach od pojawienia się tego symbolu, dodatkowo sygnalizując to długim sygnałem dźwiękowym.
- 33**  - koniec kalibracji cęgów z wynikiem pomyślnym
- 34**  (Error) – błąd podczas kalibracji cęgów
Symbol może występować wraz z symbolem **LIMIT** oraz migającymi symbolami elektrod lub cęgów.
- 35**  - Zbyt duży rozrzut pomiarów cząstkowych
Wyniki kolejnych pomiarów tego samego parametru znacząco różnią się od siebie.
- 36**  - Zbyt duża wartość prądu zakłócającego
- 37**  - Sygnalizacja braku pakietu akumulatorów przy włączeniu funkcji rozładowania
- 38**  - Sygnalizacja rozładowywania akumulatorów
- 39**  - Aktualnie wybrana komórka pamięci zajęta
- 41** **LED** - sygnalizacja ładowania akumulatorów
- 42** Uchwyty do zawieszenia szelek ułatwiających noszenie przyrządu

4.6 Brzęczyk

Sygnaly ostrzegawcze:

Ciągły sygnał dźwiękowy

- napięcie zakłócające U_N jest większe niż 40V

UWAGA!

Miernik przeznaczony jest do pracy przy napięciach zakłócających o wartościach poniżej 40V. Nie wolno dołączać miernika do wyższych napięć.

Długi sygnał dźwiękowy

- po zainicjowaniu pomiaru klawiszem **8** **START** gdy napięcie szumów tła jest większe niż 24V,
- w czasie pomiaru przyrząd stwierdził brak ciągłości przewodów pomiarowych,
- po wykryciu innych nieprawidłowości (na wyświetlaczu ciekłokrystalicznym pojawia się wtedy odpowiednia informacja),
- jako potwierdzenie zakończenia procesu kasowania pamięci pomiarów,

- po naciśnięciu przycisku, który w aktualnym stanie miernika nie może być użyty,
- jako sygnalizacja samowylączenia się przyrządu.

Sygnały potwierdzeń i inne:

Krótki sygnał dźwiękowy

- potwierdza naciśnięcie klawisza. Emitowany jest zawsze wtedy, gdy miernik może wykonać działanie przyporządkowane do tego klawisza.

Dwa krótkie sygnały dźwiękowe

- po pomyślnym zakończeniu cyklu pomiarowego.

Krótki, krótka przerwa i trzy krótkie sygnały dźwiękowe

- potwierdza zapisanie wyniku pomiaru do bieżącej komórki pamięci (tylko w MRU-101).

4.7 Przewody i sondy pomiarowe

Mierniki z rodziny MRU-100 są wyposażane w komplet przewodów o długościach (po 1 szt.): 50m, 25m, 2,2m oraz 1,2m. Przewody o długościach 25 i 50 m są dostarczane na szpulkach, które w celu ułatwienia zwijania i rozwijania można nakładać na sondy pomiarowe. W tym celu szpulki są wyposażone w zatrzask, uniemożliwiający zsuwanie się szpulki z sondy.

W komplecie akcesoriów do miernika znajdują się dwie sondy przystosowane do wbijania w grunt. Połączenie przewodu z sondą następuje przez włożenie wtyku bananowego w otwór w poziomym ramieniu sondy lub przez zatrzask szpulki z przewodem, jeżeli wtyk przewodu włożony jest do gniazda szpulki.

Do wykonywania pomiarów rezystywności gruntu konieczne jest uzupełnienie wyposażenia miernika o dodatkowy przewód pomiarowy 25m i dwie dodatkowe sondy pomiarowe.

4.8 Cęgi pomiarowe

Dodatkowym wyposażeniem mierników MRU-100 i MRU-101 są cęgi służące do pomiaru prądu przy pomiarach uziemień wielokrotnych bez ich rozłączania.

5 Magazynowanie

Przy przechowywaniu przyrządu należy przestrzegać poniższych zaleceń:

- odłączyć od miernika wszystkie przewody, długie przewody pomiarowe nawinąć na szpulki
- dokładnie wyczyścić sondy i pozostałe akcesoria
- upewnić się, że miernik i akcesoria są suche
- przy dłuższym okresie przechowywania baterie należy wyjąć z miernika a akumulatory należy naładować i odłączyć; powinny być one ładowane co 3 miesiące

6 Rozpoczęcie eksploatacji

Po zakupie miernika należy:

- sprawdzić kompletność zawartości opakowania
- naładować akumulatory (MRU-101) lub włożyć baterie
- skalibrować cęgi

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.

UWAGA!

Miernik przeznaczony jest do pracy przy napięciach zakłócających o wartościach poniżej 40V. Nie wolno dołączać miernika do wyższych napięć.

7.1 Przygotowanie miernika do pracy

Przed przystąpieniem do wykonywania pomiarów należy:

- upewnić się, że stan baterii lub akumulatorów pozwoli na wykonanie pomiarów,
- sprawdzić (przy rozwijaniu przewodów) czy izolacja nie jest uszkodzona,
- sprawdzić, czy przewody lub elektrody nie mają możliwości dotknięcia do instalacji będącej pod napięciem.

OSTRZEŻENIE:

Podłączanie nieodpowiednich lub uszkodzonych przewodów pomiarowych grozi porażeniem niebezpiecznym napięciem.

OSTRZEŻENIE:

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

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:

Nie wolno używać 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).

7.2 Zasilanie miernika z akumulatorów

Miernik MRU-101 jest wyposażony w akumulator, oraz ładowarkę (charger) umożliwiającą jego naładowanie. Akumulator umieszcza się w pojemniku na baterie. Ładowarka jest montowana wewnątrz obudowy miernika i współpracuje jedynie z firmowym akumulatorem.

Uwaga:

Mierniki MRU-101 współpracują jedynie z akumulatorami NiMH 7,2V 3Ah. Akumulatory są dostarczane w stanie nie naładowanym. Przed uruchomieniem miernika należy je naładować. Stosowanie dostępnych w handlu ogniw NiCd wielkości R14 spowoduje wyświetlenie komunikatu **22 BAT**. Również ładowarka nie będzie działać z ogniwami NiCd R14.

7.2.1 Wymiana baterii (akumulatora)

Miernik MRU-100 jest zasilany pięcioma bateriami R14 (zaleca się używanie baterii alkalicznych). W mierniku MRU-101 można stosować zarówno baterie, jak i akumulator. Baterie (akumulator) znajdują się we wnętrze w spodniej części obudowy.

OSTRZEŻENIE:

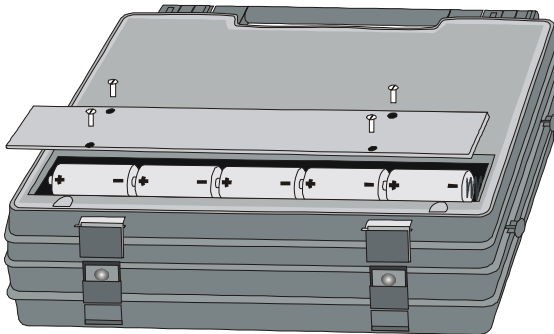
Przed wymianą akumulatora przewód sieciowy do ładowarki oraz przewody pomiarowe należy wyjąć z gniazd miernika. Otwarcie obudowy przy ładowarce włączonej do sieci może spowodować porażenie niebezpiecznym napięciem.

UWAGA!

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

Rozładowanie baterii sygnalizowane jest wyświetleniem napisu **22 BAT** lub **32 bAt**. Niezbędna jest wówczas wymiana baterii na nowe. W celu wymiany baterii lub akumulatora należy:

1. wyjąć wszystkie przewody z gniazd i wyłączyć miernik,
2. zdjąć pokrywę pojemnika na baterie (w dolnej części obudowy) odkręcając 4 wkręty,
3. wymienić **wszystkie** baterie. Baterie (5 szt. R14) lub akumulator typu NiMH 7,2V 3Ah należy włożyć zgodnie z rysunkiem umieszczonym wewnątrz wnęki. Odwrotne założenie baterii nie grozi uszkodzeniem ani miernika, ani baterii, jednak miernik z założonymi niewłaściwie bateriami nie będzie działał.
4. założyć i przykręcić zdjętą pokrywę pojemnika.



Rys.5. Otwieranie pojemnika baterii w przyrządach z rodziny MRU-100

7.2.2 Ładowanie akumulatora

Włożenie przewodu zasilającego ładowarkę do gniazdka sieciowego automatycznie rozpoczyna proces ładowania akumulatora. Ponadto dołączenie napięcia sieciowego do gniazda ładowarki uniemożliwia włączenie miernika. Ładowarka rozpoznaje, czy do miernika włożono baterie czy akumulator. Próba ładowania baterii nie powiedzie się.

Akumulator jest ładowany według algorytmu „szybkiego ładowania” - proces ten pozwala skrócić czas ładowania do ok. 3 godzin. W czasie ładowania kontrolowana jest temperatura akumulatora, tempo zmian napięcia oraz prąd ładowania. W czasie ładowania dioda świecąca błyska z częstotliwością ok. 1 Hz. Zakończenie procesu ładowania sygnalizowane jest zapaleniem diody na stałe.

Uwaga:
Temperatura otoczenia podczas ładowania powinna być większa niż 10°C.

Uwaga:
Jeżeli akumulator jest mocno rozładowany to na początku ładowania dioda świeci w sposób ciągły.

Uwaga:
Na skutek zakłóceń w sieci może się zdarzyć przedwczesne zakończenie ładowania akumulatora. W przypadku stwierdzenia zbyt krótkiego czasu ładowania (akumulator nie naładowany do końca) należy wyjąć wtyczkę z sieci i rozpocząć ładowanie jeszcze raz.

Sytuacje awaryjne (brak napięcia, uszkodzenie akumulatora, przekroczenie temperatury itp.) nie są sygnalizowane. W związku z tym, po zakończeniu procesu ładowania akumulatora (zapalenie diody LED) należy sprawdzić stan naładowania włączając miernik i naciskając klawisz **14** BAT.

7.2.3 Ogólne zasady użytkowania akumulatorów nikielowo-wodorkowych (Ni-MH)

- Jeżeli dłuższy czas nie korzystasz z urządzenia, wyjmij z niego akumulatory i przechowuj oddzielnie.
- Przechowuj akumulatory w suchym, chłodnym i dobrze wentylowanym miejscu oraz chroń je przed bezpośrednim nasłonecznieniem. Temperatura otoczenia dla długiego przechowywania powinna być utrzymywana poniżej 30 stopni C. Jeżeli akumulatory są przechowywane przez długi czas w wysokiej temperaturze, wówczas zachodzące procesy chemiczne mogą skrócić ich żywotność.
- Akumulatory NiMH wytrzymują zwykle 500-1000 cykli ładowania. Akumulatory te osiągają maksymalną wydajność dopiero po uformowaniu (2-3 cyklach ładowania i rozładowania). Najważniejszym czynnikiem wpływającym na żywotność akumulatora jest głębokość rozładowania. Im głębsze jest rozładowanie akumulatora, tym krótsze jest jego życie.
- Efekt pamięciowy występuje w akumulatorach NiMH w sposób ograniczony. Akumulatory te można bez większych konsekwencji doładowywać. Wskazane jest jednak, aby co kilka cykli całkowicie je rozładować.

- Podczas przechowywania akumulatorów Ni-MH następuje samoistne ich rozładowanie z prędkością około 30% miesięcznie. Trzymanie akumulatorów w wysokich temperaturach może przyspieszyć ten proces nawet dwukrotnie. Aby nie dopuścić do zbytniego rozładowania akumulatorów, po którym konieczne będzie formowanie, należy co jakiś czas doładować akumulatory (również nieużywane).

- Nowoczesne szybkie ładowarki wykrywają zarówno zbyt niską, jak i zbyt wysoką temperaturę akumulatorów i odpowiednio reagują na te sytuacje. Zbyt niska temperatura powinna uniemożliwić rozpoczęcie procesu ładowania, który mógłby nieodwracalnie uszkodzić akumulator. Wzrost temperatury akumulatora jest sygnałem do zakończenia ładowania i jest zjawiskiem typowym. Jednak ładowanie w wysokiej temperaturze otoczenia oprócz zmniejszenia żywotności powoduje szybszy wzrost temperatury akumulatora, który nie zostanie naładowany do pełnej pojemności.

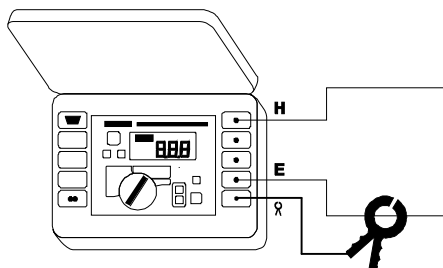
- Należy pamiętać, że przy szybkim ładowaniu akumulatory naładowują się do ok. 80% pojemności, lepsze rezultaty można uzyskać kontynuując ładowanie: ładowarka przechodzi wtedy w tryb doładowywania małym prądem i po następnych kilku godzinach akumulatory naładowane są do pełnej pojemności.

- Nie ładuj ani nie używaj akumulatorów w temperaturach ekstremalnych. Skrajne temperatury redukują żywotność baterii i akumulatorów. Należy unikać umieszczania urządzeń zasilanych akumulatorami w bardzo ciepłych miejscach. Znamionowa temperatura pracy powinna być bezwzględnie przestrzegana.

7.3 Kalibracja cęgów

Cęgi zakupione wraz z miernikiem należy skalibrować przed ich pierwszym użyciem. Można je okresowo kalibrować w celu uniknięcia wpływu starzenia elementów na dokładność pomiarów. Procedurę należy wykonać w szczególności po dokupieniu cęgów do miernika już posiadanego lub wymianie cęgów na inny egzemplarz. Kalibrację przeprowadza się ustawiając obrotowy przełącznik funkcji [7] w pozycję **CAL** . Gniazda pomiarowe [1] „H” i [4] „E” należy połączyć przewodem pomiarowym długości 1,2 m, na który należy założyć cęgi. **Należy zwrócić uwagę, aby przewód przechodził centralnie przez cęgi.** Po wciśnięciu klawisza [8] **START** miernik określa współczynnik korekcyjny dla podłączonych cęgów. Współczynnik jest pamiętany także po wyłączeniu zasilania miernika, aż do kolejnej, zakończonej powodzeniem, kalibracji cęgów. Podczas kalibracji mogą wystąpić następujące błędy:

Błąd	Wyświetlany symbol	Sytuacja
Nie popłynął prąd przez przewód dołączony do gniazd „H” i „E”.	[34] E_{rr} oraz migające symbole gniazd na polu [16]	Nie podłączenie przewodu do właściwych zacisków przyrządu, przerwany przewód
Nie popłynął prąd w obwodzie cęgów.	[34] E_{rr} wraz z migającym symbolem cęgów [17]	Cęgi nie założone na przewód wpięty między zaciski [1] „H” i [4] „E” lub nie podłączone do przyrządu
Zbyt mała stabilność kolejnych pomiarów, bądź niewłaściwy typ cęgów lub cęgi uszkodzone.	[34] E_{rr} oraz [25] 	Niepewne połączenie cęgów
Nie można wyznaczyć współczynnika korekcyi.	[34] E_{rr} oraz [26] LIMIT.	Zbyt duży błąd pomiaru prądu za pomocą wyznaczonego współczynnika korekcyi. Należy spróbować ponownie wykonać kalibrację.



Rys.6. Sposób przygotowania przyrządu do kalibracji cęgów

7.4 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	Uwagi
Napięcie zakłócające ma wartość większą niż 24V.	26 LIMIT oraz 20 U _N	
Napięcie zakłócające ma wartość większą niż 40V.	26 LIMIT oraz 31 $\overline{UFL}$	Emitowanie ciągłego sygnału dźwiękowy.
Brak przepływu prądu pomiarowego.	30 „r” wraz z migającym na polu odczytowym 16 symbolem gniazda	Brak podłączenia do przyrządu elektrod wymaganych w czasie pomiaru lub odłączenie się przewodu od sondy.
Za mały prąd cęgów, aby pomiar był możliwy	30 „r” wraz z migającym symbolem cęgów 17	Przerwa w podłączeniu cęgów lub za duża rezystancja mierzonej gałęzi uziemienia wielokrotnego w stosunku do rezystancji wypadkowej.
Rezystancja sond pomiarowych jest większa niż 50 kΩ.	26 LIMIT wraz z nazwą sondy na polu 20 wyświetlacza	Zmniejszyć rezystancję sondy przez jej ponowne umieszczenie, bądź zwiększenie wilgotności gruntu znajdującego się w jej najbliższym sąsiedztwie.
Przekroczony został zakres pomiarowy.	31 $\overline{UFL}$	

Dodatkowo miernik sygnalizuje sytuacje, w których wynik pomiaru nie może być uznany za prawidłowy:

Sytuacja	Wyświetlane symbole	Uwagi
Błąd pomiaru wprowadzany przez rezystancję elektrod przekracza 30%.	26 LIMIT, 25 $\blacktriangle$ oraz wynik pomiaru	Zmniejszyć rezystancję sondy przez jej ponowne umieszczenie, bądź zwiększenie wilgotności gruntu znajdującego się w jej najbliższym sąsiedztwie.
Baterie są zużyte	22 BAT	Nie są blokowane żadne funkcje miernika, jednak uzyskane wyniki pomiarów mogą być obciążone dodatkowym błędem o nieznannej wielkości

7.5 Wykonanie pomiaru i odczyt poszczególnych składników wyniku.

Po włączeniu miernika klawiszem [6] ϕ , a także po każdorazowej zmianie funkcji przełącznikiem obrotowym [7] na wyświetlaczu LCD wyświetlana jest wartość napięcia zakłócającego. Jeśli przekracza ono 24 V wykonanie pomiaru nie będzie możliwe; należy w takiej sytuacji sprawdzić, czy przewody pomiarowe nie są podłączone do urządzeń będących pod napięciem lub czy w pobliżu mierzonego obiektu nie nastąpiło zwarcie lub przebicie instalacji elektrycznej.

Rozpoczęcie pomiaru następuje po naciśnięciu klawisza [8] **START**. Przyrząd wykonuje cykl pomiarowy, jeżeli nie występuje żadna z przyczyn blokady pomiaru opisanych w rozdziale 7.4. W czasie pomiaru na polu głównym [19] wyświetlacza LCD pojawiają się kolejne znaki „-” sygnalizujące stopień zaawansowania danego etapu pomiarów, a na polu symboli [20] oznaczenie aktualnie mierzonego parametru. Po zakończeniu pomiaru wyświetlana jest wartość rezystancji R, rezystancji uziemienia R_E lub rezystywności ρ . Pozostałe parametry pomiaru - rezystancję sond pomiarowych R_H i R_S , a także wartość błędu dodatkowego E - można wyświetlić naciskając klawisz [9] **SEL**.

Uwaga:

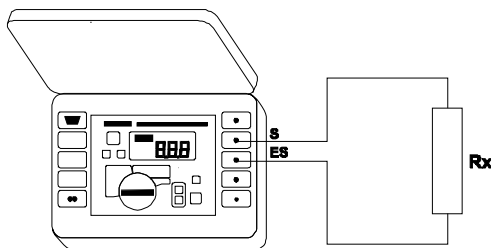
Wyświetlana w [%] wartość błędu dodatkowego jest sumą błędu od rezystancji elektrod i (przy pomiarze cęgami uziemienia wielokrotnego) błędu od stosunku rezystancji mierzonej gałęzi do rezystancji wypadkowej. Do obliczenia błędów brane są wartości zmierzone. Jeżeli tak wyliczona wartość błędu dodatkowego przekracza 100% wyświetlany jest symbol OFL.

Dla każdej funkcji miernik automatycznie dobiera zakres pomiarowy.

7.6 Pomiar rezystancji metodą dwubiegunową

Przy pomiarze rezystancji najczęściej wykorzystuje się metodę dwubiegunową:

1. Przewody pomiarowe podłączyć do gniazd miernika [2] i [3] oznaczonych „S” oraz „ES” (Rys.7).
2. Obrotowy przełącznik funkcji [7] ustawić w pozycji R_E 2p.
3. Po dołączeniu badanej rezystancji nacisnąć klawisz [8] **START** - przyrząd rozpocznie cykl pomiarowy.
4. Odczytać wynik. Wynik pomiaru jest sumą zmierzonej rezystancji i rezystancji przewodów pomiarowych. Wpływ rezystancji przewodów na wynik można wyeliminować stosując metodę czterobiegunową lub wykonać kolejny pomiar ze zwartymi przewodami pomiarowymi i odjąć w zmierzoną ten sposób rezystancję przewodów od zasadniczego wyniku pomiaru.

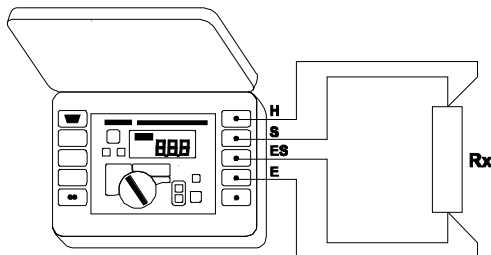


Rys.7. Pomiar rezystancji metodą dwubiegunową.

7.7 Pomiar rezystancji metodą czterobiegunową

Przyrząd umożliwia także pomiar rezystancji metodą czterobiegunową. Ten sposób wykonywania pomiaru umożliwia znaczne zredukowanie błędów wynikającego z rezystancji przewodów pomiarowych, co jest istotne w przypadku, gdy mierzona rezystancja ma małą wartość.

1. Podłączyć cztery przewody do gniazd **1**, **2**, **3** i **4**, oznaczone „H”, „S”, „ES” i „E”.
2. Badaną rezystancję należy podłączyć tak, aby przewody podłączone do gniazd „H” i „S” łączyły się ze sobą na jednym z biegunów badanej rezystancji, zaś przewody podłączone do gniazd „ES” i „E” na drugim (Rys.8).
3. Przełącznik obrotowy wyboru funkcji **7** należy ustawić w pozycji **RE 4p**.
4. Nacisnąć przycisk **8** **START**.
5. Odczytać wynik.



Rys.8. Pomiar rezystancji metodą czterobiegunową.

7.8 Pomiar rezystancji uziemienia metodą trzybiegunową

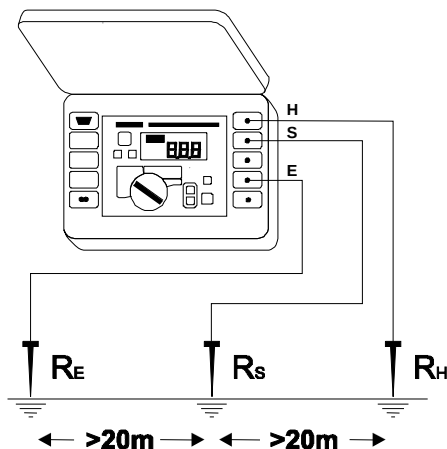
Podstawowym rodzajem pomiaru rezystancji uziemień jest pomiar metodą trzybiegunową.

1. Badany uziom przyłączyć do gniazda **4** miernika oznaczonego literą **E** (Rys.9).
2. Elektrode prądową, wbłą w odległości powyżej 40 m od badanego uziomu połączyć z gniazdem **1** **H**.
3. Elektrode napięciową, wbłą w grunt w odległości powyżej 20 m od badanego uziomu, połączyć z gniazdem **2** **S**. Badany uziom oraz elektrody prądowa i napięciowa powinny być umieszczone w jednej linii.
4. Przełącznik obrotowy wyboru funkcji **7** należy ustawić w pozycji **RE 3p**.
5. Nacisnąć klawisz **8** **START**.
6. Odczytać rezystancję uziomu R_E oraz rezystancje elektrod pomiarowych R_S i R_H . Poszczególne wielkości oraz błąd dodatkowy można odczytać na polu głównym wyświetlacza **19** naciskając klawisz **9** **SEL**.
7. Powtórzyć pomiary (punkty 5 i 6) przesuwając elektrodę napięciową o kilka metrów oddalając i zbliżając ją do mierzonego uziomu. Jeśli wyniki pomiarów różnią się od siebie o więcej, niż 3% to należy znacznie zwiększyć odległość elektrody prądowej od mierzonego uziomu i ponownie pomiary.

Należy zwrócić szczególną uwagę na jakość połączenia badanego obiektu z przewodem pomiarowym - miejsce kontaktowe musi być oczyszczone z farby, rdzy itp.

Jeśli rezystancja elektrod pomiarowych jest zbyt duża, pomiar uziomu R_E zostanie obciążony dodatkowym błędem. Szczególnie duży błąd pomiaru powstaje, gdy mierzymy małą wartość rezystancji uziemienia sondami o słabym kontakcie z gruntem (sytuacja taka ma często miejsce, gdy uziom jest

dobrze wykonany, a górna część gleby jest sucha i słabo przewodząca). Wtedy stosunek rezystancji elektrod do rezystancji mierzonego uziemienia jest bardzo duży i zależny od tego błąd pomiaru również. Można wtedy zgodnie ze wzorem podanym w załączniku „Dane techniczne” dokonać obliczenia, które pozwoli oszacować wpływ warunków pomiarowych – lub skorzystać z wykresu również umieszczonego w tym załączniku. Można też poprawić kontakt elektrody z gruntem na przykład przez zwilżenie wodą miejsca wbicia elektrody lub ponownie jej wbicie w innym miejscu. Należy również sprawdzić przewody pomiarowe - czy nie jest uszkodzona izolacja oraz czy kontakty przewód - wtyk bananowy - elektroda nie są skorodowane lub poluzowane. W większości przypadków osiągnięta dokładność pomiarów jest wystarczająca, jednak zawsze należy mieć świadomość wielkości błędu, jakim jest obciążony pomiar.



Rys.9. Pomiar rezystancji uziemienia metodą trzybiegunową.

7.9 Pomiar rezystancji uziemienia metodą czterobiegunową

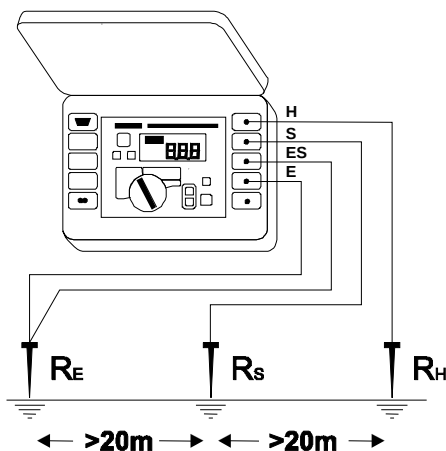
W przypadku potrzeby wykonania pomiaru nieobciążonego błędem wpływu rezystancji przewodów pomiarowych można użyć metody czterobiegunowej.

Uwaga:

Przy pomiarach rezystywności gruntu zaleca się użycie funkcji ρ .

1. Badany uziom przyłączyć do gniazd [3] i [4] miernika oznaczonych literami **E** i **ES** (Rys.10).
2. Elektrode prądową, wbita w odległości powyżej 40 m od badanego uziomu połączyć z gniazdem [1] **H**.
3. Elektrode napięciową, wbita w grunt w odległości powyżej 20 m od badanego uziomu, połączyć z gniazdem [2] **S**. Badany uziom oraz elektrody prądowa i napięciowa powinny być umieszczone w jednej linii.
4. Przełącznik obrotowy wyboru funkcji [7] należy ustawić w pozycji **RE 4p**.
5. Nacisnąć klawisz [8] **START**.
6. Odczytać rezystancję uziomu R_E oraz rezystancje elektrod pomiarowych R_S i R_H . Poszczególne wielkości oraz błąd dodatkowy można odczytać na polu głównym wyświetlacza [19] naciskając klawisz [9] **SEL**.

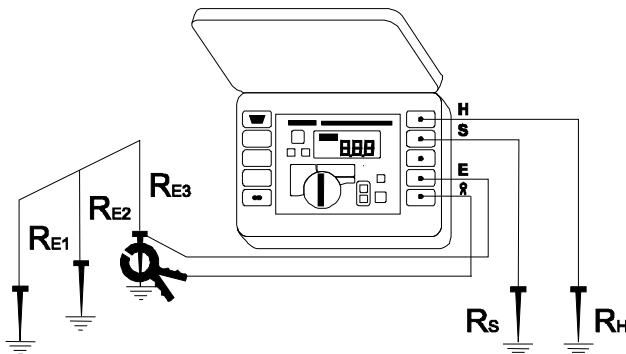
- Powtórzyć pomiary (punkty 5 i 6) przesuwając elektrodę napięciową o kilka metrów oddalając i zbliżając ją do mierzonego uziomu. Jeśli wyniki pomiarów różnią się od siebie o więcej, niż 3% to należy znacznie zwiększyć odległość elektrody prądowej od mierzonego uziomu i powtórzyć pomiary.



Rys.10. Pomiar rezystancji uziemienia metodą czterobiegunową

7.10 Pomiar rezystancji uziemień wielokrotnych bez rozłączania mierzonych uziomów (z użyciem cęgów)

Mierniki rodziny MRU-100 posiadają możliwość wykonywania pomiarów uziemień wielokrotnych (czyli wielu uziomów połączonych w jeden system np. uziemienia słupów wysokiego napięcia, instalacje odgromowe budynków) bez ich rozłączania. Aby miernik mógł określić, jaka część prądu pomiarowego przepływa przez konkretny uziom, stosuje się cęgi pomiarowe.



Rys.11. Pomiar rezystancji uziemień wielokrotnych metodą trzybiegunową z użyciem cęgów

- Badany uziom przyłączyć do gniazda **4** miernika oznaczonego literą **E** (Rysunek 11).
- Elektrodę prądową, wbity w odległości powyżej 40 m od badanego uziomu połączyć z gniazdem **1** **H**.

3. Elektrode napięciową, wbłą w grunt w odległości powyżej 20 m od badanego uziomu, połączyć z gniazdem [2] S. Badany uziom oraz elektrody prądowa i napięciowa powinny być umieszczone w jednej linii.
4. Podłączyć cęgi do gniazda [5] i założyć na mierzony uziom **poniżej** punktu przyłączenia przewodu „E”
5. Przełącznik obrotowy wyboru funkcji [7] należy ustawić w pozycji **RE 3p** ⚡.
6. Nacisnąć klawisz [8] **START**.
7. Odczytać rezystancję uziomu R_E oraz rezystancje elektrod pomiarowych R_S i R_H . Poszczególne wielkości oraz błąd dodatkowy można odczytać na polu głównym wyświetlacza [19] naciskając klawisz [9] **SEL**.
8. Powtórzyć pomiary (punkty 6 i 7) przesuwając elektrodę napięciową o kilka metrów oddalając i zbliżając ją do mierzonego uziomu. Jeśli wyniki pomiarów różnią się od siebie o więcej, niż 3% to należy znacznie zwiększyć odległość elektrody prądowej od mierzonego uziomu i powtórzyć pomiary.

Przy pomiarach wielokrotnych uziemień słupów linii elektroenergetycznych zachodzi czasem potrzeba określenia nie tylko rezystancji poszczególnych uziomów, ale i łącznej wartości całego uziomu. Należy wtedy po zmierzeniu poszczególnych wartości R_{E1} , R_{E2} , R_{E3} , R_{E4} , ... obliczyć łączną wartość rezystancji systemu ze wzoru:

$$R_E = \frac{1}{\frac{1}{R_{E1}} + \frac{1}{R_{E2}} + \frac{1}{R_{E3}} + \frac{1}{R_{E4}} + \dots}$$

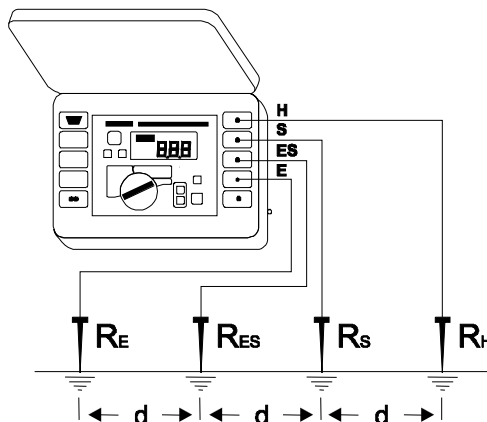
7.11 Pomiar rezystywności gruntu

Do pomiarów rezystywności gruntu - stosowanych jako przygotowanie do wykonania projektu systemu uziemień czy też w geologii - przewidziano oddzielną funkcję wybieraną przełącznikiem obrotowym: pomiar rezystywności gruntu **p**. Funkcja ta jest metrologicznie identyczna, jak czterobiegunowy pomiar rezystancji uziemienia, zawiera jednak dodatkową procedurę wpisywania odległości pomiędzy elektrodami. Wynikiem pomiaru jest wartość rezystywności obliczana automatycznie według wzoru $p = 2\pi d R_E$, stosowanego w metodzie pomiarowej Wennera. Metoda ta zakłada równe odległości pomiędzy elektrodami.

1. Elektrody wbite w grunt w linii prostej w równych odległościach od siebie połączyć z gniazdam [1], [2], [3] i [4] oznaczonych literami **H**, **S**, **ES** oraz **E**
2. Przełącznik obrotowy wyboru funkcji [7] należy ustawić w pozycji **p**.
3. Nacisnąć klawisz [8] **START**.
4. Używając klawiszy strzałek [11] i [12] można zmienić wyświetlaną odległość między elektrodami dostosowując ją do stanu faktycznego.
5. Nacisnąć klawisz [8] **START**.
6. Odczytać rezystywność gruntu, rezystancję R_E (obszaru pomiędzy elektrodami **S** i **ES**) oraz rezystancje elektrod pomiarowych R_S i R_H . Poszczególne wielkości oraz błąd dodatkowy można odczytać na polu głównym wyświetlacza [19] naciskając klawisz [9] **SEL**.

Uwaga:

W obliczeniach przyjmuje się, że odległości pomiędzy poszczególnymi elektrodami pomiarowymi są równe (metoda Wennera). Jeśli tak nie jest, należy wykonać pomiar rezystancji uziemień metodą czterobiegunową i samodzielnie wykonać obliczenia.



Rys.12. Pomiar rezystywności gruntu

7.12 Pamięć wyników pomiarów

Mierniki MRU-101 są wyposażone w pamięć 300 wyników pomiarów. Miejsce w pamięci, w którym jest zapisywany pojedynczy wynik nazywa się komórką pamięci. Każdy wynik można zapisywać w komórce o wybranym numerze, dzięki czemu użytkownik miernika może według własnego uznania przyporządkowywać numery komórek do poszczególnych punktów pomiarowych, wykonywać pomiary w dowolnej kolejności i powtarzać je bez utraty pozostałych danych.

Pamięć wyników pomiarów nie ulega skasowaniu po wyłączeniu miernika, dzięki czemu mogą one zostać później odczytane bądź przesłane do komputera.

Zaleca się skasowanie pamięci po odczytaniu danych lub przed wykonaniem nowej serii pomiarów, które mogą zostać zapisane do tych samych komórek, co poprzednie.

W pamięci przyrządu przechowywane są tylko wartości rezystancji, rezystancji uziemień R_E i rezystywności gruntu ρ . Wyniki pomiaru rezystancji elektrod pomiarowych można odczytać jedynie na wyświetlaczu LCD bezpośrednio po wykonaniu pomiaru.

7.12.1 Odczytywanie wyników zapisanych w pamięci

Tryb odczytu wyników z pamięci może być włączony jedynie chwilowo przez naciśnięcie klawiszy **11** ▲ lub **12** ▼. Wyłączenie trybu odczytu następuje automatycznie po ok. 4 sekundach od ostatniego naciśnięcia któregoś z klawiszy. Na dodatkowym polu odczytowym **24** wyświetlany jest wtedy numer bieżącej komórki pamięci, a na polu odczytowym wyniku **19** pojawia się jej zawartość.

1. Klawiszami **11** ▲ i **12** ▼ ustawić numer odczytywanej komórki.

2. Odczytać wynik. Wyświetlenie dwóch kropek (symbol **27** . .) oznacza, że w tej komórce nie jest zapisany żaden wynik.

W trybie odczytu z pamięci możliwe jest też skasowanie zawartości wszystkich komórek.

7.12.2 Wpisywanie wyników pomiarów do pamięci

Tryb zapisu do pamięci jest aktywny od momentu jego włączenia aż do wyłączenia przyrządu lub zmiany funkcji pomiarowej. Zapamiętanie wyniku możliwe jest tylko wtedy, gdy przyrząd wyświetla wynik ostatniego pomiaru lub jeden z elementów wyniku, wybrany klawiszem **SEL**. W każdym

z tych przypadków do pamięci zostanie wpisany tylko główny wynik pomiaru: rezystancja, rezystancja uziemień R_E lub rezystywność gruntu ρ .

1. Włączyć tryb zapisu naciskając klawisz **10** $\rightarrow$. Na dodatkowym polu odczytowym wyświetlacz **24** zaczyna wtedy migać numer bieżącej komórki. Jeżeli w bieżącej komórce pamięci jest zapamiętany już jakiś wynik pomiaru, to numer miga na przemian z dwiema poziomymi kreskami.
2. Zapisać wynik do bieżącej komórki naciskając klawisz **10** $\rightarrow$. Wpis jest sygnalizowany chwilowym wyświetleniem symbolu **28** $\llcorner \llcorner$ i zwiększeniem o 1 aktualnego numeru komórki.

lub

1. Włączyć tryb zapisu naciskając klawisz **10** $\rightarrow$. Na dodatkowym polu odczytowym wyświetlacz **24** zaczyna wtedy migać numer bieżącej komórki. Jeżeli w bieżącej komórce pamięci jest zapamiętany już jakiś wynik pomiaru, to numer miga na przemian z dwiema poziomymi kreskami.
2. Używając klawiszy **11** $\blacktriangle$ i **12** $\blacktriangledown$ wybrać właściwy numer komórki.
3. Zapisać wynik do bieżącej komórki naciskając klawisz **10** $\rightarrow$. Wpis jest sygnalizowany chwilowym wyświetleniem symbolu **28** $\llcorner \llcorner$ i zwiększeniem o 1 aktualnego numeru komórki.

Zapis do komórki 300 (ostatniej) sygnalizowany jest dodatkowym długim sygnałem dźwiękowym, a numer bieżącej komórki nie jest zmieniany.

7.12.3 Kasowanie zawartości pamięci

W trybie odczytu z pamięci specjalne znaczenie ma komórka o numerze 00. Nie można w niej zapisać wyniku pomiaru, natomiast jej wybór powoduje wyświetlenie na wyświetlaczu napisu **29** dEL , co sygnalizuje gotowość miernika do skasowania pamięci.

Przyrząd rozpoczyna kasowanie pamięci wyników pomiarów po naciśnięciu klawisza **10** $\rightarrow$. Podczas kasowania na wyświetlaczu zapalają się numery kolejnych kasowanych komórek. Po skasowaniu wszystkich komórek przyrząd wygeneruje długi sygnał dźwiękowy i opuści tryb odczytu z pamięci ustawiając komórkę pamięci nr 1 jako domyślną.

Uwaga:

Skasowanie pamięci powoduje nieodwracalną utratę zapamiętanych wyników pomiarów.

7.13 Transmisja danych do komputera (MRU-101)

7.13.1 Pakiet wyposażenia do współpracy z komputerem

Do współpracy miernika z komputerem niezbędny jest pakiet wyposażenia dodatkowego: przewód do transmisji szeregowej i odpowiednie oprogramowanie. Jeżeli pakiet ten nie został zakupiony wraz z miernikiem, to można go nabyć u producenta lub autoryzowanego dystrybutora.

Posiadany pakiet można wykorzystać do współpracy z wieloma przyrządami produkcji SONEL S.A. wyposażonymi w łączę RS232.

Szczegółowe informacje o oprogramowaniu dostępne są u producenta i dystrybutorów.

7.13.2 Połączenie miernika z komputerem

1. Podłączyć przewód do portu szeregowego (RS-232) komputera i gniazda **43** miernika.
2. Uruchomić program.

3. Włączyć tryb transmisji danych włączając przyrząd klawiszem **[6]**  jednocześnie trzymając wciśnięty klawisz **[10]**  do czasu, aż na wyświetlaczu pojawi się symbol **[23]** **COMM**. Miernik pozostaje w trybie transmisji danych aż do wyłączenia zasilania.
4. Wykonywać polecenia programu.

8 Rozwiązywanie problemów

8.1 Ostrzeżenia i informacje wyświetlane przez miernik

Mierniki z rodziny MRU-100 sygnalizują na wyświetlaczu stany ostrzegawcze związane z działaniem miernika, bądź też z warunkami zewnętrznymi powiązаныmi z procesem pomiarowym.

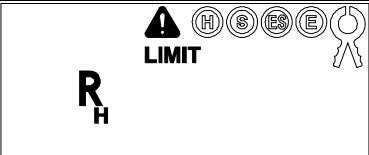
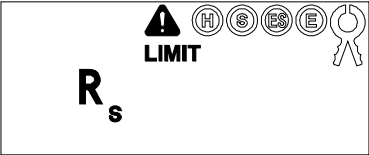
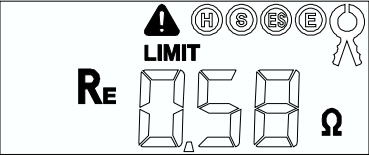
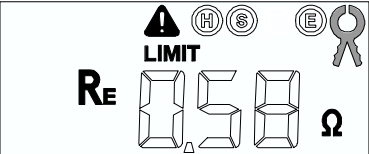
Na rysunkach zawierających uproszczone schematy wyświetlacza zastosowano następujące oznaczenia:

- symbol w kolorze czarnym jest zapalony na stałe,
- symbol w kolorze szarym może migać,
- symbol nie wypełniony w środku jest wyświetlany w zależności od sytuacji w której wystąpił błąd.

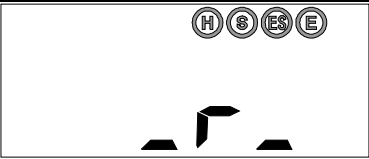
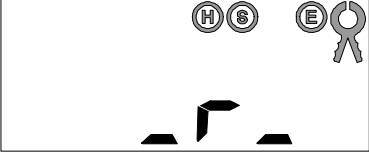
8.1.1 Przekroczenie zakresu pomiarowego

Stan wyświetlacza	Przyczyna	Postępowanie
	Mierzona rezystancja jest większa niż 20kΩ.	

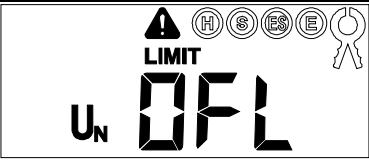
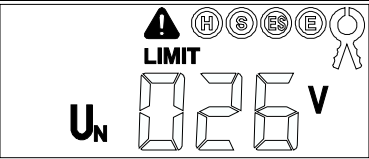
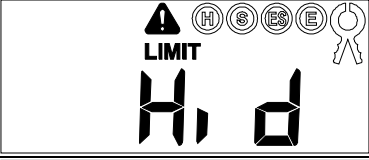
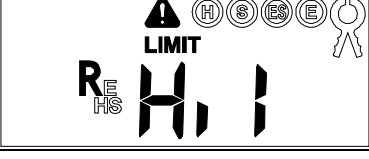
8.1.2 Błędy związane z rezystancją elektrod

Stan wyświetlacza	Przyczyna	Postępowanie
	Rezystancja elektrody R_H jest większa niż 50kΩ.	Spróbować poprawić kontakt elektrody z gruntem, np. przez zwilżenie najbliższego jej sąsiedztwa.
	Rezystancja elektrody R_s jest większa niż 50kΩ.	Spróbować poprawić kontakt elektrody z gruntem, np. przez zwilżenie najbliższego jej sąsiedztwa.
	Dodatkowy błąd pomiaru związany ze stosunkiem rezystancji elektrod do rezystancji R_E jest większy niż 30%.	Należy postarać się zmniejszyć rezystancję elektrod R_H i R_s .
	Prąd zmierzony cęgami mniejszy od 0,5mA	

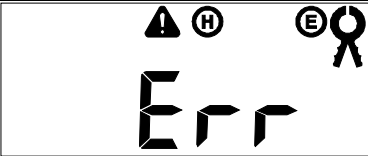
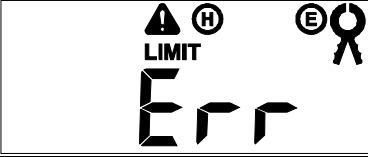
8.1.3 Informacje związane z wykryciem braku ciągłości połączeń

Stan wyświetlacza	Przyczyna	Postępowanie
	Przyrząd stwierdził brak ciągłości połączeń pomiędzy elektrodami, których symbole migają.	Sprawdzić połączenia elektrod, których symbole migają.
	Przyrząd stwierdził brak ciągłości połączeń pomiędzy elektrodami, których symbole migają. Jeżeli migają symbole cęgów, to mogą być źle podłączone lub prąd cęgów jest zbyt mały, aby pomiar był możliwy.	Sprawdzić poprawność układu pomiarowego; poprawić połączenia. Powtórzyć pomiar gałęzi uzimienia wielokrotnie po jej odłączeniu.

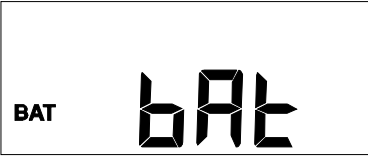
8.1.4 Informacje związane z zakłóceniami

Stan wyświetlacza	Przyczyna	Postępowanie
	Napięcie zakłócające wynikające z rozkładu potencjałów w gruncie przekracza 40V. Pomiar rezystancji gruntu nie będzie możliwy. Miernik emituje sygnał dźwiękowy.	Natychmiast odłączyć miernik od elektrod. Przed ponownym podłączeniem wyłączyć źródło prądu.
	Napięcie zakłócające wynikające z rozkładu potencjałów w gruncie przekracza 24V. Pomiar rezystancji gruntu nie będzie możliwy.	Wyłączyć źródło prądu powodujące tego typu zakłócenia. Spróbować inaczej rozlokować sondy.
	Zbyt duże rozrzuty pomiędzy kolejnymi pomiarami.	Sprawdzić stabilność (jakość) połączeń. Sytuacja może być również spowodowana silnymi zakłóceniami.
	Zbyt duży prąd zakłócający podczas pomiaru RE, RH bądź RS.	Przyczyną mogą być zbyt duże prądy wyrównawcze w mierzonym uzimieniu.

8.1.5 Informacje dotyczące kalibracji cęgów

Stan wyświetlacza	Przyczyna	Postępowanie
	Zbyt duże rozrzuty pomiarów podczas kalibracji cęgów, niewłaściwy typ cęgów lub uszkodzone cęgi.	Sprawdzić jakość połączeń i/lub wymienić cęgi.
	Zbyt duży błąd pomiaru prądu po kalibracji cęgów.	Spróbować jeszcze raz skalibrować cęgi zwracając szczególną uwagę na centryczne ułożenie przewodu w otworze cęgów.
	Nie popłynął prąd przez przewód, w którym miernik wymusza przepływ prądu.	Sprawdzić połączenia.
	Nie popłynął prąd w obwodzie cęgów.	Sprawdzić czy cęgi są podłączone do przyrządu lub czy są założone na przewód, w którym miernik wymusza przepływ prądu.

8.1.6 Informacje o stanie baterii bądź akumulatorów

Stan wyświetlacza	Przyczyna	Postępowanie
	Baterie lub akumulatory są rozładowane	Wymienić baterie na nowe lub naładować akumulatory.
	Stopień zużycia baterii lub stan naładowania akumulatorów jest tak duży, że nie umożliwia już stabilnego działania przyrządu.	Wymienić baterie na nowe lub naładować akumulatory.
	Nastąpiła próba rozładowywania akumulatorów, ale przyrząd pracuje korzystając z baterii.	Nie ma potrzeby dodatkowego rozładowywania baterii.

8.2 Komunikaty o błędach wykrytych w wyniku samokontroli

Przyrządy z rodziny MRU-100 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:

E10 – błąd odczytu lub zapisu pamięci wyników i nastaw

E51 – błąd układu pomiaru napięcia

E61 – błąd układu pomiaru prądu

E88 – błąd odczytu informacji o kalibracji miernika

E99 – błąd w pamięci programu mikroprocesora sterującego

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  .	Baterie zużyte lub niewłaściwie włożone, rozładowane akumulatory	Sprawdzić poprawność włożenia baterii, poprawić lub wymienić baterie na nowe; naładować akumulatory. Jeśli sytuacja nie ulega zmianie, oddać miernik do serwisu
Zapala się symbol „BAT”		
Zapala się symbol  i przyrząd się samoczynnie wyłącza.		
Niewyraźne i przypadkowe wyświetlanie segmentów wyświetlacza		
Podczas transmisji danych nie można nawiązać łączności z miernikiem typu MRU-101, albo transmisja przebiega z błędami	W konfiguracji programu wybrany jest miernik o innym kodzie niż podłączony do komputera	Skonfigurować program do współpracy z właściwym miernikiem
	Miernik został podłączony do innego portu szeregowego niż ustawiony w konfiguracji programu	Przylączyć miernik do odpowiedniego portu lub zmienić konfigurację programu
	Częściowo wysunięta wtyczka przewodu do transmisji z miernika	Poprawić połączenie miernika z komputerem
	Uszkodzony przewód do transmisji	Sprawdzić przewód, w razie potrzeby wymienić
	Uszkodzony port szeregowy, do którego został podłączony miernik	Naprawić komputer

9 Czyszczenie i konserwacja

UWAGA!

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

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.).

Sondy można umyć wodą i wytrzeć do sucha. Przed dłuższym przechowywaniem zaleca się nasmarowanie sond dowolnym smarem maszynowym.

Szpule oraz przewody można oczyścić używając wody z dodatkiem detergentów, następnie wytrzeć do sucha.

Pokrowiec można wyprać w temperaturze nieprzekraczającej 40°C używając typowych środków piorących. Nie czyścić chemicznie i nie prasować.

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 wyświetlaną wartość.

Pomiar rezystancji uziemienia R_E bez użycia cęgów

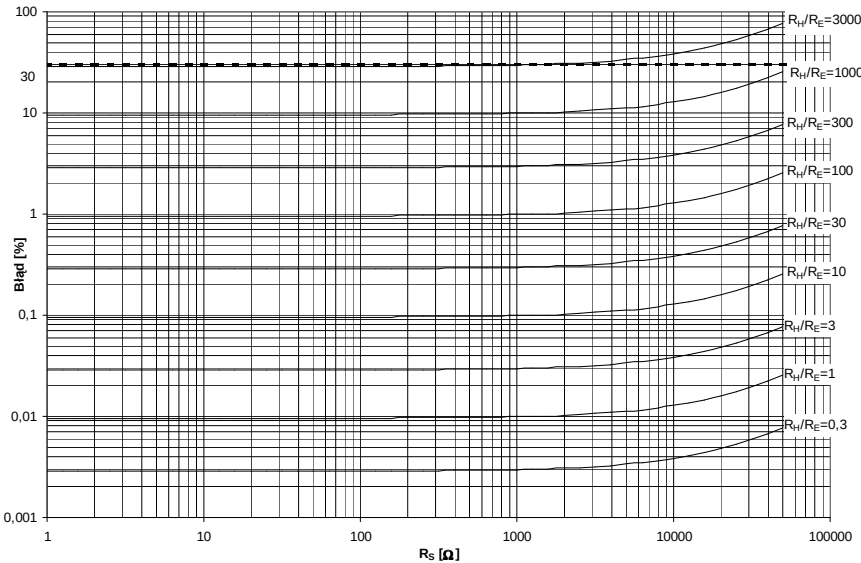
Metoda pomiarowa: pomiar napięcia i prądu przy użyciu sond zgodnie z IEC 61557-5
Zakres pomiarowy wg IEC 61557-5: 0,12Ω ... 20,0kΩ

Zakresy wyświetlania	Rozdzielczość	Błąd podstawowy
0,00...9,99 Ω	0,01 Ω	±(2% w.w. + 3 cyfry)
10,0...99,9 Ω	0,1 Ω	±(2% w.w. + 2 cyfry)
100...999 Ω	1 Ω	±(2% w.w. + 2 cyfry)
1,00...9,99 kΩ	0,01 kΩ	±(2% w.w. + 2 cyfry)
10,0...20,0 kΩ	0,1 kΩ	±(2% w.w. + 2 cyfry)

- Dodatkowo należy uwzględnić błędy wnoszone przez wartość rezystancji elektrod wg wzoru:

$$\delta_{dod} = \frac{R_H \cdot (R_S + 30000\Omega)}{R_E} \cdot 3,2 \cdot 10^{-7} \quad [\%]$$

gdzie R_E , R_H i R_S są wartościami wskazanymi przez miernik w [Ω]. Wymiar współczynnika ($3,2 \cdot 10^{-7}$) we wzorze jest [$1/\Omega$]. Wartość tego błędu można oszacować przy pomocy wykresu opracowanego na podstawie podanego wzoru (Rys.13).



Rys.13. Wpływ rezystancji elektrod na błąd pomiaru

Pomiar rezystancji uziemienia przy pomocy cęgów

Metoda pomiarowa: pomiar napięcia i prądu przy użyciu sond zgodnie z IEC 61557-5 i pomiar prądu w pojedynczej gałęzi dodatkowym przekładnikiem prądowym (cęgi)

Zakres pomiarowy wg IEC 61557-5: 0,16Ω ... 20,0kΩ

Zakres wyświetlania	Rozdzielczość	Błąd podstawowy
0,00...9,99 Ω	0,01 Ω	±(8% w.w. + 3 cyfry)
10,0...99,9 Ω	0,1 Ω	±(8% w.w. + 2 cyfry)
100...999 Ω	1 Ω	±(8% w.w. + 2 cyfry)
1,00...9,99 kΩ	0,01 kΩ	±(8% w.w. + 2 cyfry)
10,0...20,0 kΩ	0,1 kΩ	±(8% w.w. + 2 cyfry)

- Dodatkowo należy uwzględnić błędy wnoszone przez wartość rezystancji elektrod wg wzoru podanego powyżej. W przypadku uziemień wielokrotnych jako R_E należy wstawić wypadkową wartość rezystancji uziemienia, zmierzoną w tym punkcie bez użycia cęgów, a także uwzględnić błąd wynikający ze stosunku rezystancji mierzonej gałęzi do rezystancji wypadkowej wg wzoru:

$$\delta_{dod} = \pm 0,03 \cdot \frac{R_c}{R_w^2} \quad [\%]$$

gdzie R_c jest wartością mierzoną cęgami, wskazaną przez miernik a R_w wartością wypadkową - obie w [Ω]. Współczynnik (0,03) we wzorze ma wymiar [Ω].

Pomiar rezystywności gruntu

Metoda pomiarowa: pomiar napięcia i prądu przy użyciu sond zgodnie z IEC 61557-5

Zakres	Rozdzielczość	Błąd podstawowy
0,00...9,99 Ωm	0,01 Ωm	±(2% w.w. + 3 cyfry)
10,0...99,9 Ωm	0,1 Ωm	±(2% w.w. + 2 cyfry)
100...999 Ωm	1 Ωm	±(2% w.w. + 2 cyfry)
1,00...9,99 kΩm	0,01 kΩm	±(2% w.w. + 2 cyfry)
10,0...99,9 kΩm	0,1 kΩm	±(2% w.w. + 2 cyfry)
100...999 kΩm	1 kΩm	±(2% w.w. + 2 cyfry)

- Podane wartości błędów nie uwzględniają błędów wprowadzonej odległości pomiędzy elektrodami.
- Dodatkowo należy uwzględnić błędy wnoszone przez wartość rezystancji elektrod wg wzoru podanego powyżej.

Pomiar rezystancji elektrod pomocniczych R_H , R_S

Błędy pomiaru rezystancji R_S i R_H w wypadku pomiarów bez użycia cęgów
±5% z sumy wyświetlonych wartości ($R_E + R_S + R_H$)

Błędy pomiaru rezystancji R_S i R_H w wypadku pomiarów z użyciem cęgów
±10% z sumy wyświetlonych wartości ($R_E + R_S + R_H$)

Pomiar napięć zakłócających DC + AC

Metoda pomiarowa: prostowanie dwupołkowe

Rezystancja wewnętrzna: ok. 2MΩ

Zakres	Rozdzielczość	Błąd podstawowy
0...40 V	1 V	±(10% w.w. + 1 cyfra)

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 IP54
d) maksymalne napięcie zakłóceń AC + DC przy którym wykonywany jest pomiar 24 V
e) maksymalne mierzone napięcie zakłóceń 40 V
f) odporność na prąd zakłócający max 3,3A 50Hz
g) częstotliwość prądu pomiarowego 128 Hz
h) napięcie pomiarowe 40 V
i) prąd pomiarowy 225 mA
j) maksymalna rezystancja elektrod pomiarowych 50 kΩ
k) sygnalizacja zbyt małego prądu cęgów dla 0,5mA
l) zasilanie miernika: pakiet akumulatorów typu SONEl NiMH 7,2V 3Ah (tylko MRU-101)
..... lub alkaliczne baterie R14 (5 szt.)
m) zasilanie ładowarki akumulatorów 100...250V/50(60)Hz, 100mA
n) czas ładowania akumulatorów ok. 3 godz.
o) czas rozładowywania akumulatorów w trybie rozładowywania max 3 godziny
p) ilość pomiarów przy użyciu baterii Panasonic POWER MAX 3 > 2600 (5Ω, 2 pomiary/min.)
q) ilość pomiarów przy użyciu akumulatora > 1300 (5Ω, 2 pomiary/min.)
r) czas wykonywania pomiaru:
• rezystancji metodą dwubiegunową <8 sekund
• rezystancji metodą czterobiegunową <16 sekund
• rezystancji uziemień metodą trzybiegunową i czterobiegunową <16 sekund
• rezystancji uziemień metodą trzybiegunową z użyciem cęgów <20 sekund
• rezystywności gruntu <16 sekund
s) wymiary 295 x 222 x 95 mm
t) masa miernika MRU-100 z bateriami ok. 1,6 kg
u) masa miernika MRU-101 z akumulatorami ok. 1,7 kg
v) temperatura pracy 0...40°C
w) temperatura pracy ładowarki +10...+35°C
x) temperatura odniesienia 23 ± 2°C
y) temperatura przechowywania -20°C...+60°C
z) czas do samowylączenia 2 minuty
aa) standard jakości opracowanie, projekt i produkcja zgodnie z ISO 9001
bb) przyrząd 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. (0-74) 858 38 78 (Dział Handlowy)
(0-74) 858 38 79 (Serwis)
fax (0-74) 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 następujących przyrządów związanych z pomiarami wielkości elektrycznych:

- wydanie świadectwa wzorcowania dla mierników do pomiaru rezystancji izolacji,
- wydanie świadectwa wzorcowania dla mierników do pomiaru rezystancji uziemień,
- wydanie świadectwa wzorcowania dla mierników do pomiaru pętli zwarcia,
- wydanie świadectwa wzorcowania dla mierników do pomiaru parametrów wyłączników różnicowo-prądowych,
- wydanie świadectwa wzorcowania dla mierników do pomiaru małych rezystancji,
- wydanie świadectwa wzorcowania dla mierników wielofunkcyjnych obejmujących funkcjonalnie w/w przyrządy,
- wydanie świadectwa wzorcowania dla woltomierzy i amperomierzy itp.

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, z terminem **co 13 miesięcy**.

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.