

# **INSTRUKCJA OBSŁUGI**

## **MIERNIKI IMPEDANCJI PĘTLI ZWARCIA**

**MZC-320S i MZC-330S**





## **INSTRUKCJA OBSŁUGI**

# **MIERNIKI IMPEDANCJI PĘTLI ZWARCIA MZC-320S i MZC-330S**



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

Wersja 1.00 02.02.2018



Mierniki MZC-320S i MZC-330S 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.

## SPIS TREŚCI

<b>1</b>	<b>Bezpieczeństwo</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Wyświetlacz graficzny (LCD)</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Menu</b>	<b>9</b>
3.1	Regulacja kontrastu wyświetlacza	9
3.2	Transmisja danych przez łącze USB	9
3.3	Transmisja danych przez łącze Bluetooth	9
3.4	Odczyt i zmiana kodu PIN dla Bluetooth	9
3.5	Ustawienia wyświetlania	9
3.6	Ustawienia pomiaru pętli zwarcia	10
3.7	Wybór języka	11
3.8	Funkcje zaawansowane	11
3.8.1	Spodziewane rozrzuty	11
3.8.2	Aktualizacja (upgrade) oprogramowania miernika	11
3.9	Informacje o producencie i programie	12
<b>4</b>	<b>Pomiary</b>	<b>12</b>
4.1	Warunki wykonania pomiaru i uzyskania poprawnych wyników	13
4.2	Zapamiętywanie wyniku ostatniego pomiaru	14
4.3	Pomiar napięcia przemiennego	14
4.4	Pomiar parametrów pętli zwarcia	15
4.4.1	Pomiar napięcia i częstotliwości sieci	16
4.4.2	Zmiana napięcia nominalnego sieci	17
4.4.3	Wyświetlanie wszystkich wyników pomiaru lub tylko wyniku głównego	17
4.4.4	Wyświetlanie wyniku pomiaru w postaci impedancji lub prądu	17
4.4.5	Pomiar napięcia dotykowego $U_{ST}$ i dotykowego rażeniowego $U_T$	18
4.4.6	Wybór długości przewodów pomiarowych (dla pomiarów metodą dwubiegunową)	20
4.4.7	Wyświetlanie wyników pomiarów	20
4.4.8	Pomiar parametrów pętli zwarcia metodą dwubiegunową	21
4.4.9	Pomiar parametrów pętli zwarcia metodą czterobiegunową	23
4.4.10	Pomiary rezystancji uziemień	25
<b>5</b>	<b>Pamięć wyników pomiarów</b>	<b>27</b>
5.1	Wpisywanie wyników pomiarów do pamięci	27
5.2	Przeglądanie pamięci	28
5.3	Kasowanie pamięci	28
5.4	Komunikacja z komputerem	29
5.4.1	Pakiet wyposażenia do współpracy z komputerem	29
5.4.2	Transmisja danych łączem szeregowym USB	29
5.4.3	Transmisja danych łączem radiowym Bluetooth	29
5.4.4	Odczyt i zmiana kodu PIN dla połączeń po Bluetooth	30
<b>6</b>	<b>Rozwiązywanie problemów</b>	<b>31</b>
6.1	Ostrzeżenia i informacje wyświetlane przez miernik	31
6.1.1	Przekroczenie zakresu pomiarowego	31
6.1.2	Informacje o stanie akumulatora	31
6.2	Komunikaty o błędach wykrytych w wyniku samokontroli	31
6.3	Zanim oddasz miernik do serwisu	31
<b>7</b>	<b>Zasilanie miernika</b>	<b>32</b>
7.1	Monitorowanie napięcia zasilającego	32

7.2 Ładowanie akumulatora.....	32
7.3 Ogólne zasady użytkowania akumulatorów litowo-jonowych (Li-Ion) .....	33
<b>8 Czyszczenie i konserwacja .....</b>	<b>33</b>
<b>9 Magazynowanie.....</b>	<b>33</b>
<b>10 Rozbiórka i utylizacja .....</b>	<b>34</b>
<b>11 Dane techniczne.....</b>	<b>34</b>
11.1 Dane podstawowe.....	34
11.2 Dane dodatkowe .....	37
11.2.1 Niepewności dodatkowe wg IEC 61557-3 (Z).....	37
<b>12 Wyposażenie .....</b>	<b>38</b>
12.1 Wyposażenie standardowe.....	38
12.2 Wyposażenie dodatkowe .....	38
<b>13 Producent .....</b>	<b>39</b>
<b>14 Usługi laboratoryjne .....</b>	<b>40</b>

# 1 Bezpieczeństwo

Przyrządy MZC-320S i MZC-330S, przeznaczone do badań kontrolnych ochrony przeciwporażeniowej w sieciach elektroenergetycznych prądu przemiennego, 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 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.
- Mierniki MZC-320S i MZC-330S mogą być używane 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.
- Stosowanie niniejszej instrukcji, nie wyłącza konieczności przestrzegania przepisów BHP i innych właściwych przepisów przeciwpożarowych wymaganych przy wykonywaniu prac danego rodzaju. Przed przystąpieniem do pracy przy stosowaniu urządzenia 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 w prawym górnym rogu wyświetlacza (zamiast symbolu baterii) oznacza zbyt niskie napięcie zasilające i sygnalizuje potrzebę naładowania/naładowania akumulatora. 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 zabezpieczenia kontrolowanej sieci.
- Przed rozpoczęciem pomiaru należy sprawdzić, czy przewody podłączone są do odpowiednich gniazd pomiarowych,
- Nie wolno zasilać miernika ze źródeł innych niż wymienione w niniejszej instrukcji.
- Naprawy mogą być wykonywane wyłącznie przez autoryzowany serwis.

## UWAGA!

**Należy używać wyłącznie akcesoriów standardowych i dodatkowych przeznaczonych dla danego przyrządu, wymienionych w dziale "Wyposażenie". Stosowanie innych akcesoriów może spowodować uszkodzenie gniazda pomiarowego oraz wprowadzać dodatkowe niepewności pomiarowe.**

## Uwaga:

**Przy próbie instalacji sterowników w 64-bitowych systemach Windows 8 i Windows 10 może ukazać się informacja: „Instalacja nie powiodła się”.**

**Przyczyna: w systemach Windows 8 i Windows 10 standardowo aktywna jest blokada instalacji sterowników nie podpisanych cyfrowo.**

**Rozwiązanie: należy wyłączyć wymuszanie podpisu cyfrowego sterowników w systemie Windows.**



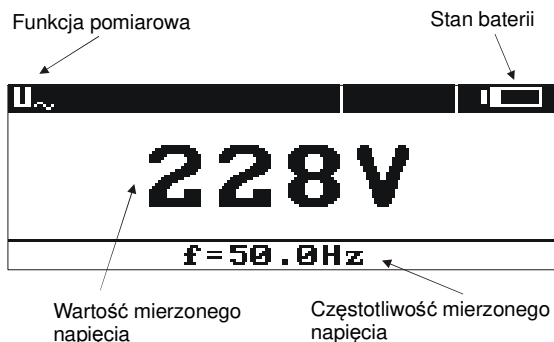
### Uwaga:

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

## 2 Wyświetlacz graficzny (LCD)

"Z" PETLI 4p GOTOWY	I <sub>K</sub> =----- R =----- X <sub>L</sub> =----- U <sub>LN</sub> =----- f =-----	
U <sub>LN</sub> =226V f=50.0Hz		

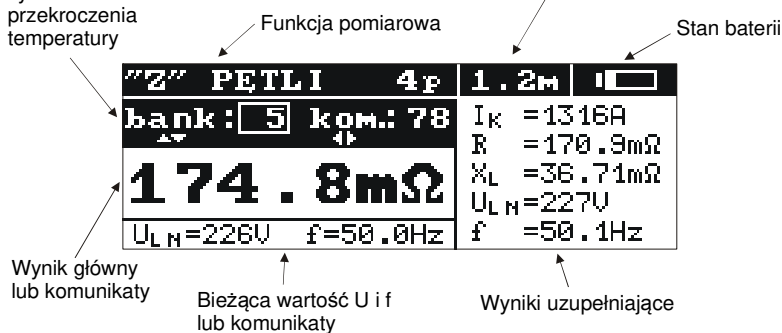
Rys.1 Wygląd ekranu po włączeniu miernika (pomiar impedancji pętli - wszystkie wyniki)



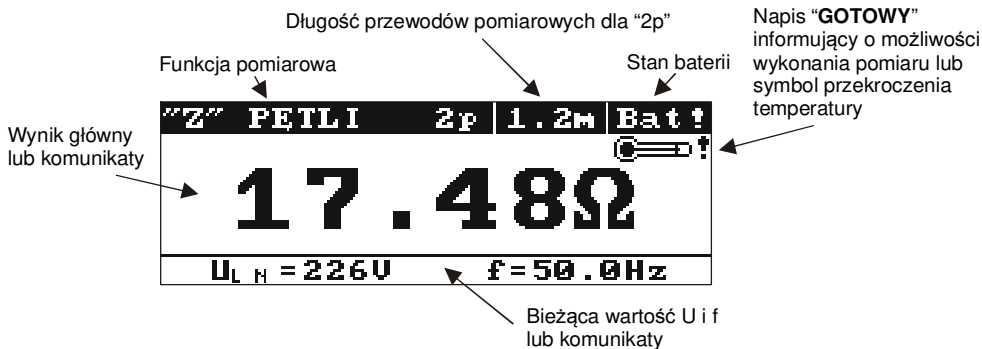
Rys.2 Organizacja ekranu przy pomiarze napięcia przemiennego

Nr banku i komórki (w trybie wpisywania do pamięci) lub napis "GOTOWY" informujący o możliwości wykonania pomiaru lub symbol przekroczenia temperatury

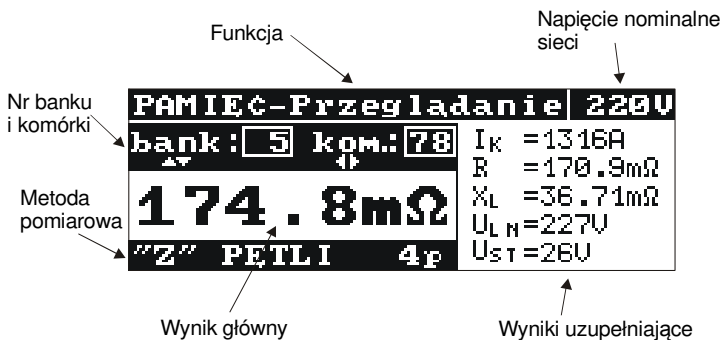
Długość przewodów pomiarowych dla "2p"



Rys.3 Organizacja ekranu przy pomiarze impedancji pętli zwarcia (wszystkie wyniki)



Rys.4 Organizacja ekranu przy pomiarze impedancji pętli zwarcia (tylko wynik główny)

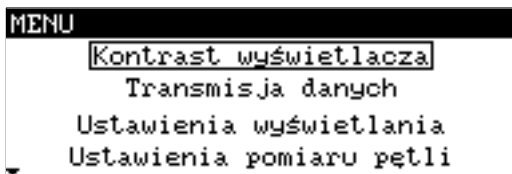


Rys.5 Organizacja ekranu przy przeglądaniu pamięci

## 3 Menu

Menu dostępne jest w każdej pozycji przełącznika obrotowego z wyjątkiem **MEM**. Wejście do tej opcji przez naciśnięcie przycisku **MENU** umożliwia wykonanie następujących operacji:

- regulacja kontrastu wyświetlacza (0...100%),
- transmisja danych przez łącze USB lub Bluetooth,
- ustawienie wyświetlanych parametrów,
- ustawienie parametrów pomiaru impedancji pętli,
- wybór języka,
- sprawdzenie stabilności sieci i uaktualnienie programu – funkcje zaawansowane,
- uzyskanie podstawowych informacji o producencie i wersji programu.



Rys.6 Menu

### 3.1 Regulacja kontrastu wyświetlacza

- Wcisnąć przycisk **MENU** i **ENTER**.
- Przyciskami ◀ i ▶ ustawić żądany kontrast.
- Aby zatwierdzić wybór należy wcisnąć **ENTER**
- Aby wyjść z opcji wcisnąć przycisk **ESC**.

### 3.2 Transmisja danych przez łącze USB

Aby przysłać dane między miernikiem a komputerem PC przez łącze USB należy:

- połączyć miernik z komputerem (patrz punkt 5.4.2),
- w **MENU** wybrać pozycję: **Transmisja danych**, a następnie **Transmisja USB**,
- uruchomić na komputerze oprogramowanie Sonel Reader.

### 3.3 Transmisja danych przez łącze Bluetooth

Aby przysłać dane między miernikiem a komputerem PC przez łącze Bluetooth należy:

- sparować miernik z komputerem (patrz punkt 5.4.3),
- w **MENU** wybrać pozycję: **Transmisja danych**, a następnie **Transmisja Bluetooth**,
- uruchomić na komputerze oprogramowanie Sonel Reader.

### 3.4 Odczyt i zmiana kodu PIN dla Bluetooth

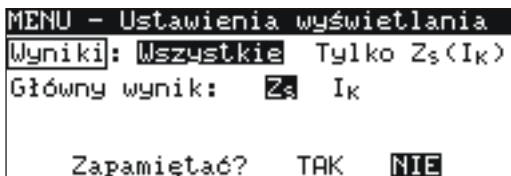
- W **MENU** wybrać pozycję: **Transmisja danych**, a następnie **Bluetooth – ustaw PIN**,
- przyciskami ◀ i ▶ przechodzi się do kolejnej cyfry, przyciskami ▲ i ▼ zmienia się jej wartość,
- zatwierdzić wybór poprzez wciśnięcie **ENTER**

### 3.5 Ustawienia wyświetlania

W tym podmenu można wybrać wyświetlanie następujących parametrów:

- wyświetlanie wyników: wszystkich lub tylko  $Z_S$  ( $I_K$ ),
- wyświetlanie wyniku głównego w postaci  $Z_S$  lub  $I_K$ .

Wyboru parametru (w pionie) dokonuje się przyciskami ▲ i ▼ a wyboru wartości (w poziomie) przyciskami ◀ i ▶. Aby zatwierdzić zmiany w ustawieniach należy wybrać pozycję: **Zapamiętać?** oraz opcję **TAK** i wcisnąć przycisk **ENTER**.



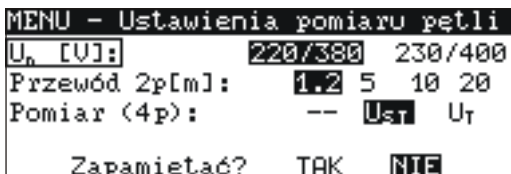
Rys.7 Ustawienia wyświetlania

### 3.6 Ustawienia pomiaru pętli zwarcia

W tym podmenu można ustawić następujące parametry:

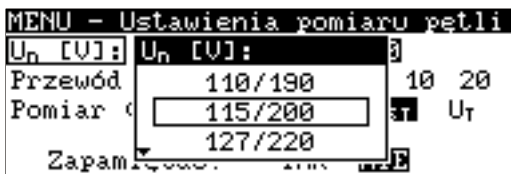
- napięcie nominalne sieci  $U_n$  (110/190 V, 115/200 V, 127/220 V, 220/380 V, 230/400 V, 240/415 V, 290/500 V i 400/690 V (tylko MZC-330S)),
- długość przewodów w pomiarze parametrów pętli zwarcia metodą dwubiegunową (2p),
- pomiar napięcia dotykowego  $U_{ST}$  albo dotykowego rażeniowego  $U_T$  (i wyświetlenie w miejsce częstotliwości w kolumnie wyników uzupełniających) lub nie.

Wyboru dokonuje się jak w punkcie 3.5.



Rys.8 Ustawienia pomiaru pętli zwarcia

Przy wyborze napięcia nominalnego przyciskiem **ENTER** wywołuje się rozwijane menu, w którym wyboru dokonuje się przyciskami ▲ i ▼.



Rys.9 Wybór napięcia znamionowego sieci

### 3.7 Wybór języka

Wchodząc do podmenu **Język** użytkownik miernika ma możliwość wyboru języka, w którym miernik będzie wyświetlał wszystkie napisy.

### 3.8 Funkcje zaawansowane

#### 3.8.1 Spodziewane rozrzuty

Jeżeli wynik pomiaru impedancji pętli zwarcia odbiega od spodziewanej wartości lub nie ma powtarzalności wyników w szeregu dokonanych pomiarów można skorzystać z funkcji **Spodziewane rozrzuty**. Służy ona do oszacowania błędów pomiarów impedancji pętli zwarcia wynikających z niestabilności napięcia sieci w danym punkcie pomiarowym (a więc niezależnych od parametrów miernika). Miernik (ustawiony i podłączony do sieci jak dla pomiarów impedancji pętli zwarcia – 2p lub 4p) wykonuje analizę i na jej podstawie wylicza wartości błędów, jakimi dodatkowo mogą być obciążone pomiary impedancji pętli zwarcia.

**Uwaga:**

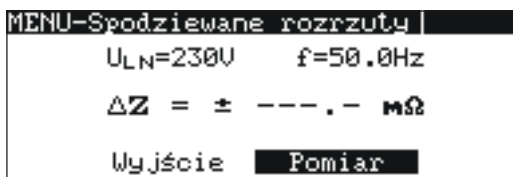
**Funkcja dotyczy ostatniego wyniku pomiaru i nie dotyczy pomiaru napięcia przemiennego.**

Po wejściu do funkcji pojawia się krótka informacja o jej możliwościach i zalecenie zapoznania się z opisem w niniejszej instrukcji. Przechodząc dalej, po wybraniu **TAK** i wciśnięciu przycisku **ENTER**, otrzymujemy na ekranie obraz jak na Rys.10 (dla metody 4p).

U góry ekranu wyświetlane są wartości napięcia i częstotliwości sieci mierzone na bieżąco. Poniżej wyświetlona jest obliczona szacunkowa wartość błędu dla metody pomiarowej, na którą ustawiony jest aktualnie miernik.

Aby uruchomić pomiar należy wybrać **Pomiar** i wcisnąć przycisk **ENTER**. Wyświetli się wówczas napis: **Czekaj, trwa pomiar** oraz pasek postępu pomiaru. Po zakończeniu pomiaru zostanie wyświetlony wynik (na Rys.10 – zamiast poziomych kresek). Ponowne wciśnięcie przycisku **ENTER** uruchomi kolejny pomiar.

Aby wyjść z opcji, po wybraniu **Wyjście** należy wcisnąć przycisk **ENTER**. Można też użyć przycisku **ESC**.



**Rys.10** Oszacowanie błędów pomiarów impedancji pętli zwarcia wynikających z niestabilności napięcia sieci

#### 3.8.2 Aktualizacja (upgrade) oprogramowania miernika

Możliwe jest uaktualnienie programu sterującego bez konieczności odsyłania miernika do serwisu. W przypadku konieczności aktualizacji programu należy:

- ze strony internetowej producenta ([www.sonel.pl](http://www.sonel.pl)) ściągnąć program do aktualizacji oprogramowania miernika,
- podłączyć miernik do komputera PC,

- w mierniku wybrać funkcję **Uaktualnianie programu** i potwierdzić przeczytanie wyświetlanych informacji,
- w komputerze zainstalować i uruchomić program do aktualizacji oprogramowania miernika,
- w programie wybrać port, uruchomić funkcję „Test połączenia”, a następnie uruchomić funkcję „Programowanie”,
- postępować zgodnie z instrukcjami wyświetlanymi przez program do aktualizacji.

#### **UWAGA!**

**Przed programowaniem należy naładować akumulatory.**

**W czasie programowania nie wolno wyłączać miernika ani rozłączać kabla do transmisji.**

#### **Uwaga:**

**W czasie programowania klawiatura (z wyjątkiem przycisku ON/OFF) jest zablokowana.**

**W funkcji tej miernik nie wyłącza się samoczynnie.**

### **3.9 Informacje o producencie i programie**

Wchodząc do tego podmenu można otrzymać podstawowe informacje o producencie miernika oraz wersji programu.

## **4 Pomiary**

#### **OSTRZEŻENIE:**

**W czasie pomiarów nie wolno dotykać części uziemionych i dostępnych w badanej instalacji.**

#### **OSTRZEŻENIE:**

**W czasie trwania pomiaru nie wolno zmieniać pozycji przełącznika zakresów, gdyż może to spowodować uszkodzenie miernika i zagrożenie dla użytkownika.**

#### **UWAGA!**

**Mierniki MZC-320S i MZC-330S przeznaczone są do pracy przy znamionowych napięciach fazowych oraz międzyfazowych 110/190 V, 115/200 V, 127/220 V, 220/380 V, 230/400 V, 240/415 V, 290/500 V, 400/690 V (tylko MZC-330S).**

**Podłączenie napięcia wyższego niż 550 V dla MZC-320S lub 750 V dla MZC-330S między dowolne zaciski pomiarowe może spowodować uszkodzenie miernika.**

#### **OSTRZEŻENIE:**

**Podłączanie nieodpowiednich lub uszkodzonych przewodów grozi porażeniem niebezpiecznym napięciem.**

**Uwaga:**

**Producent gwarantuje poprawność wskazań jedynie przy użyciu przewodów firmowych dostarczonych z przyrządem i (w funkcji 2p) wybrania właściwej długości w MENU. Stosowanie przedłużaczy i innych przewodów może stanowić źródło dodatkowych błędów.**

**Uwaga:**

**Oznaczenie „CAT III 1000 V” na akcesoriach jest równoważne oznaczeniu „CAT IV 600 V”.**

## 4.1 Warunki wykonania pomiaru i uzyskania poprawnych wyników

Dla rozpoczęcia pomiaru niezbędne jest spełnienie kilku warunków. Miernik automatycznie blokuje możliwość rozpoczęcia każdego pomiaru (nie dotyczy to pomiaru napięcia sieci) w przypadku stwierdzenia jakiegokolwiek nieprawidłowości:

Sytuacja	Wyświetlane symbole i sygnały ostrzegawcze	Uwagi
Napięcie doprowadzone do miernika ma wartość większą od 550 V (750 dla MZC-330S).	Napis: <b>U &gt; 550V!</b> ( <b>U &gt; 750V!</b> dla MZC-330S) oraz ciągły sygnał dźwiękowy.	Należy niezwłocznie odłączyć miernik od badanej sieci!
Częstotliwość napięcia w sieci nie mieści się w granicach 45 Hz..65 Hz.	Napisy: <b>Błąd!</b> oraz: <b>f &lt; 45Hz</b> lub <b>f &gt; 65Hz</b> Dwa długie sygnały dźwiękowe.	Napisy i sygnał dźwiękowy pojawiają się po naciśnięciu przycisku <b>START</b> .
Napięcie doprowadzone do miernika jest zbyt niskie dla wykonania pomiaru impedancji.	Napisy: <b>Błąd!</b> oraz: <b>U &lt; 95V</b> Dwa długie sygnały dźwiękowe.	Napis i sygnał dźwiękowy pojawiają się po naciśnięciu przycisku <b>START</b> .
Niewłaściwie podłączony przewód I1: w metodzie 4p do gniazda I1 2p lub w metodzie 2p do gniazda I1 4p.	Napisy: <b>Źle podłączone przewody!</b> oraz: <b>Zacisk I1 (2p)!</b> lub <b>Zacisk I1 (4p)!</b> Dwa długie sygnały dźwiękowe.	Napisy i sygnał dźwiękowy pojawiają się po naciśnięciu przycisku <b>START</b> .
W metodzie 4p niepodłączony przewód I1 lub I2.	Napis: <b>Brak napięcia na zaciskach I1, I2!</b> Dwa długie sygnały dźwiękowe.	Napis i sygnał dźwiękowy pojawiają się po naciśnięciu przycisku <b>START</b> .
W metodzie 4p zamienione przewody U lub I lub podłączone do różnych faz.	Napis: <b>Różne fazy napięć na zaciskach U i I!</b> Dwa długie sygnały dźwiękowe.	Napis i sygnał dźwiękowy pojawiają się po naciśnięciu przycisku <b>START</b> .
Niewłaściwie podłączony przewód $U_B$ przy ustawionej opcji pomiaru napięcia dotykowego.	Napisy: <b>Źle podłączony przewód!</b> oraz: <b>Zacisk <math>U_B</math>!</b> Dwa długie sygnały dźwiękowe.	Napis i sygnał dźwiękowy pojawiają się po naciśnięciu przycisku <b>START</b> .
W czasie pomiaru impedancji pętli nastąpił spadek napięcia poniżej $U_{min}$ .	Napis: <b>Zanik napięcia w czasie pomiaru!</b> Dwa długie sygnały dźwiękowe	
W czasie pomiaru impedancji pętli nastąpiła sytuacja uniemożliwiająca jego zakończenie.	Napis: <b>Błąd w czasie pomiaru!</b> Dwa długie sygnały dźwiękowe.	
W czasie pomiaru impedancji pętli nastąpiło przepalenie bezpiecznika lub wystąpiła inna sy-	Napis: <b>Uszkodzenie obwodu zwarciego!</b>	

Sytuacja	Wyświetlane symbole i sygnały ostrzegawcze	Uwagi
Sytuacja awaryjna w obwodzie prądowym.	Dwa długie sygnały dźwiękowe.	
Zabezpieczenie termiczne blokuje pomiar.	Wyświetlony symbol  Długi sygnał dźwiękowy.	Sygnał dźwiękowy pojawia się po naciśnięciu przycisku <b>START</b> .
Przekroczony zakres pomiarowy.	Napis: <b>OFL</b> Dwa długie sygnały dźwiękowe.	
Akumulator rozładowany.	Wyświetlany symbol 	Wykonywanie pomiarów jest możliwe, jednakże należy się liczyć z dodatkowymi błędami.

**Uwaga:**  
Napisy informujące o nieprawidłowościach są wyświetlane przez 3 sekundy.

## 4.2 Zapamiętywanie wyniku ostatniego pomiaru

Wynik ostatniego pomiaru jest pamiętany dopóki nie zostanie uruchomiony kolejny pomiar, zmienione parametry pomiaru lub zmieniona funkcja pomiarowa przełącznikiem obrotowym. Po przejściu do ekranu pomiaru napięcia przyciskiem **ESC** można przywołać ten wynik naciskając przycisk **ENTER**. Tym samym przyciskiem można przywołać ostatni wynik po wyłączeniu i ponownym włączeniu miernika, o ile nie została zmieniona pozycja przełącznika funkcji.

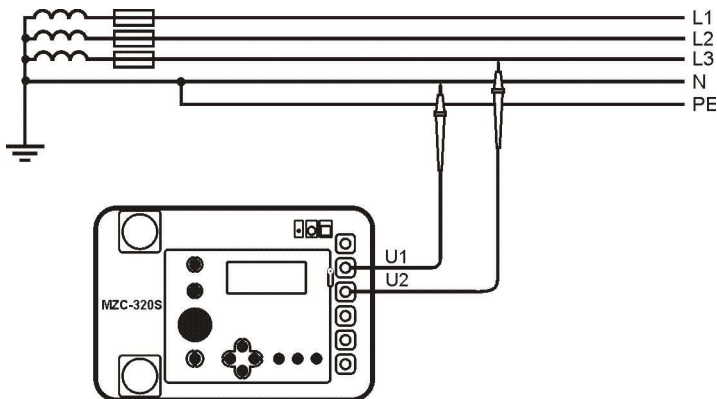
## 4.3 Pomiar napięcia przemiennego

**UWAGA!**  
Podłączenie napięcia wyższego niż 550 V (750 V dla MZC-330S) między dowolne zaciski pomiarowe może spowodować uszkodzenie miernika.

Aby mierzyć napięcie przemiennie należy:

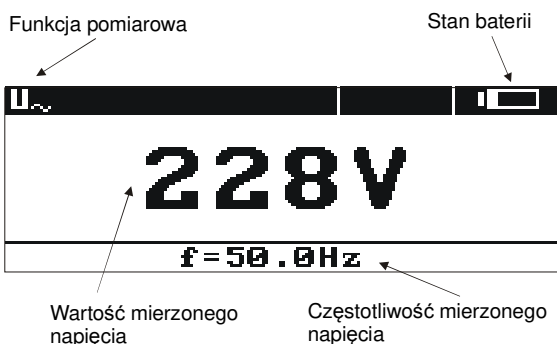
- przewody pomiarowe podłączyć do gniazd: **U<sub>1</sub>** i **U<sub>2</sub>** (Rys.11),
- obrotowy przełącznik funkcji ustawić w położeniu **U<sub>~</sub>**.





**Rys.11 Pomiar napięcia przemiennego - schemat**

Wynik pomiaru zobrazowany jest w sposób przedstawiony na Rys. 12:



**Rys.12 Pomiar napięcia przemiennego - wynik**

Przyrząd mierzy napięcie przemiennie o częstotliwości w granicach 45 Hz..65 Hz jako True RMS bez wydzielenia ewentualnej składowej stałej. Napięcie o częstotliwości mniejszej niż 45 Hz mierzone jest jako stałe. Jeżeli częstotliwość mierzonego przebiegu nie mieści się w podanych granicach zamiast jej wartości wyświetlany jest stosowny komunikat: **f<45Hz** lub **f>65Hz**.

#### **4.4 Pomiar parametrów pętli zwarcia**

**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.**

**Nie wolno dotykać urządzeń podłączonych do mierzonego obwodu sieci energetycznej.**

#### **UWAGA!**

Jeżeli w badanej sieci występują wyłączniki różnicowoprądowe, to na czas trwania pomiaru impedancji należy je pominąć poprzez zmostkowanie (wykonanie obejścia). Trzeba jednak pamiętać, że w ten sposób dokonuje się zmian w mierzonym obwodzie i wyniki mogą się minimalnie różnić od rzeczywistych.

Każdorazowo po pomiarach należy usunąć z instalacji zmiany wykonane na czas pomiarów i sprawdzić działanie wyłącznika różnicowoprądowego.

#### **Uwaga:**

Pomiary impedancji pętli zwarcia za falownikami są nieskuteczne a wyniki pomiarów niewiarygodne. Wynika to ze zmienności impedancji wewnętrznej układów falownika podczas jego pracy. Nie należy wykonywać pomiarów impedancji pętli zwarcia bezpośrednio za falownikami.

#### **Uwaga:**

Wykonywanie dużej liczby pomiarów w krótkich odstępach czasu powoduje, że w rezystorze ograniczającym prąd przepływający przez miernik może wydzielać się bardzo duża ilość ciepła. W związku z tym obudowa przyrządu może się rozgrzewać. Jest to zjawisko normalne a miernik posiada zabezpieczenie przed osiągnięciem zbyt wysokiej temperatury.

Podczas pomiarów prądem rzędu 300 A przyrząd, w razie potrzeby, automatycznie włącza wentylator skracający czas chłodzenia przyrządu.

#### **Uwaga:**

Minimalny odstęp między kolejnymi pomiarami wynosi 5 sekund. Napis „GOTOWY” ukazujący się na ekranie informuje o możliwości wykonania pomiaru.

#### **UWAGA!**

Należy zwrócić uwagę na właściwy dobór końcówek pomiarowych, gdyż dokładność wykonywanych pomiarów zależy od jakości wykonanych połączeń. Muszą one zapewniać dobry kontakt i umożliwiać niezakłócony przepływ dużego prądu pomiarowego. Niedopuszczalne jest np. zapinanie krokodylka na elementach zaśnieżonych lub zardzewiałych - należy je wcześniej oczyścić albo wykorzystać do pomiarów sondę ostrzową. Niedopuszczalne jest używanie krokodyla z nadpalonymi zębami.

### **4.4.1 Pomiar napięcia i częstotliwości sieci**

Przy ustawionej funkcji pomiaru parametrów pętli zwarcia (2p lub 4p) przyrząd na bieżąco mierzy napięcie i częstotliwość sieci w sposób opisany w punkcie 4.3. Ich wartości wyświetlane są u dołu ekranu. Indeks przy oznaczeniu napięcia U mówi o tym czy mierzone jest napięcie fazowe -  $U_{LN}$ , międzyfazowe -  $U_{LL}$ , czy też wartość napięcia jest poza obszarami pokazanymi na Rys.13 -  $U_{...}$ . Te same zasady oznaczania dotyczą napięcia zmierzonego w trakcie pomiaru impedancji pętli zwarcia.

#### 4.4.2 Zmiana napięcia nominalnego sieci

Napięcie nominalne jest wykorzystywane do wyliczenia wartości prądu zwarciego. Aby ustawić wartość napięcia nominalnego należy:

- wcisnąć przycisk **MENU**,
- wybrać **Ustawienia pomiaru pętli**,
- w pozycji **U<sub>n</sub>[V]** wybrać i zapamiętać wartość napięcia nominalnego (patrz punkt 3.6).

#### 4.4.3 Wyświetlanie wszystkich wyników pomiaru lub tylko wyniku głównego

Aby wybrać wyświetlanie wszystkich wyników pomiaru lub tylko wyniku głównego (Z<sub>S</sub> lub I<sub>k</sub>) należy:

- wcisnąć przycisk **MENU**,
- wybrać **Ustawienia wyświetlania**,
- w pozycji **Wyniki** wybrać i zapamiętać żądaną opcję (patrz punkt 3.6).

#### 4.4.4 Wyświetlanie wyniku pomiaru w postaci impedancji lub prądu

Wynik główny pomiaru można wyświetlić w postaci impedancji pętli zwarcia lub prądu zwarciego. Jeżeli wybierzemy impedancję, pierwszym z wyników dodatkowych będzie prąd i na odwrót. Aby wybrać wyświetlaną wielkość, należy:

- wcisnąć przycisk **MENU**,
- wybrać **Ustawienia wyświetlania**,
- w pozycji **Główny wynik** wybrać i zapamiętać wielkość do wyświetlenia (patrz punkt 3.6).

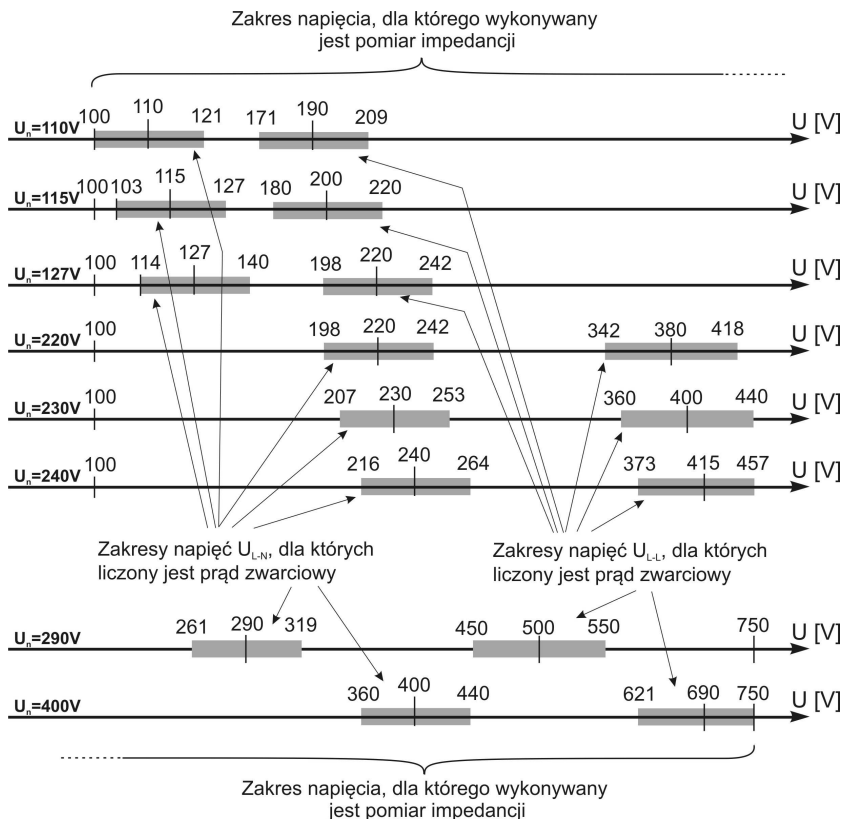
Miernik mierzy zawsze impedancję, a wyświetlony prąd zwarcioowy jest wyliczany według wzoru:

$$I_k = \frac{U_n}{Z_s}$$

gdzie: U<sub>n</sub> - napięcie nominalne badanej sieci, Z<sub>s</sub> - zmierzona impedancja.

Miernik automatycznie rozpoznaje pomiar przy napięciu międzyfazowym i uwzględnia to w obliczeniach.

W przypadku, gdy napięcie mierzonej sieci jest poza zakresem tolerancji miernik nie będzie w stanie określić właściwego napięcia nominalnego do obliczenia prądu zwarciego. W takim przypadku zamiast wartości prądu zwarciego wyświetlone zostaną poziome kreski. Na Rys.13 przedstawiono zakresy napięć, dla których liczony jest prąd zwarcioowy.



**Rys.13** Zależności między napięciem sieci a możliwością wyliczenia prądu zwarciego

W dalszej części instrukcji określenie „pomiar impedancji” będzie oznaczało wykonanie pomiaru i wyświetlenie wyniku w postaci prądu lub impedancji.

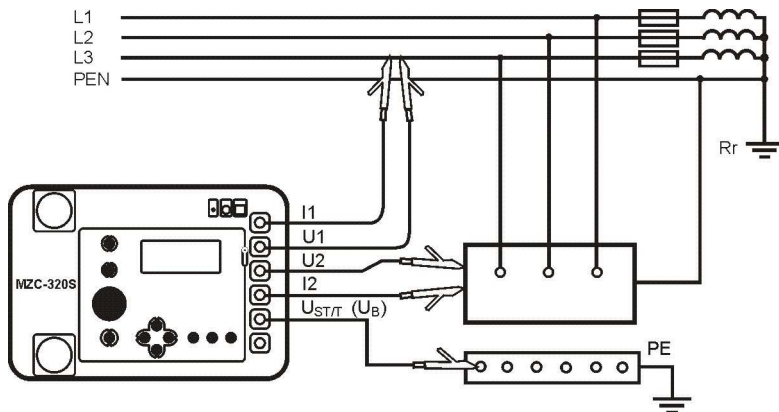
#### 4.4.5 Pomiar napięcia dotykowego $U_{ST}$ i dotykowego rażeniowego $U_T$

**Uwaga:**

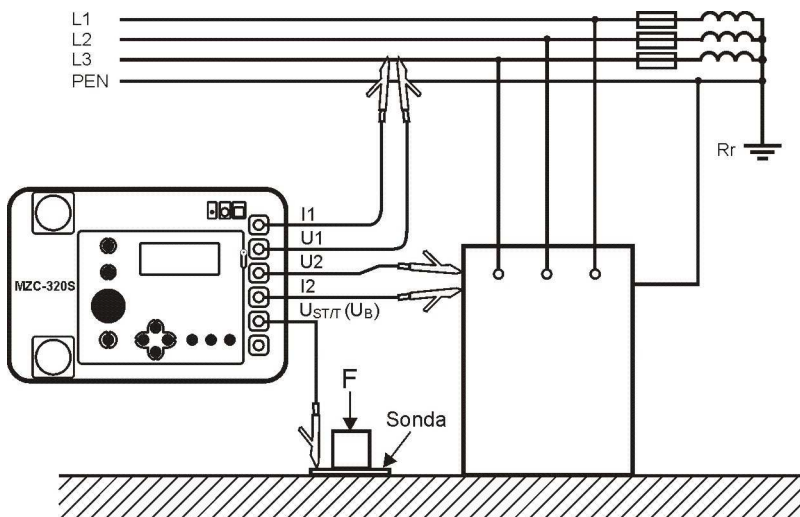
**Napięcie dotykowe rażeniowe  $U_T$  mierzone przez miernik dotyczy napięcia nominalnego sieci, przy którym pomiar był dokonany. Dla innych napięć nominalnych należy dokonać przeliczenia wyświetlonego wyniku.**

Aby zmierzyć napięcie dotykowe  $U_{ST}$  lub dotykowe rażeniowe  $U_T$  należy:

- wcisnąć przycisk **MENU**,
- wybrać **Ustawienia pomiaru pętli**,
- w pozycji **Pomiar (4p)** wybrać  $U_{ST}$  lub  $U_T$  i zapamiętać wybór (patrz punkt 3.6),
- podłączyć przewody pomiarowe według Rys.14 lub Rys.15.



Rys.14 Pomiar napięcia dotykowego  $U_{ST}$



Rys.15 Pomiar napięcia dotykowego rażeniowego  $U_T$

**Uwaga:**

Jeżeli nie mierzymy napięcia dotykowego należy w MENU w pozycji „Pomiar (4p)” wybrać i zapamiętać opcję „-”. W przeciwnym wypadku wyświetlane wartości nie będą prawidłowe, ponieważ w niepodłączonym gnieździe  $U_{ST/T}$  ( $U_B$ ) mogą indukować się napięcia zakłócające.

Wartość napięcia dotykowego  $U_{ST}$  (lub napięcia dotykowego rażeniowego  $U_T$ ), będąca wartością odniesioną do spodziewanego prądu zwarciovego wyliczonego wg wzoru przedstawionego w punkcie 4.4.4, jest wyświetlana w miejsce częstotliwości w kolumnie wyników uzupełniających (Rys.5).

Pomiar napięcia dotykowego rażeniowego  $U_T$  następuje po założeniu w mierniku dodatkowego rezystora o wartości 1 k $\Omega$  między zaciski  $U_2$  i  $U_{ST/T}$  ( $U_B$ ). Rezystor odzwierciedla rezystancję człowieka

ka, a zacisk  $U_{STT}$  ( $U_B$ ) łączy się z elektrodą (sondą) symulującą stopy człowieka, umieszczoną na podłożu (Rys.15), której wykonanie oraz obciążenie opisują odpowiednie normy.

#### 4.4.6 Wybór długości przewodów pomiarowych (dla pomiarów metodą dwubiegową)

Przed rozpoczęciem pomiaru należy wybrać odpowiednią długość przewodów (taką, jak długość przewodów używanych do pomiarów).

##### UWAGA!

**Używanie firmowych przewodów i wybranie właściwej długości gwarantuje zachowanie deklarowanej dokładności pomiarów.**

##### Uwaga:

**Zakłada się, że tylko jeden z przewodów pomiarowych ma długość, którą wybiera się w mierniku, a drugi jest zawsze taki sam i ma 1,2 m.**

**Niespełnienie tego warunku powoduje dodatkowe błędy pomiaru (wartość rezystancji przewodów pomiarowych jest automatycznie uwzględniana przez miernik).**

Aby wybrać długość przewodów należy:

- wcisnąć przycisk **MENU**,
- wybrać **Ustawienia pomiaru pętli**,
- w pozycji **Przewód 2p [m]** wybrać i zapamiętać odpowiednią wartość (patrz punkt 3.6).

#### 4.4.7 Wyświetlanie wyników pomiarów

Jeżeli wybrano wyświetlanie wszystkich wyników pomiaru jako wynik główny wyświetlana jest impedancja pętli zwarcia  $Z_S$  lub prąd zwarcia  $I_K$ . Z prawej strony ekranu wyświetlane są składowe wyniki pomiaru:

- prąd zwarcia  $I_K$  lub impedancja pętli zwarcia  $Z_S$ ,
- rezystancja  $R$ ,
- reaktancja  $X_L$ ,

oraz:

- napięcie sieciowe w chwili pomiaru ( $U_{LN}$ ,  $U_{LL}$  lub  $U_{..}$ ),
- częstotliwość sieci w chwili pomiaru lub napięcie dotykowe (razeniowe).

Przykładowy wygląd ekranu po wykonaniu pomiaru parametrów pętli zwarcia metodą czterobiegową przedstawia Rys.16.

"Z" PĘTLI 4P		[ ]	
<b>174.8mΩ</b>		$I_K = 1316A$	
		$R = 170.9mΩ$	
$U_{LN} = 226V$		$X_L = 36.71mΩ$	
		$U_{LN} = 227V$	
$f = 50.0Hz$		$f = 50.1Hz$	

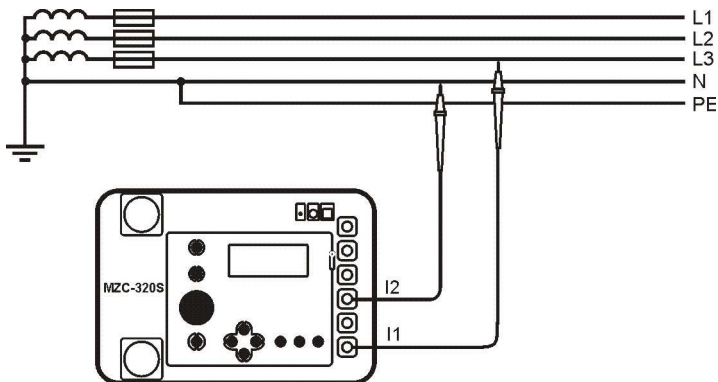
Rys.16 Wynik pomiaru pętli zwarcia

Jeżeli wybrano wyświetlanie tylko wyniku głównego wygląd ekranu po pomiarze jest taki jak na Rys.4.

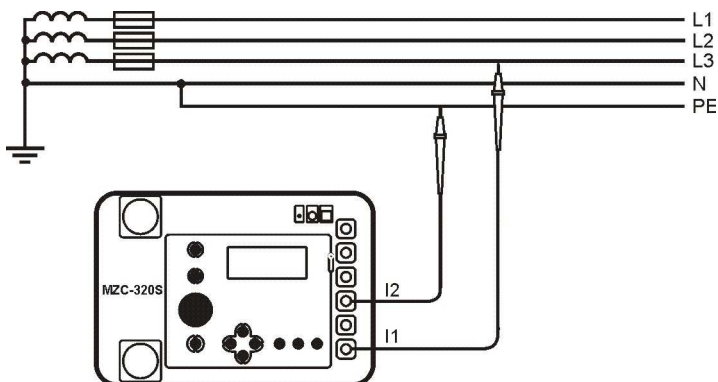
#### 4.4.8 Pomiar parametrów pętli zwarcia metodą dwubiegową

Jest to pomiar prądem o wartości do 30 A (MZC-320S) lub do 40 A (MZC-330S). Aby dokonać pomiaru należy:

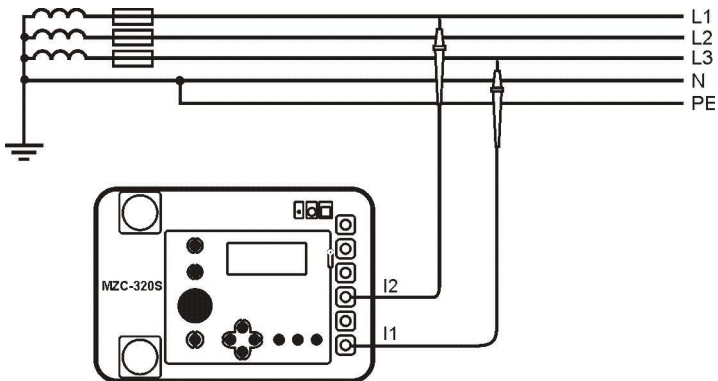
- przewody pomiarowe podłączyć do gniazd: I<sub>1</sub> (2p) i I<sub>2</sub> (Rys.17-20),
- obrotowy przełącznik funkcji ustawić w położeniu 2p,
- wcisnąć przycisk **START**.



Rys.17 Pomiar impedancji w obwodzie roboczym (L-N) metodą dwubiegową

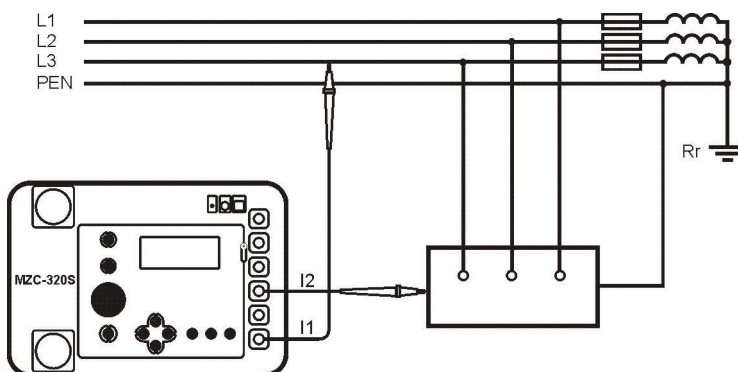


Rys.18 Pomiar impedancji w obwodzie ochronnym (L-PE) metodą dwubiegową

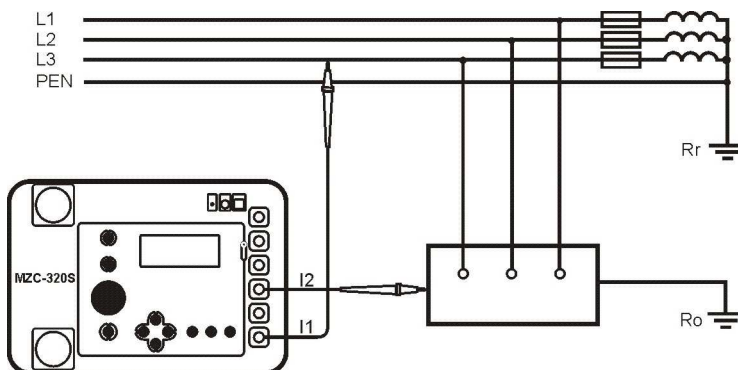


**Rys.19 Pomiar impedancji w obwodzie roboczym (L-L) metodą dwubiegunową**

a)



b)



**Rys.20 Sprawdzenie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej obudowy urządzenia metodą dwubiegunową w przypadku: a) sieci TN b) sieci TT**



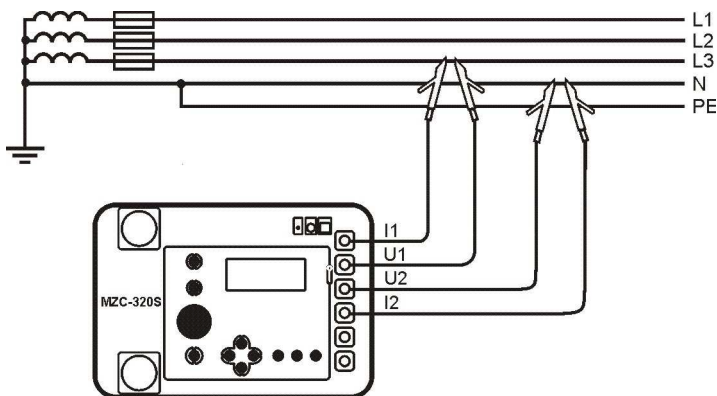
#### 4.4.9 Pomiar parametrów pętli zwarcia metodą czterobiegunową

##### OSTRZEŻENIE:

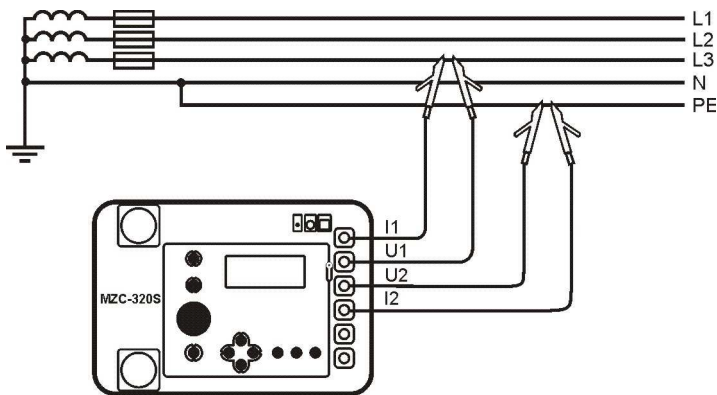
Podczas pomiarów należy zachować ostrożność ze względu na możliwość wydmuchu gorącego powietrza przez kratkę wentylatora.

Jest to pomiar prądem o wartości do 300 A (rezystor zwarcia 1,5  $\Omega$ , zakres pomiarowy 2  $\Omega$ ). Dedykowany jest on dla instalacji o bardzo małych wartościach impedancji pętli zwarcia. Aby dokonać pomiaru należy:

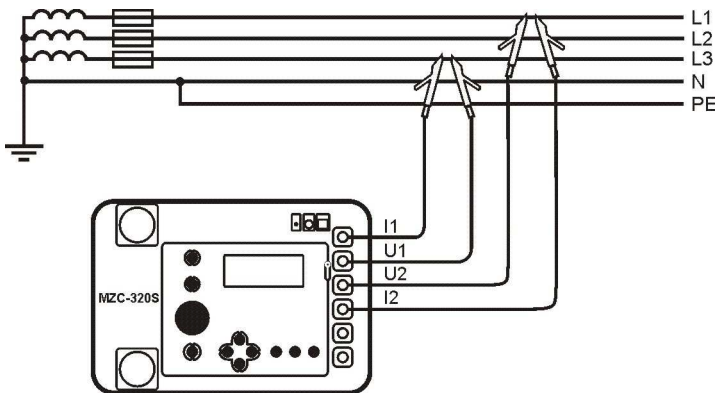
- przewody pomiarowe podłączyć w następujący sposób (Rys.21-24):
  - prądowe do gniazd: **I<sub>1</sub>** (**4p**) i **I<sub>2</sub>**,
  - napięciowe do gniazd: **U<sub>1</sub>** i **U<sub>2</sub>**,
- obrotowy przełącznik funkcji ustawić w położeniu **4p** (**I<sub>max</sub> = 300A**),
- wcisnąć przycisk **START**.



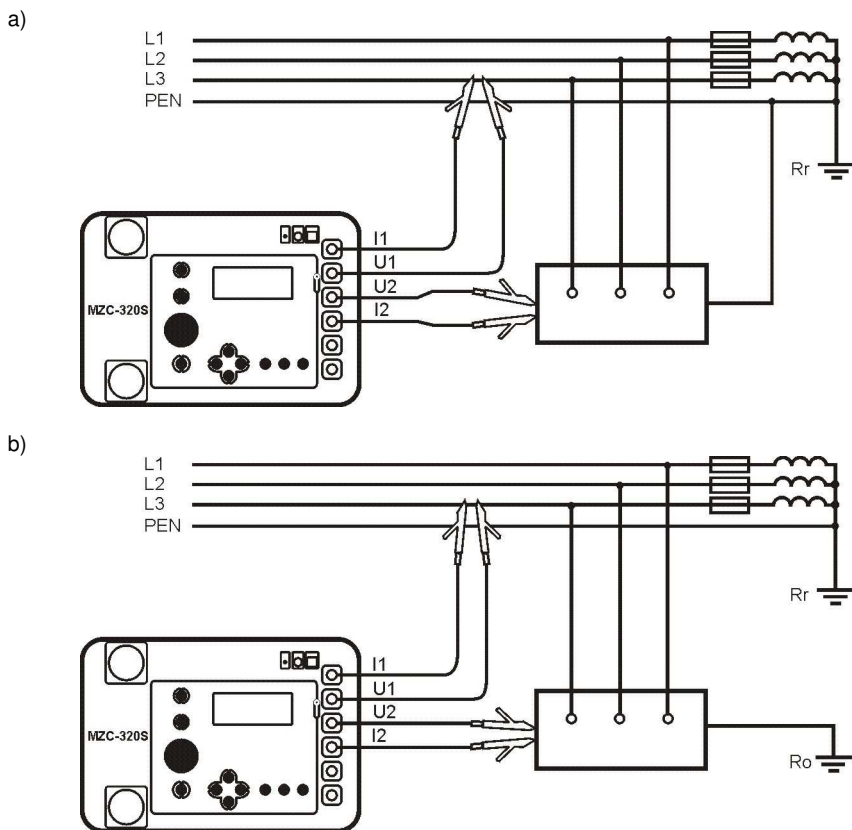
Rys.21 Pomiar impedancji w obwodzie roboczym (L-N) metodą czterobiegunową



Rys.22 Pomiar impedancji w obwodzie ochronnym (L-PE) metodą czterobiegunową



Rys.23 Pomiar impedancji w obwodzie roboczym (L-L) metodą czterobiegunową

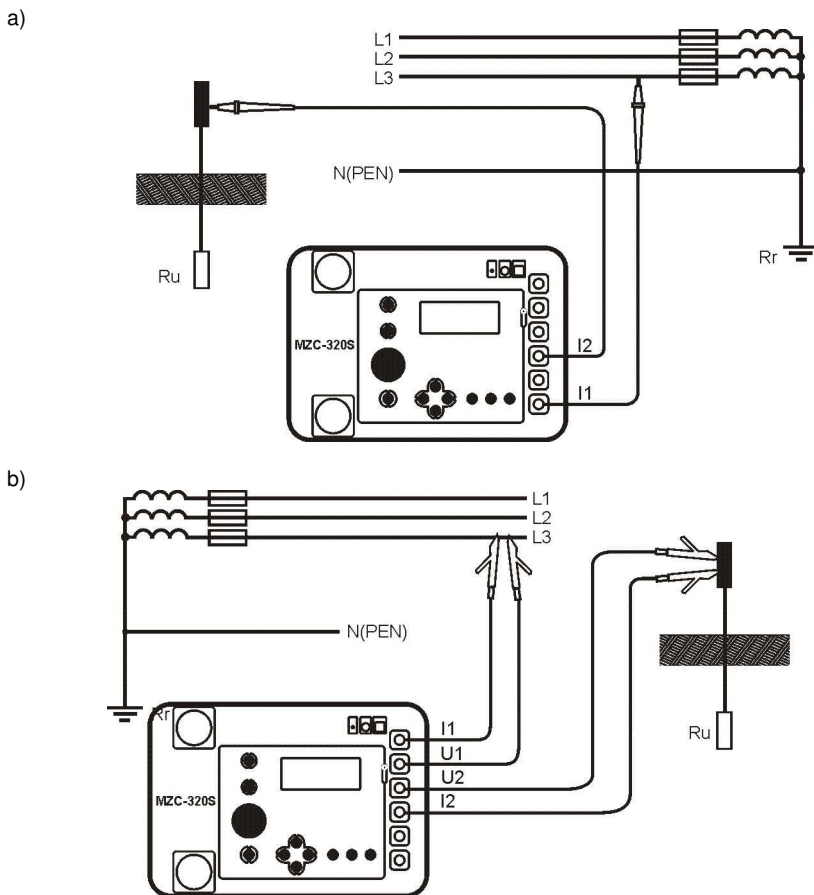


Rys.24 Sprawdzanie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej obudowy urządzenia metodą czterobiegunową w przypadku: a) sieci TN b) sieci TT

#### 4.4.10 Pomiar rezystancji uziemień

Przyrządy MZC-320S i MZC-330S można stosować do przybliżonych pomiarów impedancji i rezystancji uziemień. W tym celu, jako pomocnicze źródło napięcia umożliwiające wytworzenie prądu pomiarowego wykorzystuje się przewód fazowy sieci – patrz Rys.25.

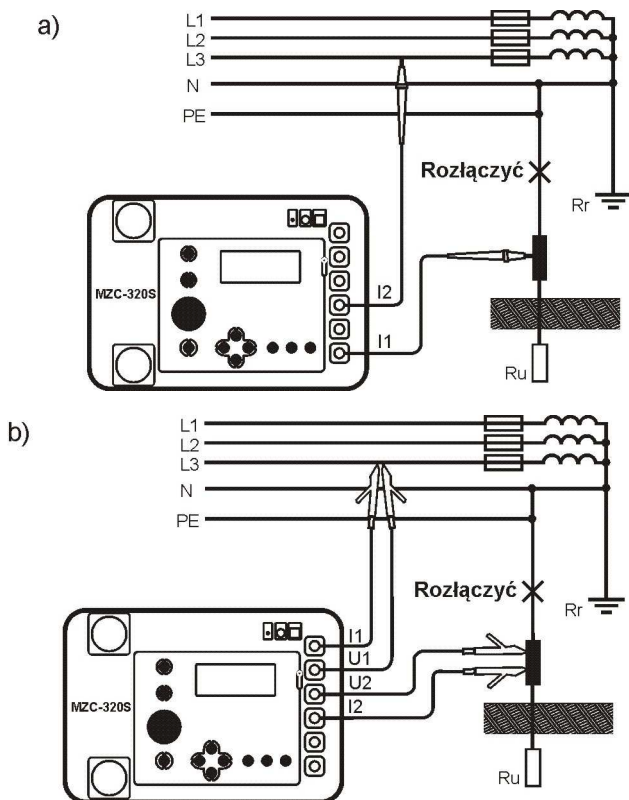
Wynik pomiaru jest sumą rezystancji mierzonego uziomu, uziemienia roboczego, źródła i przewodu fazowego, jest więc obarczony błędem dodatnim. Jeżeli jednak nie przekracza on wartości dopuszczalnej dla badanego uziemienia, to można uznać, że uziemienie wykonane jest prawidłowo i nie ma potrzeby stosowania dokładniejszych metod pomiarowych.



**Rys.25 Sposób podłączenia miernika MZC-320S (MZC-330S) przy pomiarach rezystancji uziemień dla sieci TN-C, TN-S i TT: a) metodą dwubiegunową b) metodą czterobiegunową**

Podczas pomiarów uziemień należy zapoznać się z układem połączeń mierzonego uziomu z instalacją. Dla poprawności pomiarów badane uziemienie powinno być odłączone od instalacji (przewodów N i PE). Chcąc mierzyć uziom np. w sieci TN-C-S i jednocześnie wykorzystać fazę tej samej sieci jako pomocnicze źródło prądu, należy odłączyć przewód PE i N od mierzonego uziomu (Rys.26), w

przeciwnym wypadku miernik zmierzy niepoprawną wartość (prąd pomiarowy będzie płynął nie tylko przez mierzone uziemienie).



Rys.26 Sposób podłączania mierników MZC-320S i MZC-330S przy pomiarach rezystancji uziemień dla sieci TN-C-S: a) metodą dwubiegunową b) metodą czterobiegunową

#### OSTRZEŻENIE

Odłączenie przewodów ochronnych wiąże się z poważnym zagrożeniem życia dla osób wykonujących pomiary i osób postronnych. Po zakończeniu pomiarów należy bezwzględnie przywrócić połączenie przewodu ochronnego i neutralnego.

Jeśli odłączenie przewodów nie jest możliwe należy zastosować miernik rezystancji uziemień z rodziny MRU.

## 5 Pamięć wyników pomiarów

Mierniki MZC-320S i MZC-330S są wyposażone w pamięć 990 wyników pomiarów parametrów pętli zwarcia. Miejsce w pamięci, w którym jest zapisywany pojedynczy wynik nazywa się komórką pamięci. Cała pamięć podzielona jest na 10 banków po 99 komórek. Każdy wynik można zapisywać w komórce o wybranym numerze i w wybranym banku, dzięki czemu użytkownik miernika może według własnego uznania przyporządkowywać numery komórek do poszczególnych punktów pomiarowych a numery banków do poszczególnych obiektów, wykonywać pomiary w dowolnej kolejności i powtarzać je bez utraty pozostałych danych.

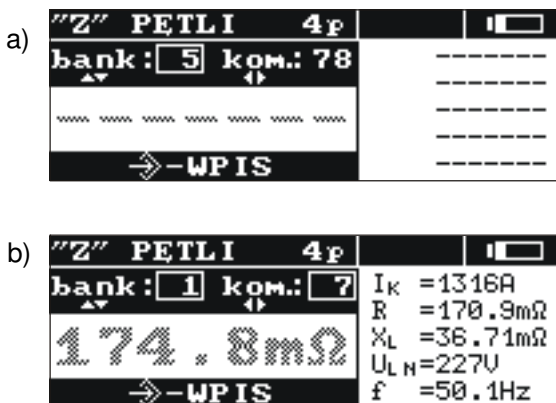
Pamięć wyników pomiarów nie ulega skasowaniu po wyłączeniu miernika, dzięki czemu mogą one zostać później odczytane bądź przesłane do komputera. Nie ulega też zmianie numer bieżącej komórki i banku.

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

### 5.1 Wpisywanie wyników pomiarów do pamięci

Do pamięci wpisywać można jedynie wyniki pomiarów dokonanych przy przełączniku obrotowym ustawionym w pozycji **2p** lub **4p**. Aby tego dokonać, należy (po wykonaniu pomiaru):

- wcisnąć przycisk **ENTER**. Na ekranie zostanie wyświetlony nr aktualnie używanego banku i nr bieżącej komórki (Rys.27). Obwódka wokół numeru banku oznacza, że co najmniej jedna komórka w nim jest zajęta. Obwódka wokół numeru komórki oznacza, że komórka jest zajęta.



**Rys.27 Wygląd ekranu w trybie wpisywania do pamięci: a) komórka pusta b) komórka z zapisanym wynikiem (wynik główny wyświetlony w szarym kolorze)**

- przyciskami ▲ i ▼ wybrać nr banku a przyciskami ◀ i ▶ nr komórki lub pozostawić numery bieżące (zalecane, o ile przed pomiarami bank został skasowany),
- ponownie wcisnąć przycisk **ENTER**.

Do pamięci zapisany zostaje wynik główny i jego składowe oraz wartości napięcia i częstotliwości sieci w chwili pomiaru, a także napięcie nominalne sieci.

Próba dokonania wpisu do zajętej komórki powoduje ukazanie się na ekranie, w miejsce wyniku głównego, komunikatu ostrzegawczego: **Komórka zajęta! Nadpisać?** Wciśnięcie przycisku **ENTER** spowoduje wpisanie nowego wyniku pomiaru i utratę poprzedniego. Aby zrezygnować z wpisu i wybrać inną, wolną komórkę należy wcisnąć przycisk **ESC**.

Wpis do pamięci sygnalizowany jest ukazaniem się na ekranie symbolu  $\rightarrow$  oraz trzema krótkimi sygnałami dźwiękowymi.

Podczas dokonywania wpisu do ostatniej komórki w danym banku na ekranie zamiast symbolu  $\rightarrow$  pojawia się napis: **Ostatnia komórka w banku!**

## 5.2 Przeglądanie pamięci

Aby odczytać zapisane w pamięci wyniki pomiarów należy przełącznik obrotowy ustawić w pozycji **MEM**. Z menu wybrać **Przeglądanie**. Na ekranie ukaże się zawartość ostatnio zapisanej komórki.



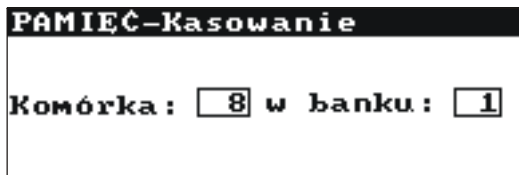
Rys.28 Przeglądanie pamięci

Przyciskami  $\blacktriangle$  i  $\blacktriangledown$  można wybrać nr banku, który chcemy przeglądać a przyciskami  $\blacktriangleleft$  i  $\blacktriangleright$  nr komórki. Jeżeli komórka nie jest zapisana, zamiast wyników pomiaru wyświetlone będą poziome kreski.

## 5.3 Kasowanie pamięci

Skasować można całą pamięć, poszczególne banki lub pojedyncze komórki. Aby skasować komórkę należy:

- przełącznik obrotowy ustawić w pozycji **MEM**,
- wybrać **Kasowanie komórki**,
- przyciskami  $\blacktriangle$  i  $\blacktriangledown$  wybrać nr banku a przyciskami  $\blacktriangleleft$  i  $\blacktriangleright$  nr komórki, którą chcemy skasować,



Rys.29 Kasowanie komórki pamięci: 1 – nr banku, 8 – nr komórki, [1] – bank z co najmniej jedną zajętą komórką, [8] – komórka zajęta

- wcisnąć przycisk **ENTER**; na ekranie pojawi się zapytanie czy rzeczywiście skasować komórkę,
- po wybraniu opcji **TAK** wcisnąć przycisk **ENTER**; na ekranie pojawi się napis: **Kasowanie wybranej komórki** oraz linijka informująca o postępie kasowania. Po zakończeniu kasowania ukaże się napis: **Komórka skasowana!** a miernik wygeneruje trzy krótkie sygnały dźwiękowe.

Aby skasować bank należy:

- przełącznik obrotowy ustawić w pozycji **MEM**,
- wybrać **Kasowanie banku**,
- przyciskami  $\blacktriangle$  i  $\blacktriangledown$  wybrać nr banku,
- wcisnąć przycisk **ENTER**; na ekranie pojawi się zapytanie czy rzeczywiście skasować bank,

- po wybraniu opcji **TAK** wcisnąć przycisk **ENTER**; na ekranie pojawi się napis: **Kasowanie całego banku** oraz linijka informująca o postępie kasowania. Po zakończeniu kasowania ukaze się napis: **Bank skasowany!** a miernik wygeneruje trzy krótkie sygnały dźwiękowe.

#### **Aby skasować całą pamięć należy:**

- przełącznik obrotowy ustawić w pozycji **MEM**,
- z menu wybrać **Kasowanie pamięci**,
- wcisnąć przycisk **ENTER**; na ekranie pojawi się zapytanie czy rzeczywiście skasować całą pamięć,
- po wybraniu opcji **TAK** wcisnąć przycisk **ENTER**; na ekranie pojawi się napis: **Kasowanie całej pamięci** oraz linijka informująca o postępie kasowania. Po zakończeniu kasowania ukaze się napis: **Cała pamięć skasowana!** a miernik wygeneruje trzy krótkie sygnały dźwiękowe.

Aby zrezygnować z kasowania należy wcisnąć przycisk **ESC**.

## **5.4 Komunikacja z komputerem**

### **5.4.1 Pakiet wyposażenia do współpracy z komputerem**

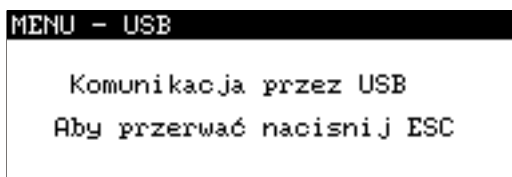
Do współpracy miernika z komputerem niezbędny jest przewód do transmisji szeregowej lub moduł Bluetooth i odpowiednie oprogramowanie. Jeżeli pakiet ten nie został zakupiony wraz z miernikiem, to można go nabyć u producenta lub autoryzowanego dystrybutora, gdzie dostępne są też szczegółowe informacje o oprogramowaniu.

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

Szczegółowe informacje o oprogramowaniu dostępne są u producenta i dystrybutorów.

### **5.4.2 Transmisja danych łączem szeregowym USB**

- Podłączyć przewód do portu szeregowego (USB) komputera i do gniazda USB miernika.
- W **MENU** uruchomić tryb transmisji danych (patrz punkt 3.2).
- Uruchomić program.
- Wykonywać polecenia programu.



**Rys.30 Ekran komunikacji przez USB**

### **5.4.3 Transmisja danych łączem radiowym Bluetooth**

- Uaktywnić moduł Bluetooth w komputerze PC (jeżeli jest to moduł zewnętrzny, to należy go wcześniej podłączyć do komputera). Postępować zgodnie z instrukcją zastosowanego modułu.
- Włączyć miernik i w **MENU** wybrać pozycję: **Transmisja Bluetooth**.
- Na komputerze PC wejść w tryb połączeń Bluetooth, wybrać urządzenie MZC-320S lub MZC-330S i nawiązać połączenie.

```
MENU - Bluetooth
Komunikacja przez Bluetooth
Trwa uruchamianie...
```

```
MENU - Bluetooth
Komunikacja przez Bluetooth
Aby przerwać naciśnij ESC
```

Rys.31 Ekran komunikacji przez Bluetooth

- Uruchomić program do odczytu/archiwizacji danych (np. Sonel Reader, Sonel PE) i dalej postępować zgodnie z jego instrukcją obsługi.

#### 5.4.4 Odczyt i zmiana kodu PIN dla połączeń po Bluetooth

- W MENU wybrać pozycję: **Bluetooth – ustaw PIN**,
- przyciskami ◀ i ▶ przechodzi się do kolejnej cyfry, przyciskami ▲ i ▼ zmienia się jej wartość.

```
Bluetooth - ustaw PIN
Wprowadź kod PIN:
◀ 1 2 3 4 ▶
```

Rys.32 Zmiana kodu PIN

#### Uwagi:



Standardowy PIN dla transmisji Bluetooth to „0000”.



## 6 Rozwiązywanie problemów

### 6.1 Ostrzeżenia i informacje wyświetlane przez miernik

Mierniki MZC-320S i MZC-330S sygnalizują na wyświetlaczu stany ostrzegawcze związane z działaniem miernika, bądź też z warunkami zewnętrznymi powiązanych z procesem pomiarowym.

#### 6.1.1 Przekroczenie zakresu pomiarowego

Wyświetlany napis	Sygnal dźwiękowy	Przyczyna	Postępowanie
<b>U &gt; 550V!</b> lub <b>U &gt; 750V!</b> (MZC-330S)	Ciągły	Mierzone napięcie większe niż 550 V (750 V dla MZC-330S)	<b>Natychmiast odłączyć miernik od sieci!</b>
<b>OFL</b>	Dwa długie	Wartość rezystancji pętli zwarcia większa niż 2 Ω (4p)	
<b>OFL</b>	Dwa długie	Wartość rezystancji pętli zwarcia większa niż 200 Ω (2p)	

#### 6.1.2 Informacje o stanie akumulatora

Wyświetlany napis	Przyczyna	Postępowanie
<b>Bat !</b>	Akumulator jest rozładowany.	Naładować akumulator.

### 6.2 Komunikaty o błędach wykrytych w wyniku samokontroli

Jeżeli w wyniku samokontroli przyrząd stwierdzi wystąpienie nieprawidłowości przerywa normalną pracę i wyświetla komunikat o błędzie. Mogą pojawić się następujące komunikaty:

- **Błąd wewnętrzny**
- **Uszkodzony nadzorca FLASH!**
- **Uszkodzone dane kalibracyjne**

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.

### 6.3 Zanim oddasz miernik do serwisu

Przed odesłaniem przyrządu do naprawy należy zadzwonić do serwisu, być może okaże się, że miernik nie jest uszkodzony, a problem wystąpił z innego powodu.

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

W poniższej tabeli opisano zalecane postępowanie w niektórych sytuacjach występujących podczas użytkowania miernika.

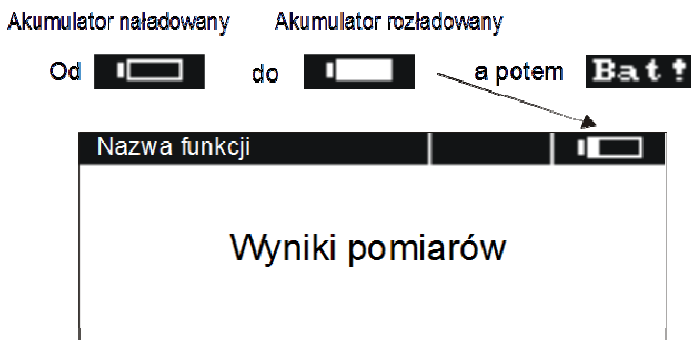
Objaw	Przyczyna	Postępowanie
Miernik nie załącza się przyciskiem <b>ON/OFF</b> . Podczas pomiaru napięcia wyświetla się symbol <b>Bat !</b> .	Akumulator jest rozładowany.	Naładować akumulator. Jeżeli po próbie naładowania akumulatora sytuacja nie ulega zmianie, oddać miernik do serwisu.

Kolejne wyniki uzyskiwane w tym samym punkcie pomiarowym istotnie się od siebie różnią.	Wadliwe połączenia w badanej instalacji.	Sprawdzić i usunąć wady połączeń.
	Sieć o dużej zawartości zakłóceń lub niestabilnym napięciu.	Wykonać większą liczbę pomiarów, uśrednić wynik. Skorzystać z opcji MENU: „Spodziewane rozrzuty” (opis w punkcie 3.6.1).
Błędy pomiaru po przeniesieniu miernika z otoczenia zimnego do ciepłego o dużej wilgotności.	Brak aklimatyzacji.	Nie wykonywać pomiarów do czasu osiągnięcia przez miernik temperatury otoczenia (ok. 30 minut) i wysuszenia.
Miernik wskazuje wartości bliskie zeru lub zero niezależnie od miejsca pomiaru i są to wartości znacznie różniące się od spodziewanych.	Uszkodzenie obwodu zwarciowego.	Oddać miernik do serwisu.

## 7 Zasilanie miernika

### 7.1 Monitorowanie napięcia zasilającego

Stopień naładowania akumulatora jest na bieżąco wskazywany przez symbol umieszczony w prawym górnym rogu ekranu jak to pokazano na rysunku poniżej:



Rys.33 Monitorowanie stanu naładowania akumulatora

### 7.2 Ładowanie akumulatora

Ładowanie rozpoczyna się po dołączeniu zasilacza do miernika, niezależnie od tego, czy miernik jest wyłączony czy nie. Pełne naładowanie całkowicie rozładowanego akumulatora trwa ok. dziewięć godzin.

Proces ładowania sygnalizowany jest za pomocą dwukolorowej diody typu LED:

- kolor czerwony - świecenie ciągłe: ładowanie
- kolor zielony - świecenie ciągłe: koniec ładowania
- miganie - czerwona/zielona: stan awaryjny,

## 7.3 Ogólne zasady użytkowania akumulatorów litowo-jonowych (Li-Ion)

- Przechowuj miernik z wbudowanym akumulatorem w dłuższym okresie czasu z akumulatorem naładowanymi do 50%, w suchym, chłodnym i dobrze wentylowanym miejscu oraz chroń przed bezpośrednim nasłonecznieniem. Akumulator przechowywany w stanie całkowitego rozładowania, może ulec uszkodzeniu. Temperatura otoczenia dla długiego przechowywania powinna być utrzymywana w granicach 5°C...25°C.

- 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 powinna uniemożliwić rozpoczęcie procesu ładowania, który mógłby nieodwracalnie uszkodzić akumulator. Wzrost temperatury akumulatora może spowodować wyciek elektrolitu a nawet zapalenie się lub wybuch akumulatora.

- Nie przekraczaj prądu ładowania, bo może dojść do zapłonu lub „spuchnięcia” akumulatora. „Spuchniętych” akumulatorów nie wolno używać.

- Nie ładuj ani nie używaj akumulatorów w temperaturach ekstremalnych. Skrajne temperatury redukują 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 użytkowania 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.

## 8 Czyszczenie i konserwacja

### UWAGA!

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

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

## 9 Magazynowanie

Przy przechowywaniu przyrządu należy przestrzegać poniższych zaleceń:

- odłączyć od miernika wszystkie przewody,
- dokładnie wyczyścić miernik i wszystkie akcesoria,
- długie przewody pomiarowe nawinąć na szpulki,

- aby uniknąć całkowitego rozładowania akumulatorów przy długim przechowywaniu należy je co jakiś czas doładowywać.

## 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 i zużytych akumulatorów.

## 11 Dane techniczne

### 11.1 Dane podstawowe

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

#### Pomiar napięć (True RMS)

	Zakres	Rozdzielczość	Niepewność podstawowa
MZC-320S	0 V...550 V	1 V	±(2% w.m. + 2 cyfry)
MZC-330S	0 V...750 V	1 V	±(2% w.m. + 2 cyfry)

- zakres częstotliwości: DC, 45 Hz...65 Hz
- impedancja wejściowa woltomierza:  $\geq 200 \text{ k}\Omega$

#### Pomiar częstotliwości (dla napięć $\geq 50 \text{ V}$ )

Zakres	Rozdzielczość	Niepewność podstawowa
45,0 Hz...65,0 Hz	0,1 Hz	±(0,1% w.m. + 1 cyfra)

#### Pomiar parametrów pętli zwarcia dużym prądem (4p, $I_{\text{max}}=300 \text{ A}$ )

##### Pomiar impedancji pętli zwarcia $Z_S$

Zakres pomiarowy wg IEC 61557.....7,2 m $\Omega$ ...1999 m $\Omega$

Zakresy wyświetlania  $Z_S$

Zakres	Rozdzielczość	Niepewność podstawowa
0,0 m $\Omega$ ...199,9 m $\Omega$	0,1 m $\Omega$	±(2% w.m. + 2 m $\Omega$ )
200 m $\Omega$ ...1999 m $\Omega$	1 m $\Omega$	

Zakresy wyświetlania rezystancji  $R_S$  i reaktancji  $X_S$  pętli zwarcia

Zakres	Rozdzielczość	Niepewność podstawowa
0,0 m $\Omega$ ...199,9 m $\Omega$	0,1 m $\Omega$	±(2% + 2 m $\Omega$ ) wskazania impedancji dla danego pomiaru
200 m $\Omega$ ...1999 m $\Omega$	1 m $\Omega$	

## Wskazania prądu zwarcowego I<sub>K</sub>

Zakres pomiarowy wg IEC 61557:

dla U<sub>n</sub> = 115 V..... 57,5 A ÷ 15,9 kA

dla U<sub>n</sub> = 230 V.....115,0 A ÷ 32,9 kA

dla U<sub>n</sub> = 400 V.....200 A ÷ 55,5 kA

dla U<sub>n</sub> = 500 V.....250 A ÷ 69,4 kA

dla U<sub>n</sub> = 690 V.....345 A ÷ 95,8 kA (tylko MZC-330S)

Zakresy wyświetlania I<sub>K</sub>

Zakres	Rozdzielczość	Niepewność podstawowa
115,0 A... 199,9 A	0,1 A	Obliczany na podstawie błędu dla pętli zwarcia
200 A...1999 A	1 A	
2,00 kA...19,99 kA	0,01 kA	
20,0 kA...199,9 kA	0,1 kA	
200 kA...*	1 kA	

\* maksymalnie 500 kA dla MZC-320S lub maksymalnie 690 kA dla MZC-330S

Spodziewany prąd zwarcia obliczany i wyświetlany przez miernik, może nieznacznie różnić się od wartości obliczonej przez użytkownika przy pomocy kalkulatora w oparciu o wyświetloną wartość impedancji, ponieważ miernik wyciąga prąd z niezaokrąglonej do wyświetlania wartości impedancji pętli zwarcia. Za wartość poprawną należy uznać wartości prądu I<sub>K</sub> wyświetloną przez miernik lub firmowe oprogramowanie.

## Pomiar napięcia dotykowego U<sub>ST</sub> (rażeńowego U<sub>T</sub>)

Zakres	Rozdzielczość	Niepewność podstawowa
0 V...100 V	1 V	±(10% w.m. + 2 cyfry)

- dla U<sub>T</sub> rezystor odwzorowujący rezystancję ciała człowieka – 1 kΩ

## Pomiar parametrów pętli zwarcia prądem standardowym (2p)

### Pomiar impedancji pętli zwarcia Z<sub>S</sub>

Zakresy pomiarowe wg IEC 61557

Przewód pomiarowy	Zakres pomiarowy Z <sub>S</sub>
1,2 m	0,13 Ω...199,9 Ω
5 m	0,15 Ω...199,9 Ω
10 m	0,19 Ω...199,9 Ω
20 m	0,25 Ω...199,9 Ω

Zakresy wyświetlania Z<sub>S</sub>

Zakres	Rozdzielczość	Niepewność podstawowa
0,00 Ω... 19,99 Ω	0,01 Ω	±(2% w.m. + 3 cyfry)
20,0 Ω... 199,9 Ω	0,1 Ω	±(3% w.m. + 3 cyfry)

Zakresy wyświetlania rezystancji R<sub>S</sub> i reaktancji X<sub>S</sub> pętli zwarcia

Zakres	Rozdzielczość	Niepewność podstawowa
0,00 Ω... 19,99 Ω	0,01 Ω	±(2% + 3 cyfry) wskazania impedancji dla danego pomiaru
20,0 Ω... 199,9 Ω	0,1 Ω	±(3% + 3 cyfry) wskazania impedancji dla danego pomiaru

## Wskazania prądu zwarciovego I<sub>k</sub>

Zakresy pomiarowe wg IEC 61557

Przewód pomiarowy	Zakres pomiarowy I <sub>k</sub> dla U <sub>n</sub> = 230 V	Zakres pomiarowy I <sub>k</sub> dla U <sub>n</sub> = 400 V
1,2 m	1,150 A...1849 A	2,00 A...3,21 kA
5 m	1,150 A...1539 A	2,00 A ...2,67 kA
10 m	1,150 A...1262 A	2,00 A ...2,19 kA
20 m	1,150 A...924 A	2,00 A ...1607 A

Zakresy wyświetlania

Zakres wyświetlania	Rozdzielczość	Niepewność podstawowa
1,150 A...1,999 A	0,001A	Obliczany na podstawie błędu dla pętli zwarcia
2,00 A...19,99 A	0,01 A	
20,0 A...199,9 A	0,1 A	
200 A...1999 A	1 A	
2,00 kA...19,99 kA	0,01 kA	
20,0 kA...40,0 kA	0,1 kA	

- Spodziewany prąd zwarcia obliczany i wyświetlany przez miernik, może nieznacznie różnić się od wartości obliczonej przez użytkownika przy pomocy kalkulatora w oparciu o wyświetloną wartość impedancji, ponieważ miernik wylicza prąd z niezaokrąglonej do wyświetlania wartości impedancji pętli zwarcia. Za wartość poprawną należy uznać wartości prądu I<sub>k</sub> wyświetlone przez miernik lub firmowe oprogramowanie.

## Warunki użytkowania

- napięcie nominalne badanych obwodów U<sub>n</sub>:  
napięcie fazowe .... 110 V, 115 V, 127 V, 220 V, 230 V, 240 V, 290 V lub 400 V (tylko MZC-330S)  
napięcie międzyfazowe ... 190 V, 200 V, 220 V, 380 V, 400 V, 415 V, 500 V lub 690 V (tylko MZC-330S)
- zakres napięć, przy których wykonywany jest pomiar pętli ..... 95 V...550 V (95 V...750 V dla MZC-330S)
- częstotliwości nominalne badanych obwodów ..... 50 Hz i 60 Hz (45 Hz...65 Hz)

## Maksymalny prąd pomiarowy (2p)

- dla 230 V ..... 24 A (10 ms)
- dla 400 V ..... 21 A (10 ms)
- dla 500 V ..... 27 A (10 ms)
- dla 690 V ..... 37 A (10 ms)

## Maksymalny prąd pomiarowy (4p)

- dla 230 V ..... 130 A (20 ms)
- dla 400 V ..... 220 A (20 ms)
- dla 500 V ..... 280 A (20 ms)
- dla 690 V (tylko MZC30S) ..... 280 A (20 ms)

## Pozostałe dane techniczne

- a) rodzaj izolacji ..... podwójna, zgodnie z PN-EN 61010-1 i PN-EN 61557
- b) kategoria pomiarowa ..... IV 600 V wg PN-EN 61010-1
- c) stopień ochrony obudowy wg PN-EN 60529 ... IP67 z zamkniętą pokrywą, IP20 z otwartą pokrywą
- d) zasilanie miernika ..... wbudowany akumulator Li-Ion 7,2 V 8,8 Ah
- e) wymiary ..... 390 mm x 308 mm x 172 mm
- f) masa miernika (bez futerału z akcesoriami) ..... ok. 6,5 kg
- g) temperatura przechowywania ..... -20°C...+60°C
- h) temperatura pracy ..... -10°C...+40°C
- i) wilgotność ..... 20%...90%
- j) temperatura odniesienia ..... +23°C ± 2°C
- k) wilgotność odniesienia ..... 40%...60%
- l) wysokość n.p.m. .... <2000 m
- m) czas do samowylączenia ..... 10 minut
- n) ilość pomiarów pętli zwarcia ..... min. 4000 (2 pomiary/min.)
- o) wyświetlacz ..... graficzny 192x64 punktów
- p) standard jakości ..... opracowanie, projekt i produkcja zgodnie z ISO 9001
- q) przyrząd spełnia wymagania normy PN-EN 61557
- r) przyrząd spełnia wymagania EMC wg norm ..... PN-EN 61326-1:2013 i PN-EN 61326-2-2:2013

### EN 55022 Uwaga:

MZC-320S i MZC-330S są urządzeniami klasy A. W środowisku domowym produkt ten może powodować zakłócenia radiowe, co może wymagać od użytkownika podjęcia odpowiednich środków zaradczych (np. zwiększenia odległości między urządzeniami).

## 11.2 Dane dodatkowe

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

### 11.2.1 Niepewności dodatkowe wg IEC 61557-3 (Z)

Wielkość wpływająca	Oznaczenie	Niepewność dodatkowa
Położenie	E <sub>1</sub>	0%
Napięcie zasilania	E <sub>2</sub>	0% (nie świeci <b>BAT</b> )
Temperatura 0°C...35°C	E <sub>3</sub>	przewód 1,2 m – 0 Ω przewód 5 m – 0,011 Ω przewód 10 m – 0,019 Ω przewód 20 m – 0,035 Ω przewód WS-01, WS-05 – 0,015 Ω
Kąt fazowy 0°..30° na dole zakresu pomiarowego	E <sub>6,2</sub>	0,6%
Częstotliwość 99%..101%	E <sub>7</sub>	0%
Napięcie sieci 85%..110%	E <sub>8</sub>	0%
Harmoniczne	E <sub>9</sub>	0%
Składowa DC	E <sub>10</sub>	0%

## 12 Wyposażenie

### 12.1 Wyposażenie standardowe

W skład standardowego kompletu dostarczanego przez producenta wchodzi:

- miernik MZC-320S – **WMPLMZC320S** lub MZC-330S – **WMPLMZC330S**
- komplet przewodów pomiarowych:
  - przewód 1,2 m czarny 1 kV (wtyki bananowe) – **WAPRZ1X2BLBB**
  - przewód 1,2 m żółty 1 kV (wtyki bananowe) – **WAPRZ1X2YEBB**
  - sonda ostrzowa czarna 1 kV (gniazdo bananowe)– **WASONBLOGB1**
  - sonda ostrzowa żółta 1 kV (gniazdo bananowe)– **WASONYEOGB1**
  - przewód dwużyłowy 3 m (2 szt.) – **WAPRZ003DZBB**
  - krokodyłek czarny 1 kV 32 A (4 szt.) – **WAKROBL30K03**
  - krokodyłek Kelvina 1 kV 25 A(2 szt.) – **WAKROKELK06**
  - sonda silnopiętowa 1 kV (gniazda bananowe) (2 szt.) – **WASONSPGB1**
- zasilacz do ładowania akumulatorów Z19 – **WAZASZ19**
- sakwa L14 na akcesoria – **WAFUTL14**
- przewód USB – **WAPRZUSB**
- instrukcja obsługi
- karta gwarancyjna
- świadectwo wzorcowania – **LSWPLMZC320** lub **LSWPLMZC330**
- program komputerowy Sonel Reader – **WAPROREADER**

#### Uwaga:

Do pomiaru napięcia dotykowego należy użyć przewodu 20 m znajdującego się w wyposażeniu dodatkowym.

### 12.2 Wyposażenie dodatkowe

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

- przewody żółte zakończone wtykami bananowymi do pomiarów impedancji pętli metodą dwubiegunową (2p):
  - dł. 5 m – **WAPRZ005YEBB**
  - dł. 10 m – **WAPRZ010YEBB**
  - dł. 20 m – **WAPRZ020YEBB**
- przewód dwużyłowy 6 m zakończony wtykami bananowymi – **WAPRZ006DZBB1**
- przewód dwużyłowy 6 m zakończony wtykami bananowymi – **WAPRZ006DZBB2**
- futerał L4 na akcesoria – **WAFUTL4**
- program SONEL Pomiar Elektryczne wspomagający wykonanie pełnej dokumentacji z pomiarów – **WAPROSONPE5**

#### Uwaga

Programy obsługiwane są przez systemy Windows XP (Service Pack 2), Windows Vista, Windows 7.



## 13 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](mailto:bok@sonel.pl)  
internet: [www.sonel.pl](http://www.sonel.pl)

**Uwaga:**  
**Do prowadzenia napraw serwisowych upoważniony jest jedynie producent.**

## 14 Usługi laboratoryjne

Zgodnie z normą **PN-EN ISO 10012:2004** „Systemy zarządzania pomiarami - Wymagania dotyczące procesów pomiarowych i wyposażenia pomiarowego”, firma SONEL S.A. zaleca dla produkowanych przez siebie przyrządów, stosowanie okresowej kontroli metrologicznej nie rzadziej, niż co **13 miesięcy**.

Dla wprowadzanych do użytkowania fabrycznie nowych przyrządów posiadających Świadectwo Wzorcowania lub Certyfikat Kalibracji, kolejne wykonanie potwierdzenia metrologicznego (wzorcowanie) zaleca się przeprowadzić w terminie do **13 miesięcy** od daty zakupu, jednak nie później, niż **25 miesięcy** od daty produkcji. **Certyfikat Kalibracji jest dokumentem wystawianym przez producenta dla nowego fabrycznie przyrządu, kolejna kontrola metrologiczna realizowana jest przez Laboratorium Badawczo-Wzorcujące firmy Sonel S.A., a wystawiony dokument nosi nazwę - Świadectwo Wzorcowania.**

### 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.**





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



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

**e-mail: [bok@sonel.pl](mailto:bok@sonel.pl)**  
**[www.sonel.pl](http://www.sonel.pl)**