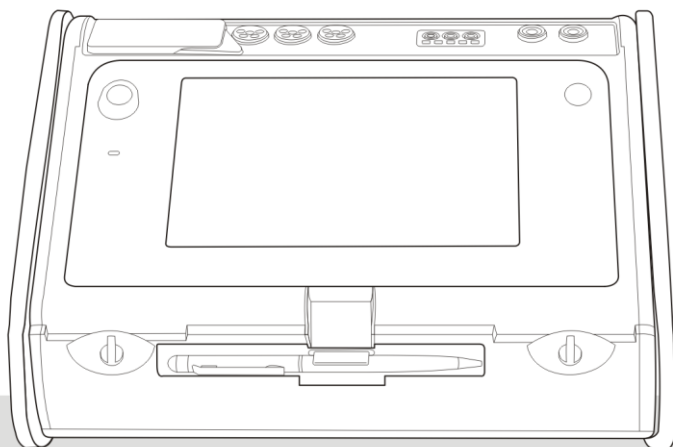
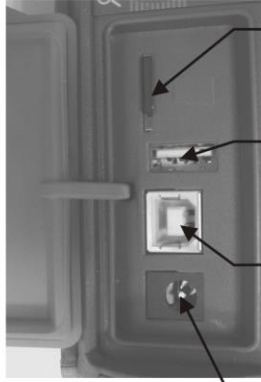
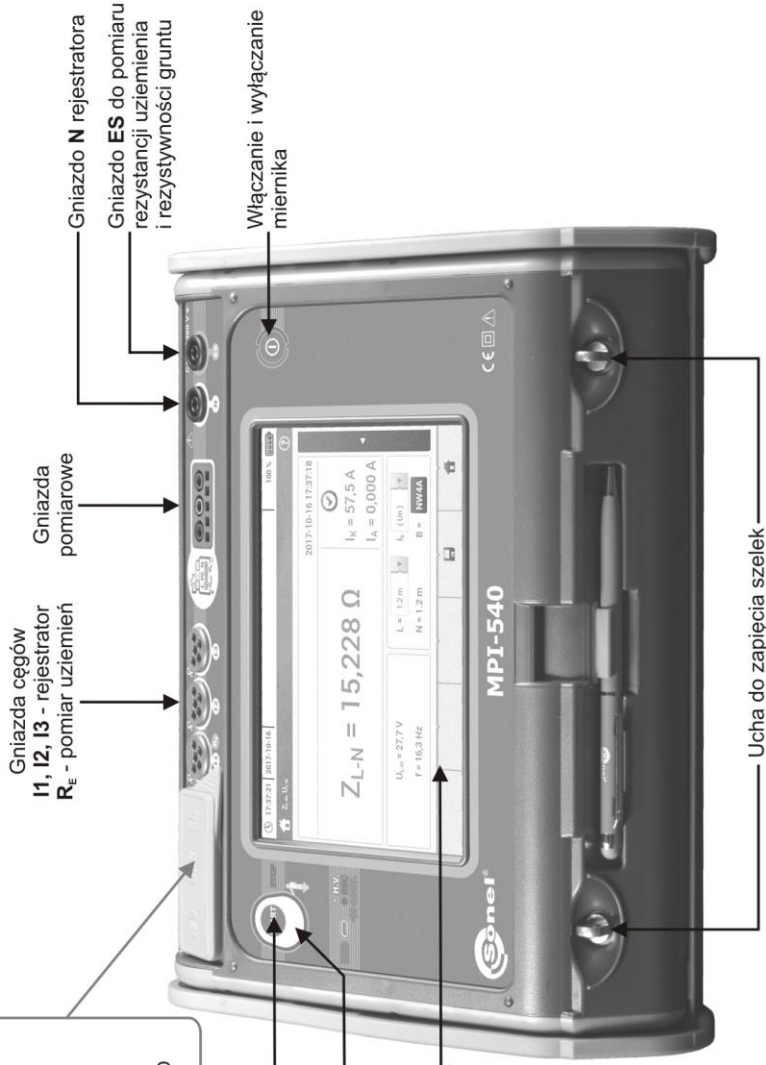




SKRÓCONA
INSTRUKCJA OBSŁUGI
MIERNIK PARAMETRÓW
INSTALACJI
MPI-540

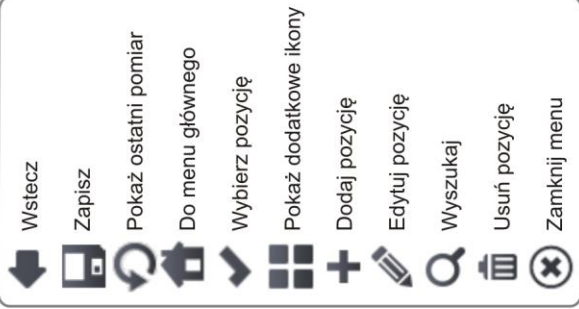
MPI-540



Uruchamianie procedury pomiarowej

Elektroda dotykowa

Ekran dotykowy





SKRÓCONA INSTRUKCJA OBSŁUGI

MIERNIK PARAMETRÓW INSTALACJI MPI-540



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

**Pełna wersja instrukcji znajduje się
na stronie internetowej www.sonel.pl**

Wersja 1.01 26.07.2018

SPIS TREŚCI

1 Bezpieczeństwo	4
2 Menu główne	5
2.1 Ustawienia miernika	6
2.2 Ustawienia pomiarów	6
2.2.1 Podmenu Ustawienia pomiarów	7
2.3 Komunikacja przez USB	7
2.4 Ustawienia regionalne	8
3 Pomiary	8
3.1 Sprawdzenie poprawności wykonania połączeń przewodu ochronnego	9
3.2 Pomiar parametrów pętli zwarcia	10
3.2.1 Pomiar parametrów pętli zwarcia w obwodzie L-N i L-L	10
3.2.2 Pomiar parametrów pętli zwarcia w obwodzie L-PE	11
3.2.3 Pomiar impedancji pętli zwarcia w obwodzie L-PE zabezpieczonym wyłącznikiem RCD	12
3.2.4 Pomiar impedancji pętli zwarcia w sieciach IT	13
3.3 Pomiar rezystancji uziemień	14
3.3.1 Ustawienia pomiarów	14
3.3.2 Pomiar rezystancji uziemień metodą 3P	14
3.3.3 Pomiar rezystancji uziemień metodą 4P	15
3.3.4 Pomiar rezystancji uziemień metodą 3P + cęgi	16
3.3.5 Pomiar rezystancji uziemień metodą dwucęgową	17
3.4 Pomiar rezystywności gruntu	18
3.4.1 Ustawienia pomiarów	18
3.4.2 Pomiary rezystywności gruntu	19
3.5 Pomiar parametrów wyłączników różnicowoprądowych RCD	20
3.5.1 Ustawienia pomiarów	20
3.5.2 Pomiary w sieciach IT	21
3.6 Pomiar rezystancji izolacji	22
3.6.1 Ustawienia pomiarów	22
3.7 Niskonapięciowy pomiar rezystancji	24
3.7.1 Pomiar rezystancji	24
3.7.2 Pomiar rezystancji przewodów ochronnych i połączeń wyrównawczych prądem ± 200 mA	25
3.8 Sprawdzanie kolejności faz	26
3.9 Sprawdzanie kierunku wirowania silnika	27
3.10 Pomiar natężenia oświetlenia	28
4 Rejestrator	29
4.1 Opis funkcjonalny	29
4.2 Główne elementy ekranu	31
4.2.1 Okno główne	31
4.2.2 Pasek informacji o parametrach bieżącej sieci	32
4.2.3 Pomoc	32
4.3 Podłączenie układu pomiarowego	32
4.3.1 Układy pomiarowe	32
4.3.2 Konfiguracja rejestracji	35
4.4 Ustawienia analizatora	36
4.5 Podgląd bieżący sieci (tryb LIVE)	37
4.5.1 Przebiegi chwilowe napięć i prądów (oscylogramy)	37
4.5.2 Wykres czasowy wartości skutecznych	37
4.5.3 Odczyty bieżące – widok tabelaryczny	37

4.5.4	Wykres wektorowy składowych podstawowych (wskazowy)	38
4.5.5	Wykres/tabela harmoniczych	39
4.6	Włączanie i wyłączanie rejestracji	39
4.7	Analiza rejestracji	39
4.8	Kalkulator strat energii	40
4.8.1	Opis funkcjonalny	40
4.8.2	Konfiguracja kalkulatora strat	41
5	Pamięć miernika	42
5.1	Pamięć pomiarów	42
5.1.1	Ustawienia pamięci	42
5.1.2	Organizacja pamięci	43
5.1.3	Zapis wyniku pomiaru	43
5.2	Pamięć rejestratora	44
5.2.1	Karta pamięci microSD	44
5.2.2	Pamięć zewnętrzna USB (pendrive)	44
5.2.3	Współpraca z programem Sonel Analiza	44
5.2.4	Połączenie z PC i transmisja danych	45
6	Zasilanie miernika	45
6.1	Monitorowanie rozładowania akumulatorów	45
6.2	Wymiana akumulatorów	45
6.3	Ładowanie akumulatorów	46
7	Dane techniczne	46
7.1	Dane podstawowe	47
7.1.1	Pomiar napięć przemiennych (True RMS)	47
7.1.2	Pomiar częstotliwości	47
7.1.3	Pomiar impedancji pętli zwarcia Z_{L-PE} , Z_{L-N} , Z_{L-L}	47
7.1.4	Pomiar impedancji pętli zwarcia $Z_{L-PE[RCD]}$ (bez wyzwiania wyłącznika RCD)	48
7.1.5	Pomiar parametrów wyłączników RCD	48
7.1.6	Pomiar rezystancji uziemienia R_E	49
7.1.7	Niskonapięciowy pomiar ciągłości obwodu i rezystancji	50
7.1.8	Pomiar rezystancji izolacji	50
7.1.9	Pomiar oświetlenia	51
7.1.10	Kolejność faz	52
7.1.11	Wirowanie silnika	52
7.2	Dane rejestratora	52
7.2.1	Wejścia	52
7.2.2	Próbkowanie i zegar RTC	53
7.2.3	Pomiar napięcia	53
7.2.4	Pomiar prądu (True RMS)	54
7.2.5	Pomiar częstotliwości	54
7.2.6	Pomiar harmoniczych	55
7.2.7	Asymetria	55
7.2.8	Pomiar mocy i energii	55
8	Wyposażenie	56
8.1	Wyposażenie standardowe	56

1 Bezpieczeństwo

Przyrząd MPI-540 jest przeznaczony do badań kontrolnych ochrony przeciwporażeniowej w sieciach elektroenergetycznych prądu przemiennego oraz rejestracji parametrów sieci elektroenergetycznych. Służy do wykonywania pomiarów, których wyniki określają stan bezpieczeństwa instalacji. W związku z tym, aby zapewnić odpowiednią obsługę i poprawność uzyskiwanych wyników, należy przestrzegać następujących zaleceń:

- Przed rozpoczęciem eksploatacji miernika należy dokładnie zapoznać się z niniejszą instrukcją oraz zastosować się do przepisów bezpieczeństwa i zaleceń producenta.
- Zastosowanie miernika inne niż podane w niniejszej instrukcji może spowodować uszkodzenie przyrządu i być źródłem poważnego niebezpieczeństwa dla użytkownika.
- Mierniki MPI-540 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).
- W przypadku rozładowania akumulatora do poziomu uniemożliwiającego dalsze pomiary miernik wyświetla stosowny komunikat, a następnie się wyłącza.
- Pozostawienie wyładowanych baterii w mierniku grozi ich wyłaniem i uszkodzeniem miernika.
- Przed rozpoczęciem pomiaru należy sprawdzić, czy przewody podłączone są do odpowiednich gniazd pomiarowych.
- Nie wolno używać miernika z niedomkniętą lub otwartą pokrywą baterii (akumulatorów) ani zasilać go ze źródeł innych niż wymienione w niniejszej instrukcji.
- Wejścia Riso miernika są zabezpieczone elektronicznie przed przeciążeniem (np. na skutek przyłączenia do obwodu będącego pod napięciem) do 463 V RMS przez 60 sekund.
- Naprawy mogą być wykonywane wyłącznie przez autoryzowany serwis.



UWAGA!

Należy używać wyłącznie akcesoriów standardowych i dodatkowych przeznaczonych dla danego przyrządu, wymienionych w **rozdz. 8**. Stosowanie innych akcesoriów może spowodować zagrożenie dla użytkownika, uszkodzenie gniazda pomiarowego oraz wprowadzać dodatkowe błędy pomiarowe.

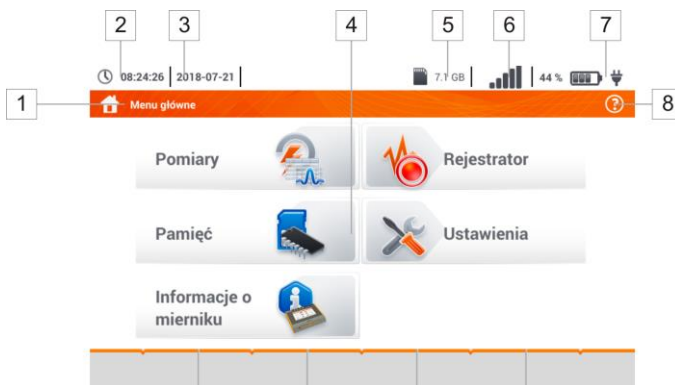


- W związku z ciągłym rozwijaniem oprogramowania przyrządu, wygląd wyświetlacza dla niektórych funkcji może różnić się od tego przedstawionego w niniejszej instrukcji.

2 Menu główne

Ekran główny jest dostępny:

- po włączeniu miernika,
- w dowolnym momencie po wybraniu ikony  na wyświetlaczu (nie dotyczy rejestratora).



Rys. 2.1 Główne elementy ekranu

- 1 **Nazwa aktywnego menu**
Fakt wprowadzenia zmiany, która jeszcze nie została zapisana, jest sygnalizowany symbolem * w nagłówku ekranu.



- 2 **Godzina**
3 **Data**
4 **Ekran główny**
5 **Wolne miejsce na karcie pamięci**
Jeśli karty nie ma w gnieździe, ikona jest przekreślona.
6 **Siła sygnału sieci bezprzewodowej**
7 **Kontrolka rozładowania baterii**
8 **Pomoc dla aktywnego menu**

Dotknięcie pozycji w menu głównym przekierowuje do menu niższego poziomu. Dostępne opcje:

- **Rejestrator** – pomiar parametrów elektrycznych badanej sieci (opis w **rozdz. 4**),
- **Ustawienia** – przejście do ustawień głównych funkcji miernika oraz jego parametrów,
- **Pomiary** – wybór funkcji pomiarowej. Opis poszczególnych funkcji zawarto w **rozdz. 3**,
- **Pamięć** – przeglądanie i zarządzanie zapisanymi wynikami pomiarów (opis w **rozdz. 5**),
- **Informacje o mierniku**.

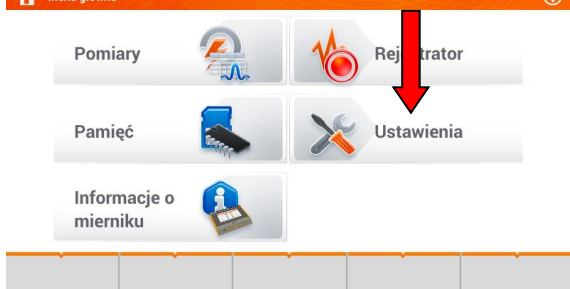


Szczegółowy opis poszczególnych funkcjonalności znajduje się w pełnej wersji instrukcji na stronie internetowej www.sonel.pl.

2.1 Ustawienia miernika

Z poziomu ekranu **Ustawienia miernika** można ustawić **datę**, **czas** i **jasność** wyświetlacza.

1 W menu głównym wybrać **Ustawienia**.



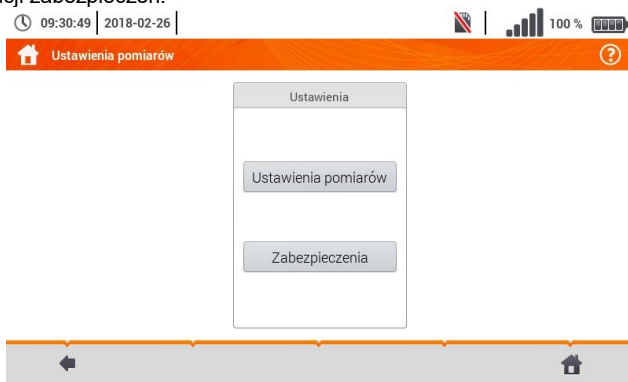
2 Wybrać **Ustawienia miernika**.



2.2 Ustawienia pomiarów

Z menu **Ustawienia pomiarów** możliwa jest edycja:

- parametrów sieci,
- definicji zabezpieczeń.



2.2.1 Podmenu Ustawienia pomiarów

Opcja **Ustawienia pomiarów** zawiera następujące pozycje:

- napięcie znamionowe sieci,
- częstotliwość sieci,
- sposób prezentacji wyniku pętli zwarcia,
- typ sieci zasilającej badany obiekt,
- układ jednostek,
- ustawienia pamięci (autoinkrementacja komórek pamięci).

Przed pomiarami należy wybrać **typ sieci**, z jakiej zasilany jest badany obiekt. Następnie należy wybrać **napięcie znamionowe sieci U_n** (110/190 V, 115/200 V, 127/220 V, 220/380 V, 230/400 V lub 240/415 V). Napięcie to jest wykorzystywane do wyliczenia wartości spodziewanego prądu zwarcia.

Określenie **częstotliwości sieci**, będącej źródłem potencjalnych zakłóceń, jest niezbędne dla dobrania odpowiedniej częstotliwości sygnału pomiarowego w pomiarach rezystancji uziemienia. Dobór ten zapewnia optymalną filtrację zakłóceń. Miernik przystosowany jest do filtracji zakłóceń pochodzących z sieci 50 Hz i 60 Hz.

Ustawienie **Autoinkrementacji** jako aktywnej (☐ → ☒) sprawia, że każdy zapisany pomiar umieszczany jest w automatycznie tworzonemu, nowym punkcie pomiarowym

2.3 Komunikacja przez USB

Zabudowany w mierniku port USB typu B służy do podłączenia miernika do komputera celem zacytowania danych zapisanych w jego pamięci. Dane można pobrać bezpośrednio spod systemu Windows lub za pośrednictwem oprogramowania dostarczanego przez producenta.

Ponadto miernik jest kompatybilny z oprogramowaniem PC:

- **Sonel Analiza** – program umożliwia obsługę rejestratora miernika oraz wszystkich analizatorów z serii PQM. Pozwala na odczyt danych z rejestratora oraz analizę danych,
- **Sonel Reader** – program służy do pobierania z pamięci miernika zapisanych danych. Ponadto umożliwia transfer danych do komputera PC, zapis do popularnych formatów oraz wydruk.

Szczegółowe informacje dostępne są u producenta i dystrybutorów.

- 1 Podłączyć przewód do portu USB komputera i gniazda USB typu B w mierniku.
- 2 Uruchomić program.

2.4 Ustawienia regionalne

11:25:46 | 2018-02-26 |



100 %

- Rozwinąć listę języków do wyboru.

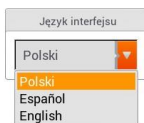
- Wybrać żądany język.

Opis ikon funkcyjnych

◀ powrót do poprzedniego ekranu (może pojawić się monit o zapisanie bądź odrzucenie zmiany)

💾 zapisanie zmian

🏠 powrót do menu głównego



3 Pomiary



OSTRZEŻENIE

W czasie pomiarów (pętla zwarcia, RCD) nie wolno dotykać części przewodzących dostępnych i obcych w badanej instalacji.

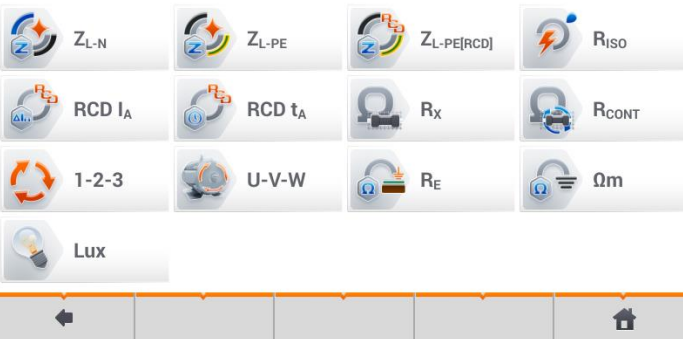
09:49:44 | 2018-02-13 |



1 %



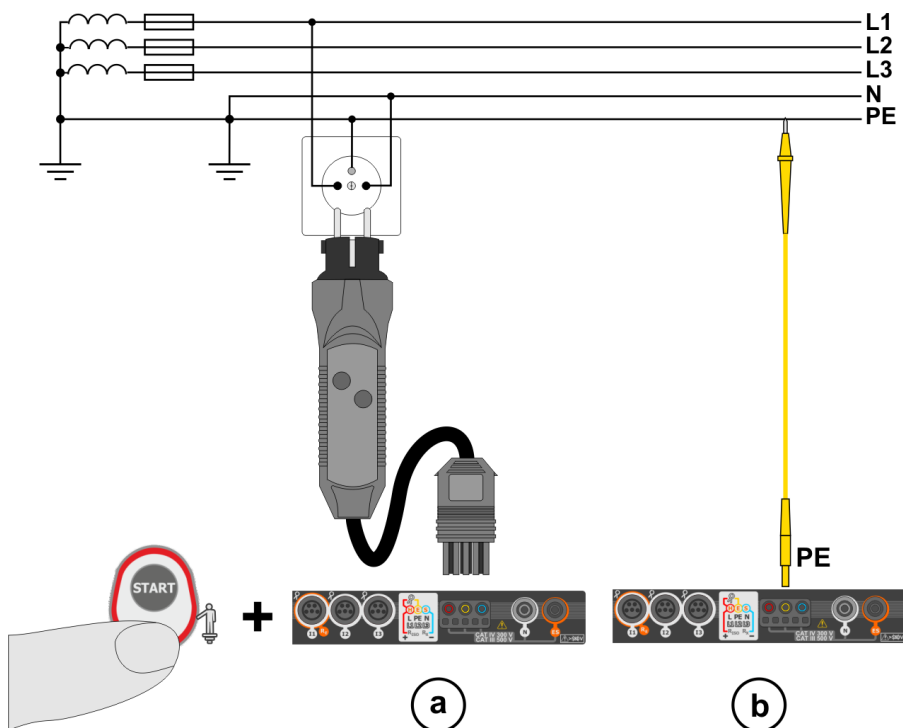
Pomiary



Z menu **Pomiary** dostępne są następujące badania:

- impedancja pętli zwarcia (**Z_{L-N}**, **Z_{L-PE}**, **Z_{L-PE[RCD]}** z zabezpieczeniem RCD),
- rezystancja izolacji **R_{iso}**,
- sprawność wyłącznika RCD (prąd zadziałania **RCD I_A** i czas zadziałania **RCD t_A**),
- rezystancja **R_x**,
- ciągłość połączeń **R_{CONT}**,
- kolejność faz **1-2-3**,
- kierunek wirowania wirnika silnika **U-V-W**,
- rezystancja uziemienia **R_E**,
- rezystywność gruntu **Ω_m**,
- natężenie oświetlenia **Lux**.

3.1 Sprawdzenie poprawności wykonania połączeń przewodu ochronnego



Po podłączeniu miernika jak na rysunku dotknąć elektrody dotykowej i odczekać około 1 s. Jeżeli zostanie stwierdzone napięcie na przewodzie PE, przyrząd:

- wyświetli napis **PE!** (błąd w instalacji, przewód PE podłączony do przewodu fazowego) oraz
- wygeneruje ciągły sygnał dźwiękowy.

Możliwość ta jest dostępna dla wszystkich funkcji pomiarowych dotyczących wyłączników RCD oraz pętli zwarcia **za wyjątkiem pomiaru Z_{L-N}** .



OSTRZEŻENIE

Po stwierdzeniu obecności napięcia fazowego na przewodzie ochronnym PE należy natychmiast przerwać pomiary i usunąć błąd w instalacji.



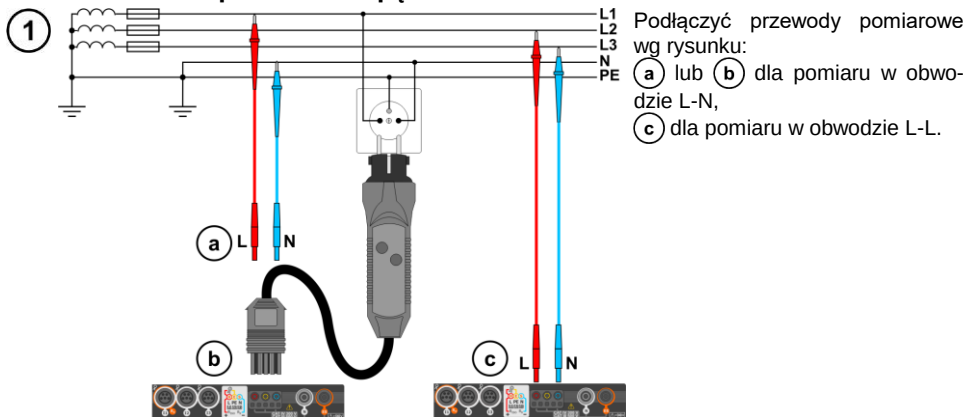
- Należy upewnić się, że w czasie pomiaru stoimy na nieizolowanym podłożu. Podłoże izolowane może spowodować błędny wynik sprawdzenia.
- Jeśli napięcie na przewodzie PE przekroczy dopuszczalną wartość (ok. 50 V), miernik zasygnalizuje ten fakt.

3.2 Pomiar parametrów pętli zwarcia

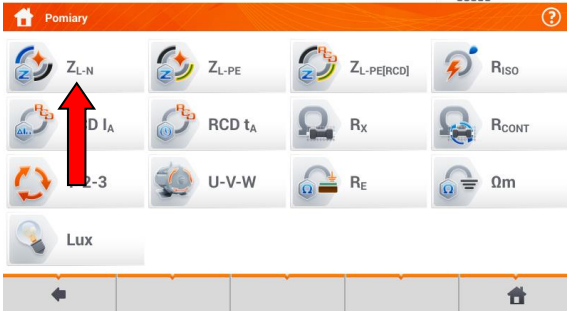
09:49:44 | 2018-02-13 | Wybrać pozycję Z_{L-N}, Z_{L-PE} lub Z_{L-PE[RCD]}.



3.2.1 Pomiar parametrów pętli zwarcia w obwodzie L-N i L-L



2 09:49:44 | 2018-02-13 | Wybrać pozycję Z_{L-N}.

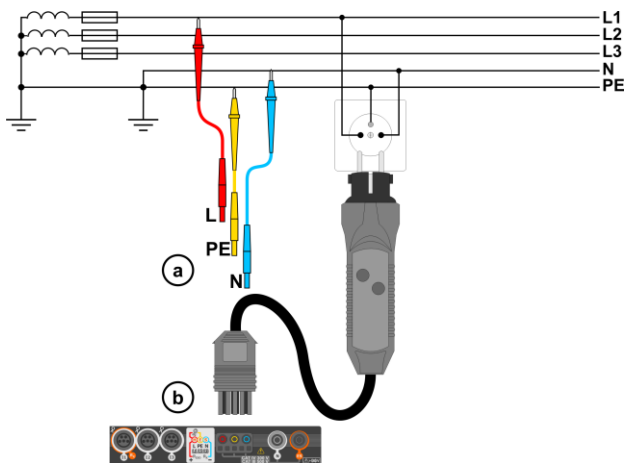


3 Dobrać pozostałe ustawienia i wykonać pomiar poprzez przycisk **START** na przyrządzie.

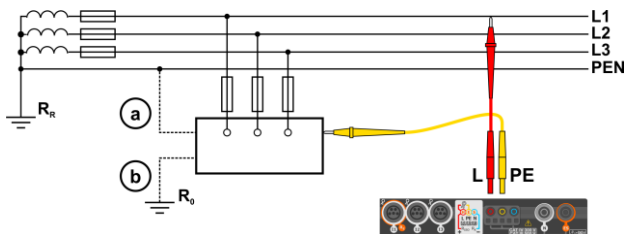
3.2.2 Pomiar parametrów pętli zwarcia w obwodzie L-PE

1

Podłączyć przewody pomiarowe wg Rys. 3.1 lub Rys. 3.2.



Rys. 3.1 Pomiar w obwodzie L-PE

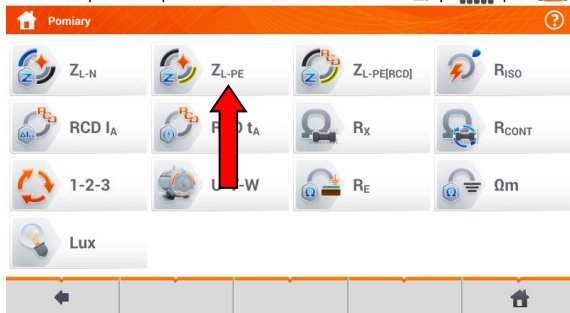


Rys. 3.2 Sprawdzanie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej obudowy urządzenia w przypadku: (a) sieci TN lub (b) sieci TT

2

09:49:44 | 2018-02-13

Wybrać pozycję ZL-PE.

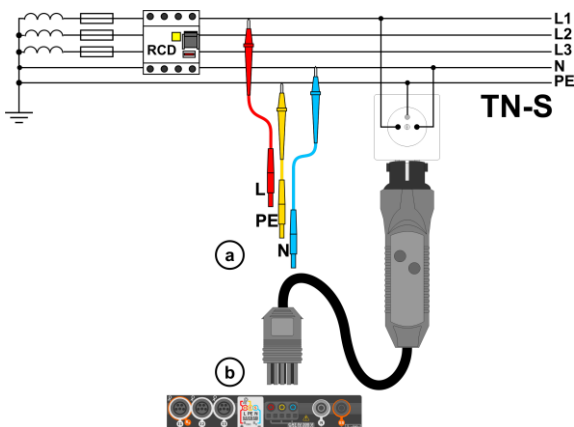


3

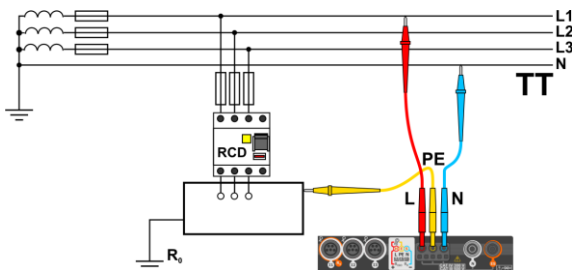
Dobrać pozostałe ustawienia i wykonać pomiar poprzez przycisk **START** na przyrządzie.

3.2.3 Pomiar impedancji pętli zwarcia w obwodzie L-PE zabezpieczonym wyłącznikiem RCD

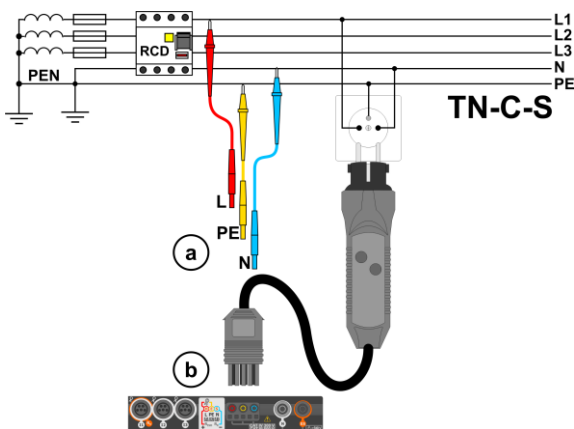
- 1 Podłączyć przewody pomiarowe wg Rys. 3.3, Rys. 3.4 lub Rys. 3.5.



Rys. 3.3 Pomiar w układzie TN-S



Rys. 3.4 Pomiar w układzie TT



Rys. 3.5 Pomiar w układzie TN-C-S

2

09:49:44 | 2018-02-13 |

Wybrać pozycję **Z_{L-PE}[RCD]**.

3

Dobrać pozostałe ustawienia i wykonać pomiar poprzez przycisk **START** na przyrządzie.

3.2.4 Pomiar impedancji pętli zwarcia w sieciach IT

Przed dokonaniem pomiarów w menu **Ustawienia pomiarów** należy wybrać odpowiedni typ sieci.



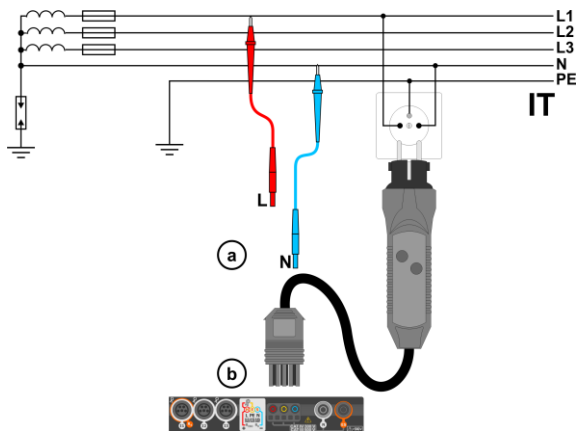
UWAGA!

- Po wybraniu sieci typu IT funkcja elektrody dotykowej jest **nieaktywna**.
- W przypadku próby przeprowadzenia pomiaru **Z_{L-PE}** oraz **Z_{L-PE}[RCD]** pojawi się komunikat o niemożności wykonania pomiaru.

Sposób podłączenia przyrządu do instalacji pokazano na **Rys. 3.6**.

Sposób, w jaki należy dokonywać pomiarów pętli zwarcia, opisano w **rozdz. 3.2.1**.

Zakres roboczy napięcie: **95 V ... 440 V**.



Rys. 3.6 Pomiar w układzie IT

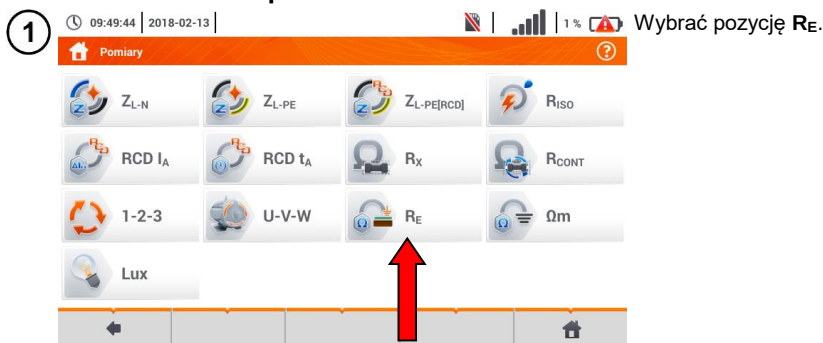
3.3 Pomiar rezystancji uziemień



OSTRZEŻENIE

- Pomiar rezystancji uziemienia może być wykonywany, jeżeli napięcie zakłóceń nie przekracza 24 V. Napięcie zakłóceń mierzone jest do poziomu 100 V.
- Powyżej 50 V sygnalizowane jest jako niebezpieczne. Nie wolno podłączać miernika do napięć wyższych niż 100 V.

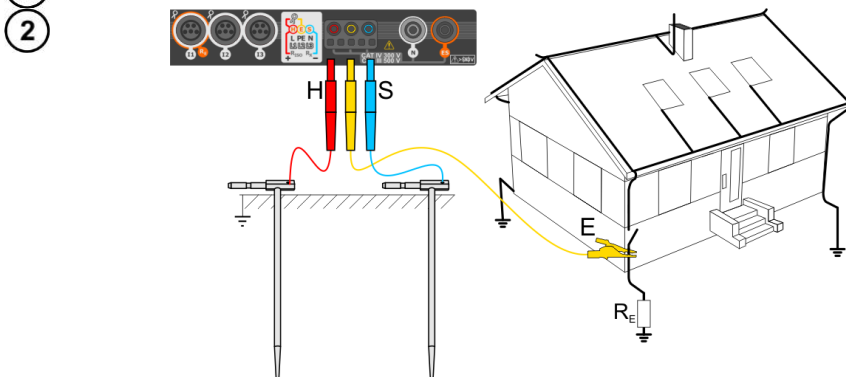
3.3.1 Ustawienia pomiarów



3.3.2 Pomiar rezystancji uziemień metodą 3P

Podstawowym rodzajem pomiaru rezystancji uziemienia jest metoda trójprzewodowa.

- 1 Badany uziom odłączyć od instalacji obiektu.



- Elektrode **prądową** wbić w ziemię i połączyć z gniazdem **H** miernika.
- Elektrode **napięciową** wbić w ziemię i połączyć z gniazdem **S** miernika.
- Badany **uziom** podłączyć do gniazda **E** miernika.
- Zaleca się, aby badany **uziom** oraz elektrody **H** i **S** były umieszczone w jednej linii oraz w odpowiednich odległościach, zgodnie z zasadami pomiarów uziemień.

3

13:15:45 | 2018-02-26 |



100 %



Rezystancja uziemienia



- W menu pomiarowym wybrać opcję **3P**.

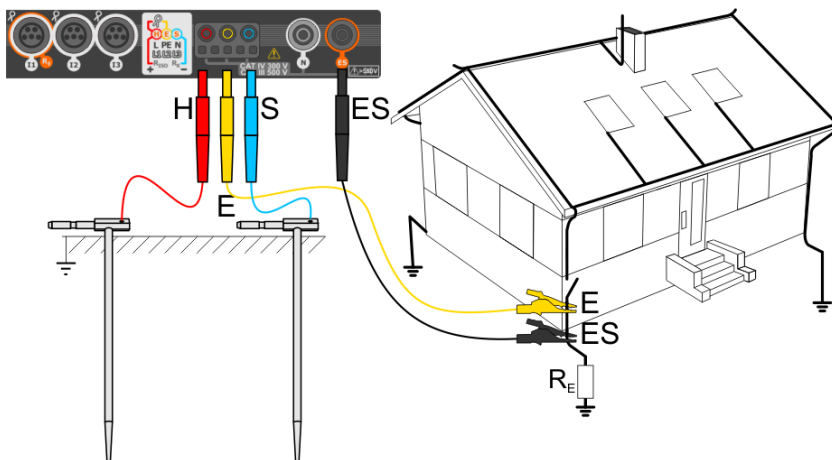
- Dobrać pozostałe nastawy i wykonać pomiar poprzez przycisk **START**.

3.3.3 Pomiar rezystancji uziemień metodą 4P

1

Badany uziom odłączyć od instalacji obiektu.

2



- Elektrode **prądową** wbić w ziemię i połączyć z gniazdem **H** miernika.
- Elektrode **napięciową** wbić w ziemię i połączyć z gniazdem **S** miernika.
- Badany uziom połączyć przewodem z gniazdem **E** miernika.
- Gniazdo **ES** podłączyć do badanego uziomu poniżej przewodu **E**.
- Zaleca się, aby badany **uziom** oraz elektrody **H** i **S** były umieszczone w jednej linii oraz w odpowiednich odległościach, zgodnie z zasadami pomiarów uziemień.

3

14:02:50 | 2018-02-26 |



100 %



Rezystancja uziemienia

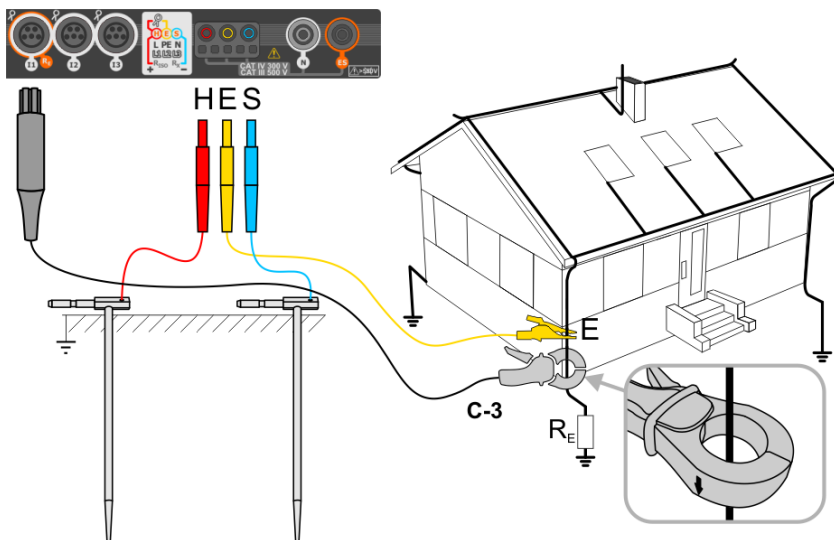


- W menu pomiarowym wybrać opcję **4P**.

- Dobrać pozostałe i wykonać pomiar poprzez przycisk **START**.

3.3.4 Pomiar rezystancji uziemień metodą 3P + cęgi

1



- Elektrode **prądową** wbić w ziemię i połączyć z gniazdem **H** miernika.
- Elektrode **napięciową** wbić w ziemię i połączyć z gniazdem **S** miernika.
- Badany uziom połączyć przewodem z gniazdem **E** miernika.
- Zaleca się, aby badany **uziom** oraz elektrody **H** i **S** były umieszczone w jednej linii oraz w odpowiednich odległościach, zgodnie z zasadami pomiarów uziemień.
- **Cęgi odbiorcze** zapiąć na badany uziom poniżej miejsca podłączenia przewodu **E**.
- **Strzałka na cęgach** musi być skierowana zgodnie z kierunkiem prądu spływającego **do** gruntu.

2

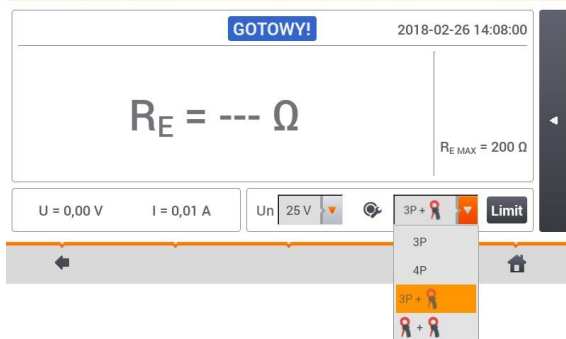
14:19:53 | 2018-02-26 |



100 %

W menu pomiarowym wybrać opcję **3P+cęgli**.

Rezystancja uziemienia

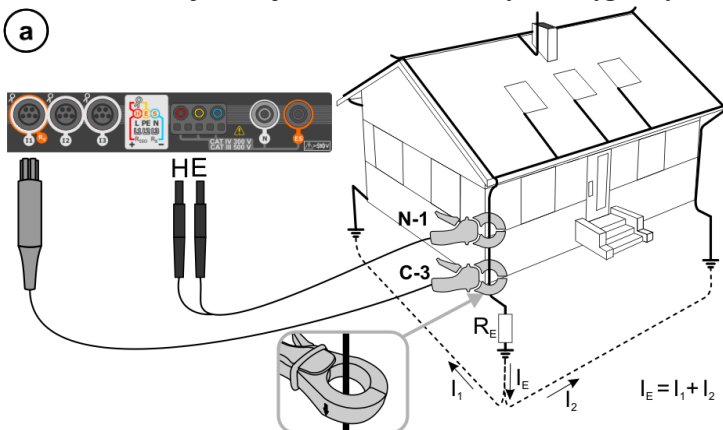


Dobrać pozostałe nastawy i wykonać pomiar poprzez przycisk **START**.

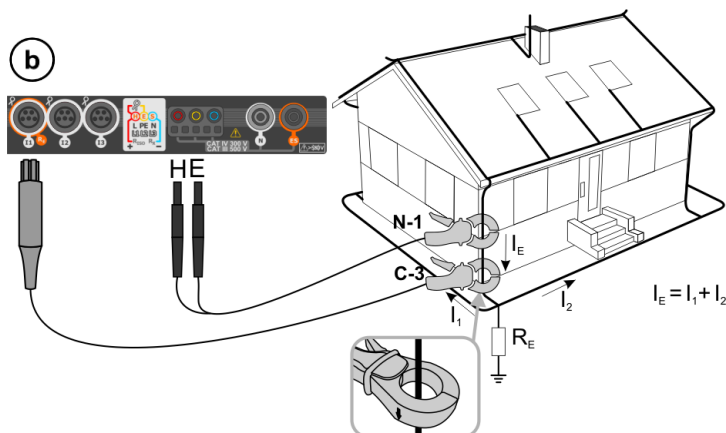
3.3.5 Pomiar rezystancji uziemień metodą dwucęgową

1

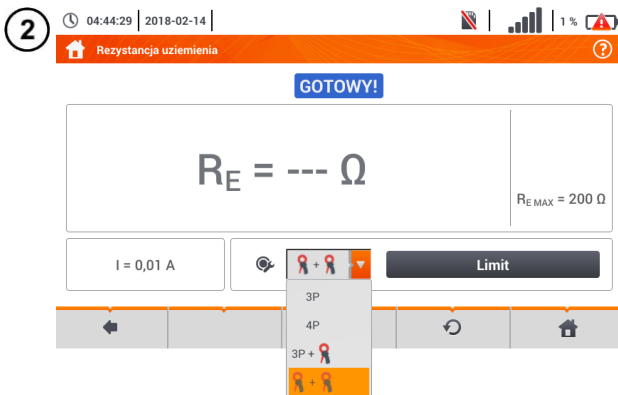
a



b



- Cęgi nadawcze i pomiarowe zapiąć na badany uziom **w odległości co najmniej 30 cm od siebie**.
- **Strzałki na cęgach** muszą być skierowane zgodnie z kierunkiem prądu spływającego **do gruntu**.
- Cęgi nadawcze **N-1** podłączyć do gniazd **H i E**.
- Cęgi pomiarowe **C-3** do gniazda cęgów.



• W menu pomiarowym wybrać opcję **cęgi+cęgi**.

• Dobrać pozostałe ustawienia i wykonać pomiar poprzez przycisk **START**.

3.4 Pomiar rezystywności gruntu

Do pomiarów rezystywności gruntu – stosowanych jako przygotowanie do wykonania projektu systemu uziemień czy też w geologii – przewidziano oddzielną funkcję: pomiar rezystywności gruntu ρ . 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 stosowanego w metodzie pomiarowej Wennera:

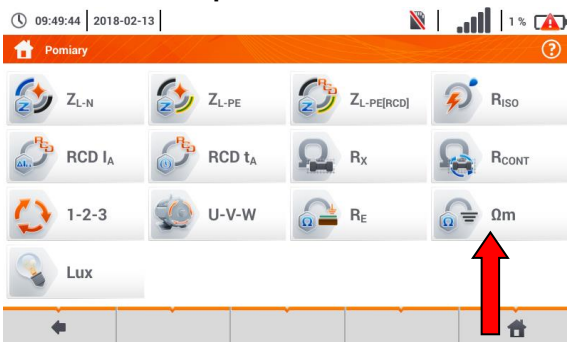
$$\rho = 2\pi LR_E$$

gdzie:

L – odległość między elektrodami (wszystkie odległości muszą być równe),

R_E – zmierzona rezystancja.

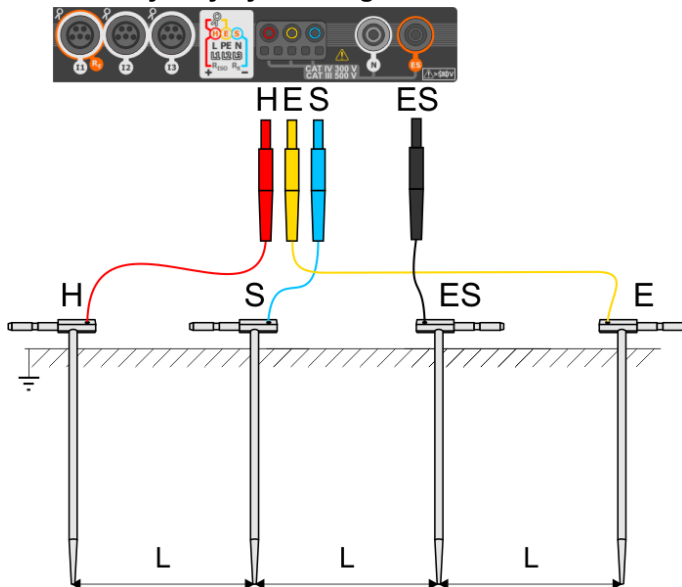
3.4.1 Ustawienia pomiarów



Wybrać pozycję **Ωm**.

3.4.2 Pomiary rezystywności gruntu

1



- 4 sondy wbić w ziemię **w jednej linii i równych** odstępach.
- Podłączyć sondy do miernika według powyższego rysunku.

2

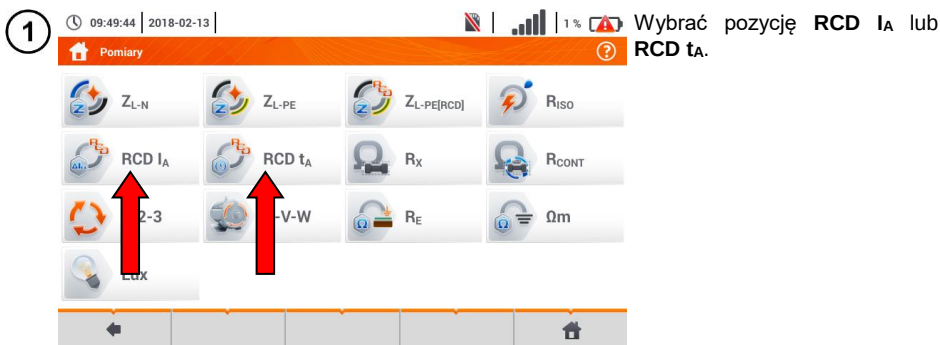


- Wywołać menu pomiarowe.

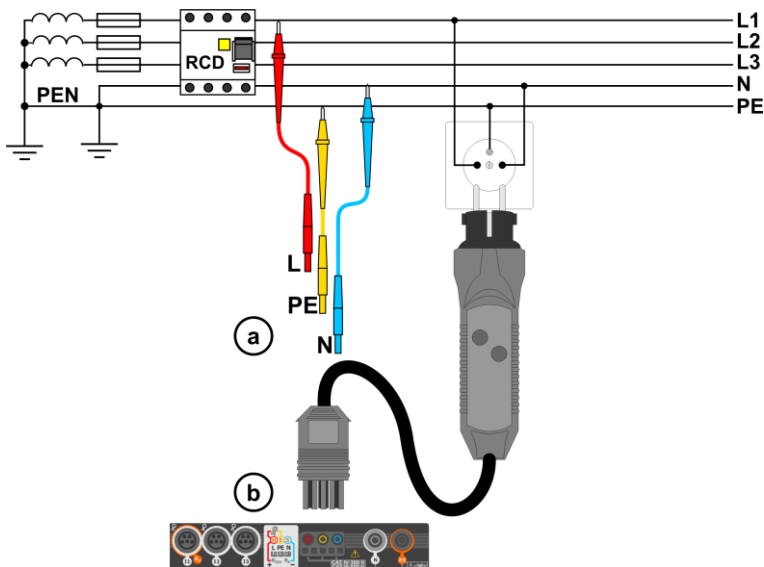
- Dobrać pozostałe nastawy i wykonać pomiar poprzez przycisk **START**.

3.5 Pomiar parametrów wyłączników różnicowoprądowych RCD

3.5.1 Ustawienia pomiarów



- 2 Podłączyć przyrząd do instalacji wg rysunku.



- 3 Dobrać pozostałe ustawienia i wykonać pomiar poprzez przycisk **START** na przyrządzie.

3.5.2 Pomiary w sieciach IT

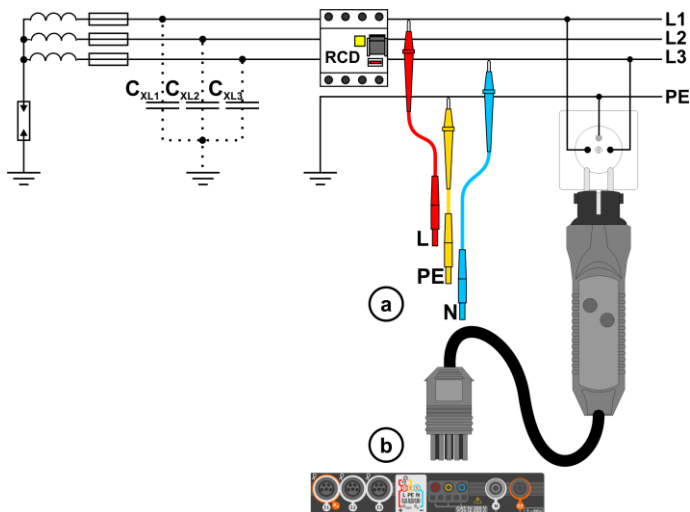
Przed dokonaniem pomiarów w menu głównym przyrządu należy wybrać odpowiedni typ sieci (menu **Ustawienia pomiarów**, rozdz. 2.2.1).



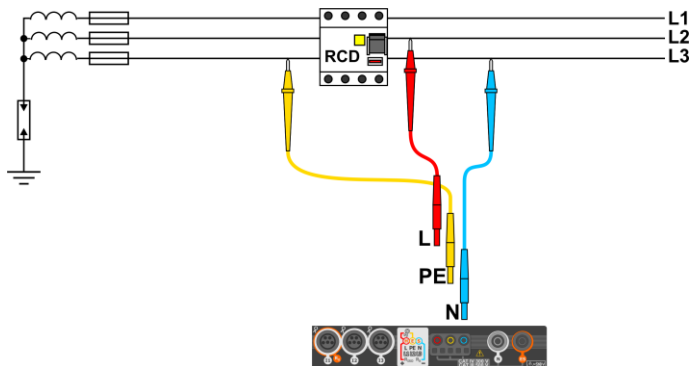
UWAGA!

Po wybraniu sieci typu IT funkcja **elektrody dotykowej** jest **nieaktywna**.

Sposób podłączenia przyrządu do instalacji pokazano na **Rys. 3.7** i **Rys. 3.8**.



Rys. 3.7 Pomiar RCD w sieci IT. Obwód zamyka się przez pojemności pasożytnicze C_x



Rys. 3.8 Testowanie RCD bez udziału przewodu PE

Zakres roboczy napięć: **95 V ... 270 V**.

3.6 Pomiar rezystancji izolacji

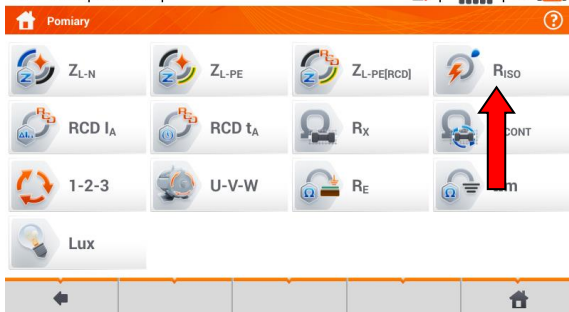


OSTRZEŻENIE

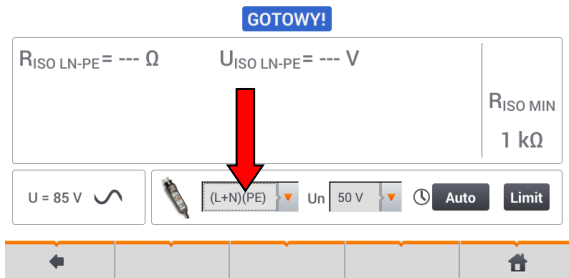
- Mierzony obiekt nie może znajdować się pod napięciem.
- Przy pomiarach rezystancji izolacji, na końcówkach przewodów pomiarowych miernika występuje niebezpieczne napięcie do 1 kV.
- Niedopuszczalne jest odłączanie przewodów pomiarowych przed zakończeniem pomiaru. Grozi to porażeniem wysokim napięciem i uniemożliwia rozładowanie badanego obiektu.

3.6.1 Ustawienia pomiarów

① 09:49:44 | 2018-02-13 | Wybrać pozycję **R_{ISO}**.



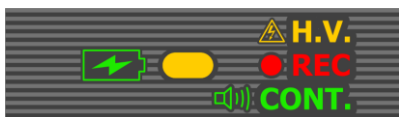
② 08:37:47 | 2018-06-12 | • Podłączyć do miernika sondy lub adapter, którymi wykonywane będą pomiary.



- Dobrać pozostałe ustawienia i wykonać pomiar poprzez przycisk **START**.

Pozycje będą się różnić w zależności od tego, czy do miernika podłączono:

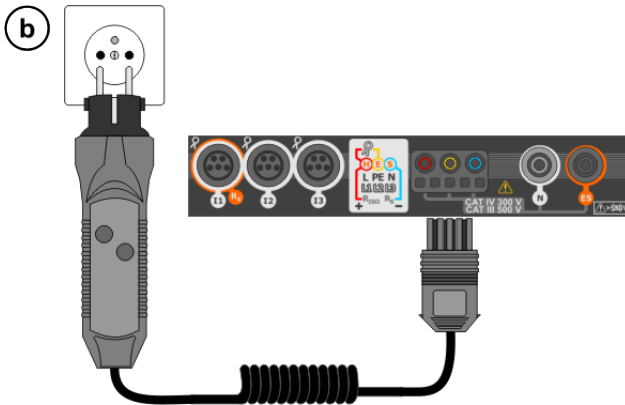
- sondy,
- adapter UNI-Shuko,
- adapter AutoISO-1000c.



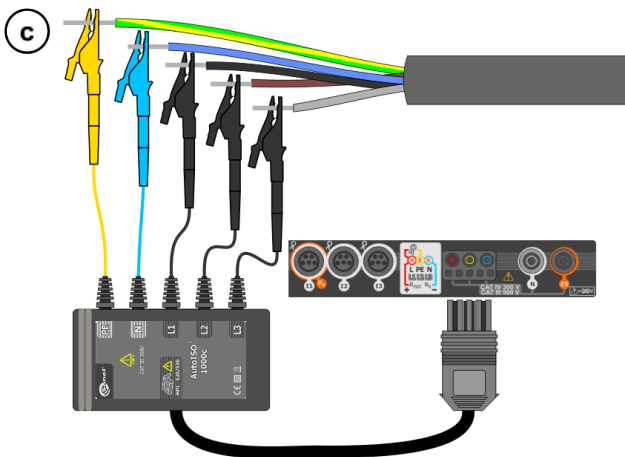
Podczas pomiaru dioda **H.V./REC/CONT.** świeci na **pomarańczowo**.



Pomiar z użyciem sond.



Pomiary z użyciem adaptera UNI-Schuko (WS-03 i WS-04).

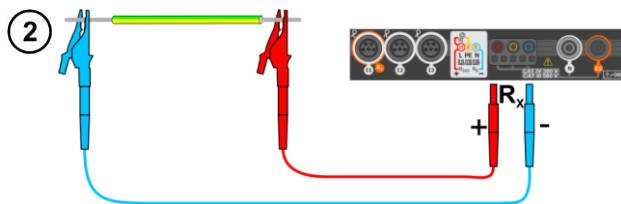
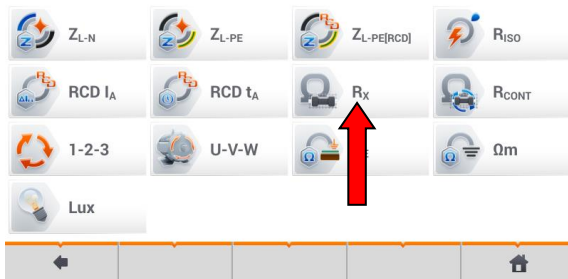


Pomiary z użyciem AutoISO-1000c.

3.7 Niskonapięciowy pomiar rezystancji

3.7.1 Pomiar rezystancji

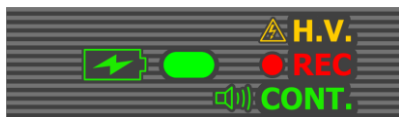
1 09:49:44 | 2018-02-13 | Wybrać pozycję **R_x**, aby wywołać ekran pomiarowy.



- Podłączyć miernik do badanego obiektu.

- Pomiar rozpocznie się automatycznie.

- Podczas pomiaru dioda **H.V./REC/CONT.** świeci na **zielono** oraz emitowany jest sygnał dźwiękowy.



UWAGA!

Wyświetlenie symboli  **NAPIĘCIE!** informuje, że badany obiekt jest pod napięciem. Pomiar jest blokowany. Należy **niezwłocznie odłączyć miernik od obiektu**.

3.7.2 Pomiar rezystancji przewodów ochronnych i połączeń wyrównawczych prądem ± 200 mA

1 09:49:44 | 2018-02-13 | 1% Wybierać pozycję **R_{CONT}**, aby wywołać ekran pomiarowy.

Pomiary

Z _{L-N}	Z _{L-PE}	Z _{L-PE[RCD]}	R _{ISO}
RCD I _A	RCD t _A	R _X	R_{CONT}
1-2-3	U-V-W	R _E	m
Lux			

↑

2

- Podłączyć miernik do badanego obiektu.
- Pomiar rozpoczyna się automatycznie.



UWAGA!

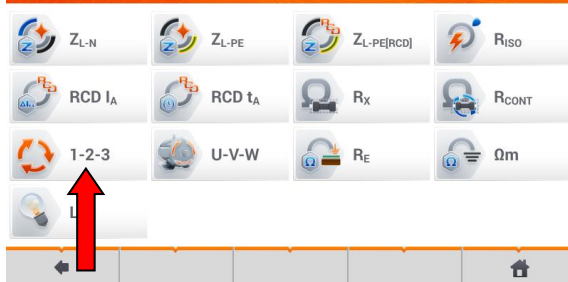


NAPIĘCIE!

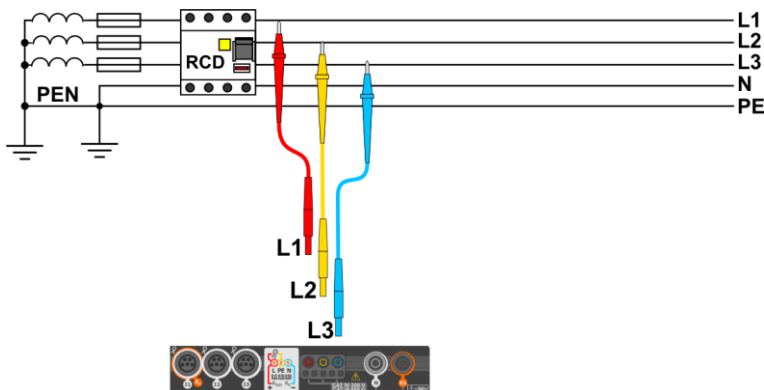
Wyświetlenie symboli  **NAPIĘCIE!** informuje, że badany obiekt jest pod napięciem. Pomiar jest blokowany. Należy **niewzłocznie odłączyć miernik od obiektu**.

3.8 Sprawdzanie kolejności faz

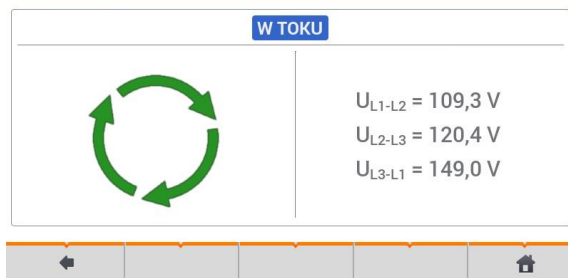
- 1 09:49:44 | 2018-02-13 | Wybrać pozycję **Kolejność faz**, aby wywołać ekran pomiarowy.



- 2 Podłączyć przyrząd do instalacji wg rysunku



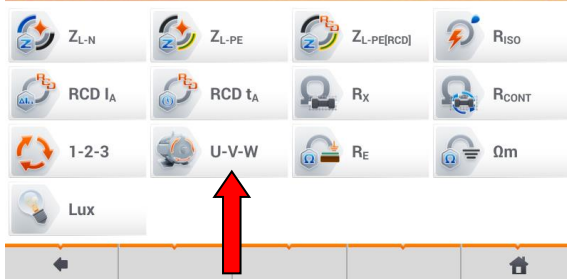
- 3 14:41:23 | 2018-03-01 | Kolejność faz **prawidłowa**, tzn. następstwo faz jest **zgodne** z ruchem wskazówek zegara.



Kolejność faz **nieprawidłowa**, tzn. następstwo faz jest **przeciwnie** do ruchu wskazówek zegara.

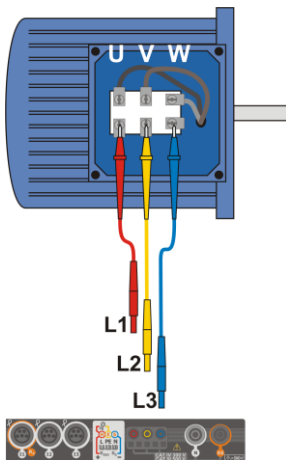
3.9 Sprawdzanie kierunku wirowania silnika

1 09:49:44 | 2018-02-13 | Wybrać pozycję **Wirowanie silnika**, aby wywołać ekran pomiarowy.

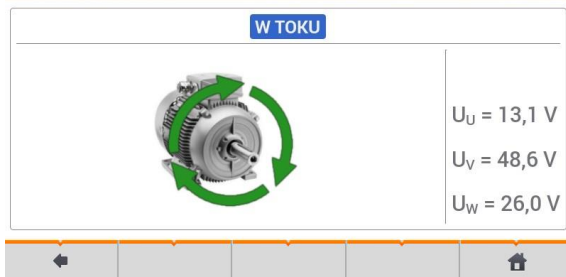


2

- Podłączyć miernik do silnika wg rysunku, tzn. zacisk U do wejścia L1, V do L2, W do L3.
- Energetycznie zakręcić wałem silnika w prawo.

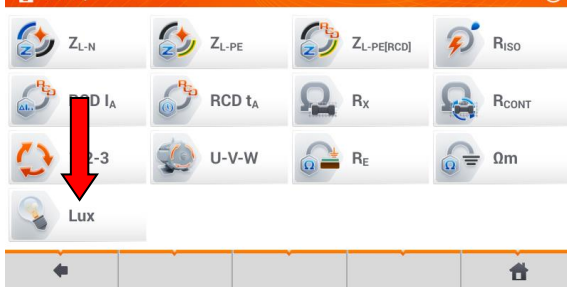


3 14:51:09 | 2018-03-01 | Wirowanie strzałek na ekranie **w prawo** oznacza, że silnik podłączony do sieci trójfazowej będzie kręcił wałem **w prawo**.

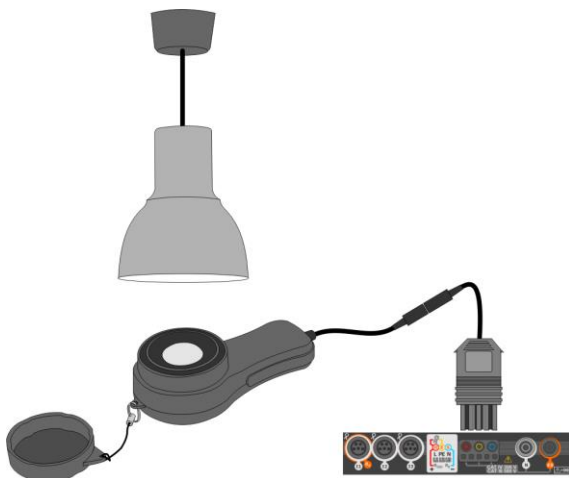


3.10 Pomiar natężenia oświetlenia

- 1 09:49:44 | 2018-02-13 | | 1% Wybrać pozycję **Luksomierz**, aby wywołać ekran pomiarowy.



- 2 Podłączyć sondę optyczną i umieścić w badanej płaszczyźnie. Miernik wskaże pomiar.



4 Rejestrator

4.1 Opis funkcjonalny

Miernik MPI-540 może pełnić rolę 3-fazowego rejestratora parametrów zasilania. Umożliwia on pomiar i rejestrację parametrów sieci elektroenergetycznych 50/60 Hz takich jak wartości napięć, prądów, mocy, harmonicznych i innych. Aby przełączyć miernik w tryb analizatora jakości zasilania należy na ekranie głównym wybrać opcję **Rejestrator**.

W trybie tym możliwy jest podgląd bieżący parametrów sieci (m.in. oscylogramy, wektory składowych podstawowych, dane tabelaryczne), rejestracja średnich wartości parametrów wg ustawień użytkownika oraz analiza zarejestrowanych danych (wykresy czasowe, harmoniczne, itp.).

Moduł analizatora wykorzystuje następujące gniazda wejściowe miernika:

- trzy gniazda cęgów **prądowych** I1, I2, I3,
- trzy bananowe gniazda **napięciowe** L1, L2, L3 w gnieździe wielofunkcyjnym, do których podłącza się poszczególne fazy napięciowe (max. 550 V względem ziemi),
- osobne gniazdo bananowe oznaczone N.



Rys. 4.1 Wejścia pomiarowe

Gniazda cęgów prądowych umożliwiają podłączenie kilku typów cęgów do pomiaru prądów. Można do nich przyłączyć cęgi:

- giętkie F-1A, F-2A, F-3A o zakresie nominalnym 3000 A AC (różniące się jedynie obwodem cewki),
- cęgi typu CT: C-4A (zakres 1000 A AC), C-5A (zakres 1000 A AC/DC), C-6A (zakres 10 A AC) i C-7A (zakres 100 A AC).

Zakres pomiarowy może zostać zmieniony przy użyciu dodatkowych przekładników – dla przykładu stosując przekładnik 10 000 A / 5 A z cęgami C-6A można mierzyć prądy do 10 000 A.

Rejestrowane dane są zapisywane na wymiennej karcie pamięci typu microSD. Miernik posiada również pamięć wewnętrzną, na której przechowywane są m.in. pliki konfiguracyjne.

Konfiguracja rejestratora polega na tym, że użytkownik ustawia tylko podstawowe parametry: typ sieci, typ cęgów, częstotliwość, okres uśredniania. Zawsze rejestrowane są wszystkie, które miernik jest w stanie zmierzyć. Poniżej podano wszystkie mierzone przez miernik parametry sieci zasilających w trybie rejestratora:

- napięcia skuteczne,
- składowe stałe (DC) napięć,
- prądy skuteczne,
- składowe stałe (DC) prądów (wyłącznie z użyciem cęgów C-5A),
- częstotliwość sieci w zakresie 40..70 Hz,
- harmoniczne napięć i prądów (do 40-tej),
- współczynnik zniekształceń harmonicznych THD_F napięć i prądów,

- moce czynne, bierno, pozorne i odkształcenia,
- energie czynne pobrane i oddane,
- energie bierno pobrane i oddane,
- energie pozorne,
- współczynniki mocy (PF),
- współczynniki asymetrii napięć i prądów.

Wybrane parametry są agregowane (uśredniane) wg czasu wybranego przez użytkownika (możliwe ustawienia: 1 s, 3 s, 10 s, 30 s, 1 min, 10 min, 15 min, 30 min) i są zapisywane na karcie pamięci.

Miernik jest kompatybilny z oprogramowaniem PC *Sonel Analiza*, które obsługuje również inne analizatory marki Sonel. Oprogramowanie to umożliwia analizę zarejestrowanych danych. Dane do analizy można odczytać przez przewód USB lub bezpośrednio z karty microSD po przełożeniu jej do zewnętrznego czytnika kart pamięci podłączonego do PC.

W Tab. 4.1 przedstawiono zbiorcze zestawienie parametrów mierzonych przez analizator w zależności od typu sieci.

Tab. 4.1 Mierzone parametry dla różnych konfiguracji sieci

Parametr \ Typ sieci, kanał		1-fazowy		2-fazowy				3-fazowy 4-przewodowy					3-fazowy 3-przewodowy			
		L1	N	L1	L2	N	Σ	L1	L2	L3	N	Σ	L12	L23	L31	Σ
U	Napięcie skuteczne	•		•	•			•	•	•			•	•	•	
U _{DC}	Składowa stała napięcia	•		•	•			•	•	•			•	•	•	
I	Prąd skuteczny	•		•	•	•		•	•	•	•		•	•	•	
I _{DC}	Składowa stała prądu	•	•	•	•	•		•	•	•	•		•	•	•	
f	Częstotliwość	•		•				•					•			
P	Moc czynna	•		•	•		•	•	•	•		•				•
Q ₁	Moc bierna	•		•	•		•	•	•	•		•				•(1)
D, S _N	Moc odkształcenia	•		•	•		•	•	•	•		•				
S	Moc pozorna	•		•	•		•	•	•	•		•				•
PF	Współczynnik mocy	•		•	•		•	•	•	•		•				•
THD _F U	Współczynnik zawartości harmonicznych napięcia	•		•	•			•	•	•			•	•	•	
THD _F I	Współczynnik zawartości harmonicznych prądu	•	•	•	•	•		•	•	•	•		•	•	•	
E _{P+} , E _{P-}	Energia czynna (pobrana i oddana)	•		•	•		•	•	•	•		•				•
E _{Q1+} , E _{Q1-}	Energia bierna (pobrana i oddana)	•		•	•		•	•	•	•		•				•(1)
E _S	Energia pozorna	•		•	•		•	•	•	•		•				•
U _{h1...U_{h40}}	Amplitudy harmonicznych napięć	•		•	•			•	•	•			•	•	•	
I _{h1...I_{h40}}	Amplitudy harmonicznych prądów	•	•	•	•	•		•	•	•	•		•	•	•	
Asymetria U, I	Składowe symetryczne i współczynniki asymetrii											•				•

Objaśnienia: L1, L2, L3 (L12, L23, L31) oznaczają kolejne fazy,
N oznacza pomiar prądu I_N w zależności od typu parametru,
Σ oznacza wartość całkowitą systemu.

- (1) W sieciach 3-przewodowych jako całkowita moc bierna wyliczana jest moc nieaktywna N.
(2) Tylko energia pobrana E_{P+}

4.2 Główne elementy ekranu

Po wejściu w tryb rejestratora wyświetla się **Menu główne**. Jest ono dostępne:

- po włączeniu rejestratora,
- w dowolnym momencie po wybraniu ikony  na wyświetlaczu.



Rys. 4.2 Główne elementy ekranu rejestratora

- 1 Pasek górny
- 2 Nazwa aktywnego menu
Fakt wprowadzenia zmiany, która jeszcze nie została zapisana, jest sygnalizowany symbolem * w nagłówku ekranu.
 Konfiguracja rejestracji - 00_1*  Konfiguracja rejestracji - 00_1*
- 3 Okno główne
- 4 Pasek informacji o bieżącej konfiguracji sieci
- 5 Pasek ikon funkcyjnych
- 6 Pomoc dla aktywnego menu
 - Wizualizacja układów połączeń
 - Objasnienia funkcji ikon

4.2.1 Okno główne

W centralnej części ekranu jest wyświetlane główne okno rejestratora. Domyślne okno (pokazane na Rys. 4.2) zawiera pozycje:

- **Konfiguracja rejestracji** – ta część interfejsu służy do konfiguracji układu pomiarowego i wszystkich aspektów związanych z rejestracją parametrów sieci, takich jak: typ sieci (np. jednofazowy, trójfazowy) czy typ cęgów,

- **Analiza rejestracji** – umożliwia przeprowadzenie analizy zarejestrowanych danych i podgląd bieżącej rejestracji,
- **Ustawienia analizatora** – tutaj można znaleźć szereg opcji konfiguracyjnych rejestratora,
- **Kalkulator strat energii** – w tym trybie można oszacować straty finansowe z tytułu złej jakości zasilania,
- **EXIT** – wyjście do menu głównego.

4.2.2 Pasek informacji o parametrach bieżącej sieci

Poniżej ekranu głównego wyświetlany jest pasek prezentujący główne parametry aktywnego układu pomiarowego (Rys. 4.2, element ):

- napięcie nominalne,
- częstotliwość sieci,
- układ sieci,
- nazwa aktualnej konfiguracji rejestracji.

Układ sieci jest symbolizowany ikonami:

-  układ 1-fazowy,
-  układ 2-fazowy,
-  układ 3-fazowy 4-przewodowy,
-  układ 3-fazowy 3-przewodowy,
-  układ 3-fazowy 3-przewodowy z pomiarem prądów metodą Arona.

4.2.3 Pomoc

Po prawej stronie paska tytułowego widnieje ikona pomocy  (Rys. 4.2, element ). Jej wybranie wyświetla pomoc kontekstową, która opisuje widoczne na danym ekranie elementy interfejsu.

4.3 Podłączenie układu pomiarowego

4.3.1 Układy pomiarowe

Rejestrator można podłączyć bezpośrednio do następujących typów sieci AC:

- jednofazowa (Rys. 4.3)
- dwufazowa (z dzielonym uzwojeniem transformatora, ang. *split phase*) (Rys. 4.4),
- trójfazowa 4-przewodowa (Rys. 4.5),
- trójfazowa 3-przewodowa (Rys. 4.6, Rys. 4.7).

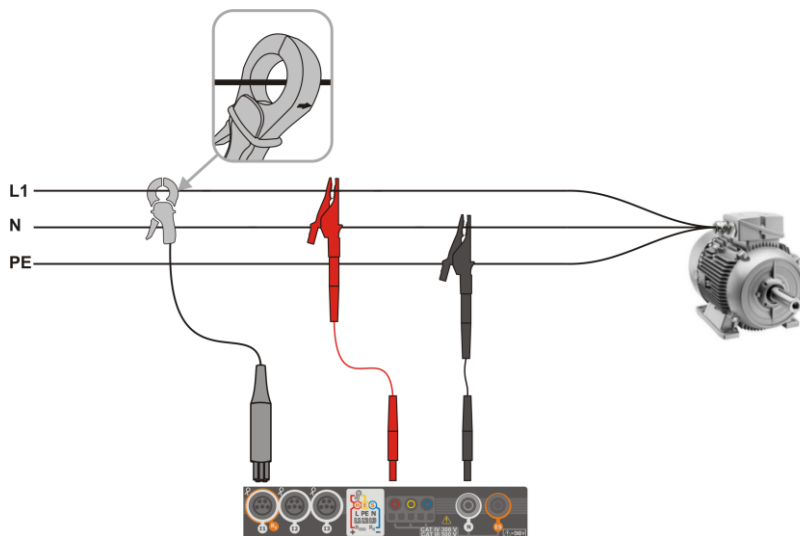
W układach 3-przewodowych AC możliwy jest pomiar prądów metodą Arona (Rys. 4.7), przy wykorzystaniu jedynie dwóch par cęgów, mierzących prądy liniowe I_{L1} i I_{L3} . Prąd I_{L2} jest wtedy wyliczany wg zależności:

$$I_{L2} = -I_{L1} - I_{L3}$$

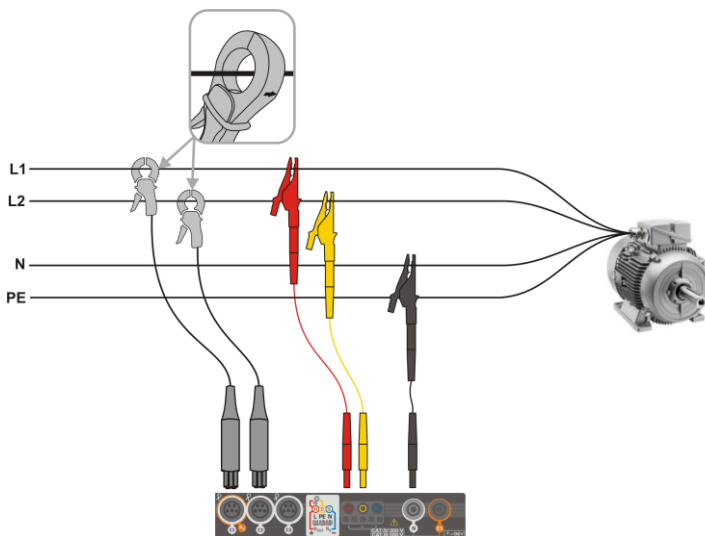
Należy zwrócić uwagę na kierunek założenia cęgów (giętkich i twardych). Cęgi należy tak założyć, aby strzałka umieszczona na cęgach była skierowana w stronę obciążenia. Weryfikację można przeprowadzić sprawdzając pomiar mocy czynnej – w większości typów odbiorników pa-

sywnych moc czynna ma znak dodatni. W przypadku odwrotnego podłączenia cęgów możliwe jest programowe odwrócenie polaryzacji wybranych cęgów (**Ustawienia analizatora → Cęgi**)

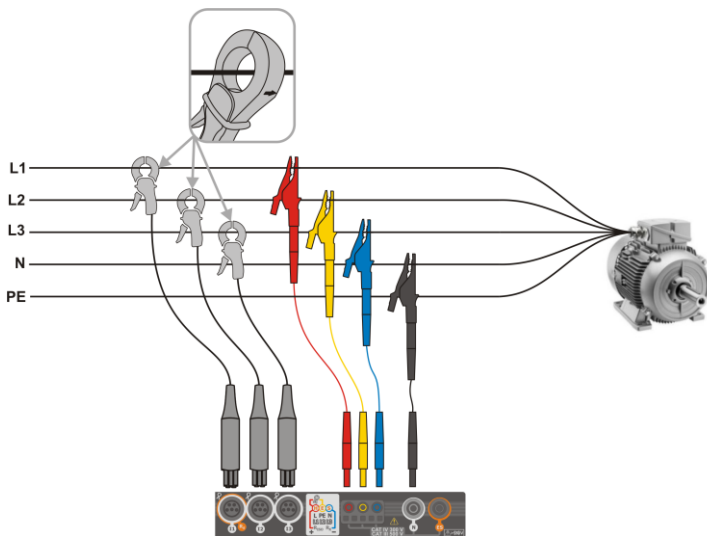
Poniższe rysunki przedstawiają schematycznie sposoby podłączenia analizatora do badanej sieci w zależności od jej typu.



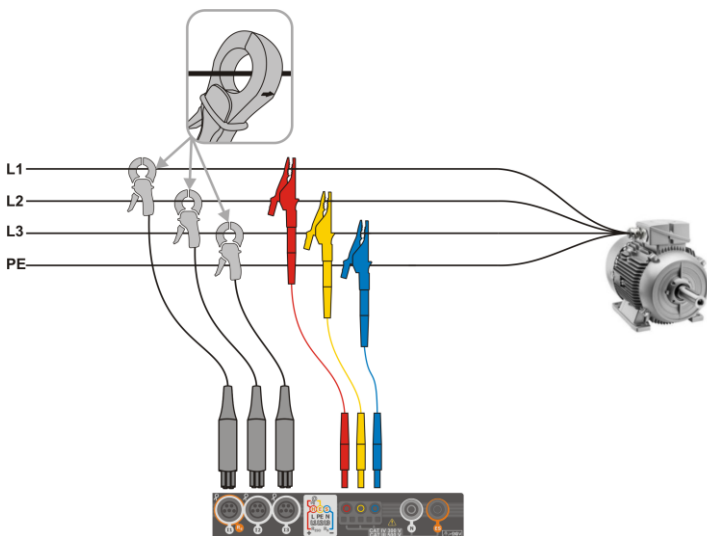
Rys. 4.3 Schemat podłączenia – układ jednofazowy



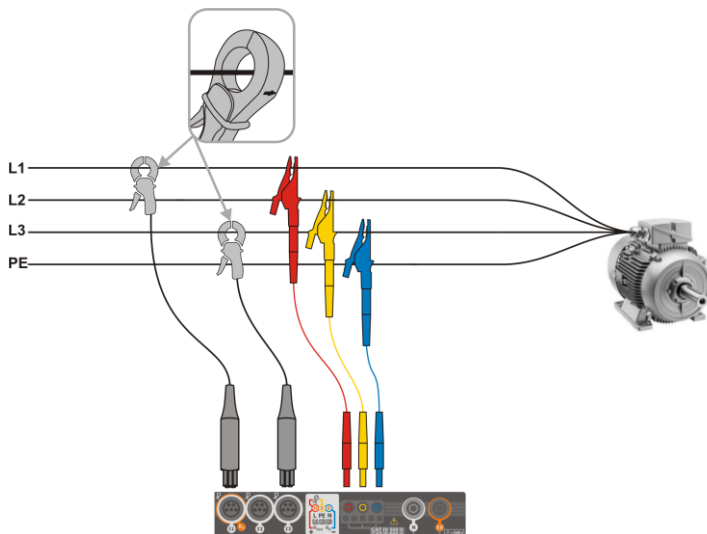
Rys. 4.4 Schemat podłączenia – układ dwufazowy



Rys. 4.5 Schemat podłączenia – układ trójfazowy z czterema przewodami roboczymi



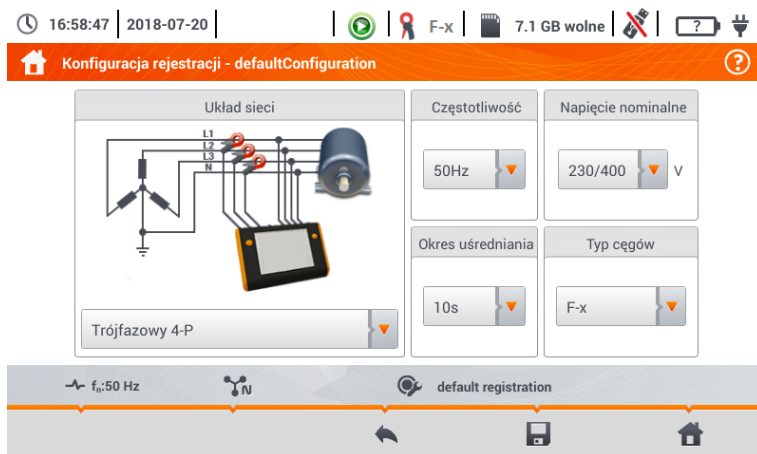
Rys. 4.6 Schemat podłączenia – układ trójfazowy z trzema przewodami roboczymi



Rys. 4.7 Schemat podłączenia – układ trójfazowy z trzema przewodami roboczymi (pomiar prądów metodą Arona)

4.3.2 Konfiguracja rejestracji

Po wybraniu ikony **+** zostanie wyświetlone okno jak na Rys. 4.8. Na pasku tytułowym zostanie wyświetlona domyślna nazwa nowej konfiguracji, utworzona z aktualnej daty i czasu w formacie „RRRR-MM-DD gg_mm_ss_settings”, którą można modyfikować.



Rys. 4.8. Konfiguracja rejestracji - ustawienia ogólne

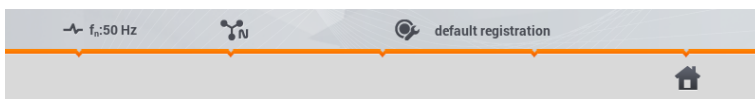
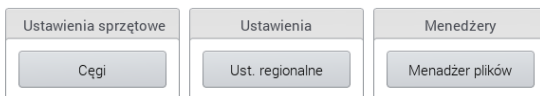
W tym miejscu można zdefiniować:

- **Układ sieci.** Wybierając ikonę listy rozwijanej  lub samą nazwę sieci, można ustawić następujące typy:
 - ⇒ **Jednofazowy,**
 - ⇒ **Dwufazowy,**
 - ⇒ **Trójfazowy 4-P** – układy z przewodem neutralnym takie jak gwiazda z N,
 - ⇒ **Trójfazowy 3-P** – układy bez przewodu neutralnego: gwiazda bez N i trójkąt,
 - ⇒ **Trójfazowy 3-P Aron** – jak zwykły układ 3-przewodowy, ale z pomiarem prądu dwoma cęgami (I_1 i I_3). Trzeci prąd (I_2) wyznaczany jest metodą obliczeniową z zależności $I_2 = -I_1 - I_3$.
- **Częstotliwość** – nominalna częstotliwość sieci. Dostępne są pozycje: **50 Hz, 60 Hz.**
- **Okres uśredniania** - określa czas uśredniania rejestrowanych parametrów, a zarazem czas między kolejnymi zapisami danych na karcie pamięci (poza zdarzeniami). Dostępne są następujące nastawy: 1 s, 3 s, 10 s, 30 s, 1 min, 10 min, 15 min, 30 min.
- **Napięcie nominalne.** Dostępne są pozycje: 58/100, 64/110, 110/190, 115/200, 120/208, 127/220, 133/230, 220/380, 230/400, 240/415, 254/440, 290/500, 400/690 V.
- **Typ cęgów** – tutaj można włączyć lub wyłączyć pomiar prądów oraz ustalić typ cęgów. Jeśli wymagany jest pomiar prądów należy na tej liście wskazać używane cęgi:
 - ⇒ **Brak** – brak zastosowanych cęgów,
 - ⇒ **F-x** – cęgi giętkie (cewka Rogowskiego) o zakresie nominalnym 3000 A AC,
 - ⇒ **C-4** – cęgi CT (z rdzeniem) o zakresie 1000 A AC,
 - ⇒ **C-5** – cęgi z czujnikiem Halla o zakresie 1000 A AC/DC,
 - ⇒ **C-6** – cęgi CT (z rdzeniem) o zakresie 10 A AC,
 - ⇒ **C-7** – cęgi CT (z rdzeniem) o zakresie 100 A AC.

4.4 Ustawienia analizatora

Na ekranie **Ustawienia analizatora** możliwe jest:

- określenie sposobu zapięcia cęgów,
- zmiana identyfikacji faz,
- przeglądanie plików zapisanych w trybie rejestratora.



4.5 Podgląd bieżący sieci (tryb LIVE)

Rejestrator umożliwia podgląd parametrów sieci w czasie rzeczywistym (tzw. tryb LIVE). W menu głównym trybu rejestratora, w dolnej części, wyświetlane są ikony dostępnych widoków:



widok przebiegów chwilowych prądów i napięć (oscylogramy),



widok wykresu czasowego (ang. timeplot),



widok tabeli pomiarów,



widok wykresu wskazowego,



widok harmonicznych.

Odświeżanie ekranu w trybie LIVE można czasowo zablokować używając funkcji **HOLD**.

- Aby wstrzymać odświeżanie, wybrać przycisk na pasku górnym (kolor ikony zmienia się na **czerwony**).
- Aby wznowić odświeżanie ekranu, wybrać ponownie ikonę (kolor ikony zmieni się na **czarny**).

4.5.1 Przebiegi chwilowe napięć i prądów (oscylogramy)

Po wybraniu ikony  wyświetla się widok przebiegów chwilowych prądów i napięć (oscylogramów). Wyświetlane są dwa okresy sieci przebiegów aktywnych kanałów (co zależy od konfiguracji pomiarowej).

Etykietami po prawej stronie okna można **włączać** i **wyłączać** poszczególne kanały pomiarowe (przynajmniej jeden przebieg zawsze musi być widoczny). Na każdej etykietce znajduje się **nazwa kanału** (np. „U L1”) oraz jego **wartość skuteczna**.

4.5.2 Wykres czasowy wartości skutecznych

Po wybraniu ikony  wyświetla się widok wykresu czasowego. Ten widok wyświetla wykres wartości skutecznych napięć i prądów w czasie. Całe okno obejmuje czas ok. 110 sekund. Po wypełnieniu całego okna wykres przesuwają się w lewo o 30 sekund.

4.5.3 Odczyty bieżące – widok tabelaryczny

Po wybraniu ikony  wyświetla się tabela zbiorcza z wartościami parametrów sieci. Tabela odświeża się w czasie rzeczywistym.

Kolejne wiersze oznaczono następująco:

L1	wartości fazowe L1,
L2	wartości fazowe L2,
L3	wartości fazowe L3,
N	wartości napięciowe kanału prądowego I _N ,
L1-2	wartości międzyfazowe L1-L2,
L2-3	wartości międzyfazowe L2-L3,
L3-1	wartości międzyfazowe L3-L1,
Σ	wartości sumaryczne.

W kolejnych kolumnach pokazywane są wartości poszczególnych parametrów:

U [V] wartość skuteczna napięcia,

U_{h01} [V]	wartość skuteczna składowej podstawowej napięcia,
U_{DC} [V]	składowa stała napięcia,
f [Hz]	częstotliwość sieci,
I [A]	wartość skuteczna prądu,
I_{h01} [A]	wartość skuteczna składowej podstawowej prądu,
I_{DC} [A]	składowa stała prądu,
P [W]	moc czynna,
Q_1 lub Q_B [var]	moc bierna składowej podstawowej lub moc bierna wg Budeanu (w zależności od metody obliczania mocy biernej),
S [VA]	moc pozorna,
S_N [VA] lub D [var]	pozorna moc odkształcenia lub moc odkształcenia wg Budeanu (w zależności od metody obliczania mocy biernej),
E_{P+} [Wh]	energia czynna pobrana,
E_{P-} [Wh]	energia czynna oddana,
E_{Q1+} lub E_{QB+} [varh]	energia bierna pobrana,
E_{Q1-} lub E_{QB-} [varh]	energia bierna oddana,
E_S [VAh]	energia pozorna,
PF	współczynnik mocy (ang. <i>Power Factor</i>),
$\cos\phi$	współczynnik przesunięcia fazowego,
Pst	krótkookresowy wskaźnik migotania światła,
Plt	długookresowy wskaźnik migotania światła,
U_0 [V]	składowa symetryczna zerowa napięcia,
U_1 [V]	składowa symetryczna zgodna napięcia,
U_2 [V]	składowa symetryczna przeciwna napięcia,
U_2/U_1 [%]	współczynnik asymetrii składowej przeciwnej napięcia,
U_0/U_1 [%]	współczynnik asymetrii składowej zerowej napięcia,
I_0 [A]	składowa symetryczna zerowa prądu,
I_1 [A]	składowa symetryczna zgodna prądu,
I_2 [A]	składowa symetryczna przeciwna prądu,
I_2/I_1 [%]	współczynnik asymetrii składowej przeciwnej prądu,
I_0/I_1 [%]	współczynnik asymetrii składowej zerowej prądu.

4.5.4 Wykres wektorowy składowych podstawowych (wskazowy)

Po wybraniu ikony  pojawia się wykres wskazowy. Obrazuje on układ wektorów składowych podstawowych napięć i prądów. Może służyć do szybkiej weryfikacji poprawności podłączenia rejestratora do badanej sieci.

Obok wykresu znajdują się tabele:

- o pierwsza z informacjami o wartościach składowych podstawowych i ich kątach,
- o druga ze współczynnikami asymetrii składowych przeciwnych (współczynniki te są wyświetlane jedynie dla sieci trójfazowych).

Charakter obciążenia jest sygnalizowany ikoną:

 cewki (obciążenie indukcyjne), jeżeli kąt między składowymi podstawowymi napięciem i prądem ($\phi_{U_{h1}, I_{h1}}$) jest większy od zera (napięcie wyprzedza prąd),

 kondensatora (obciążenie pojemnościowe) jeśli kąt $\phi_{U_{h1}, I_{h1}}$ jest ujemny (prąd wyprzedza napięcie).

4.5.5 Wykres/tabela harmonicznych

Po wybraniu ikony  wyświetla się tryb wyświetlania harmonicznych. Ekran pozwala na podgląd wartości harmonicznych napięć i prądów, kątów między harmonicznymi prądu i napięcia, współczynników $\cos\phi$ tych prądów oraz współczynników THD. Składowe harmoniczne są wyświetlane w sposób graficzny na wykresie słupkowym (domyślnie) bądź w formie tabelarycznej.

4.6 Włączanie i wyłączanie rejestracji

Po poprawnym skonfigurowaniu można **wyzwolić rejestrację** naciskając przycisk **START**. Trwająca rejestracja sygnalizowana jest ikoną  na pasku górnym oraz miganiem czerwonej diody LED.

Aby **zatrzymać rejestrację**, należy nacisnąć przycisk **START** i potwierdzić chęć przerwania w oknie, które zostanie wyświetlone. Zatrzymanie rejestracji zostanie **potwierdzone dźwiękiem** (długi i trzy krótkie), a kolor ikona rejestracji zmieni się na , a czerwona dioda LED przestanie migać.

4.7 Analiza rejestracji

Analizy zarejestrowanych danych jest możliwa bezpośrednio przy użyciu samego miernika, bez dodatkowego oprogramowania. W zakres analizy wchodzi:

- podgląd ogólny rejestracji - czas początku i końca, średnie wartości napięć i prądów,
- podgląd średniej wartości napięć w całym przedziale rejestracji,
- tworzenie wykresów czasowych dowolnych zarejestrowanych parametrów (z ograniczeniem do 1100 punktów i 4 parametrów na pojedynczym wykresie) z możliwością powiększania i markerem momentu czasowego,
- podgląd wykresu słupkowego harmonicznych (uśredniona wartość za cały przedział rejestracji).

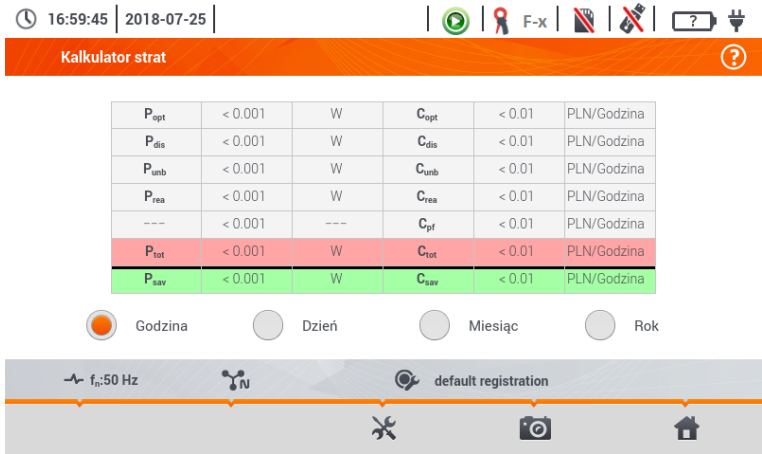
Możliwa jest analiza rejestracji zakończonych i zapisanych na karcie pamięci oraz rejestracji trwających.

Na ekranie **Analiza rejestracji – lista rejestracji** znajduje się lista rejestracji (wpisy o symbolu , zapisanych w pamięci miernika. Listę można przewijać, przesuwając palcem w górę i dół w obrębie widocznego zestawienia. Ze szczegółowym opisem sposobu analizy rejestracji należy zapoznać się w pełnej wersji instrukcji przyrządu znajdującej się na stronie www.sonel.pl

4.8 Kalkulator strat energii

4.8.1 Opis funkcjonalny

W tym trybie można oszacować starty mocy czynnej oraz wiążące się z nimi koszty z tytułu złej jakości zasilania. Ekran analizy strat przedstawiono na **Rys. 4.9**. Analizy można dokonać w żądanym ujęciu czasowym.



Rys. 4.9 Analiza strat energii

Parametry podlegające analizie

P_{opt}	straty mocy na rezystancji przewodów (przy założeniu braku wyższych harmonicznych, asymetrii oraz mocy biernej)	C_{opt}	koszt związany ze stratami P _{opt}
P_{dis}	straty spowodowane wyższymi harmonicznymi	C_{dis}	koszt związany ze stratami P _{dis}
P_{unb}	straty mocy spowodowane asymetrią sieci	C_{unb}	koszt związany ze stratami P _{unb}
P_{rea}	straty mocy spowodowane złym współczynnikiem mocy (od harmonicznych)	C_{rea}	koszt związany ze stratami P _{rea}
P_{tot}	straty całkowite (suma powyższych)	C_{pf}	koszt związany z niskim współczynnikiem mocy (duży udział mocy biernej)
P_{sav}	straty, które można ograniczyć przez polepszenie parametrów jakościowych (np. skompensowanie harmonicznych, zlikwidowanie asymetrii), wynikające z relacji	C_{tot}	koszt związany ze stratami P _{rea}
		C_{sav}	koszt związany ze stratami P _{sav}

$$P_{sav} = P_{tot} - P_{opt}$$

Straty finansowe można oszacować na podstawie bieżących odczytów w ujęciu:

- ⇒ jednej godziny,
- ⇒ jednego dnia,
- ⇒ jednego miesiąca,
- ⇒ jednego roku.

Uaktywnienie jednej z powyższych opcji ( → ) sprawi, że tabela wyświetlać będzie dane adekwatne do dokonanego wyboru.

4.8.2 Konfiguracja kalkulatora strat

Po wybraniu ikony  ukazuje się panel konfiguracyjny kalkulatora. Między ekranami można się przełączać za pomocą ikon  .

Na pierwszym z ekranów należy ustawić parametry przewodu, których dotyczy się analiza, to znaczy:

- dla przewodów fazowych **L**:
 - o **ilość żył** danej fazy,
 - o **przekrój** żył w mm²,
- dla przewodów neutralnych **N**:
 - o **ilość żył** neutralnych ,
 - o **przekrój** żył w mm²,
- **długość** rozpatrywanej linii w metrach,
- **materiał** linii – miedź lub aluminium.

Na podstawie powyższych parametrów kalkulator wyliczy straty mocy w analizowanej linii.

Na drugim z ekranów należy ustawić parametry definiujące straty finansowe, to jest:

- koszt 1 kWh energii czynnej,
- koszt 1 kWh energii biernej przy współczynniku mocy $PF \geq 0,8$,
- koszt 1 kWh energii biernej przy współczynniku mocy $PF < 0,8$,
- walutę.

Aby zmienić walutę:

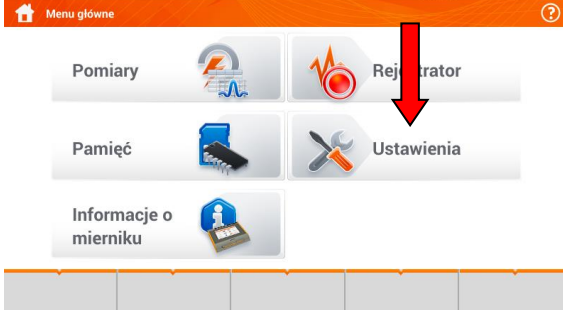
- dotknąć pola z aktualną jednostką,
- wprowadzić nową jednostkę za pomocą klawiatury ekranowej.

5 Pamięć miernika

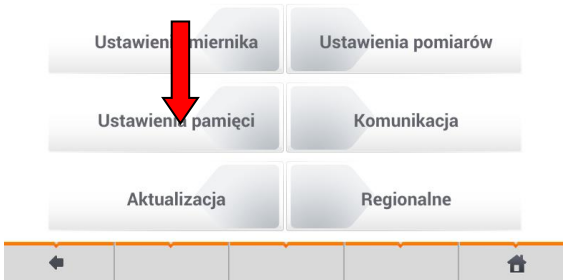
5.1 Pamięć pomiarów

5.1.1 Ustawienia pamięci

1 08:24:26 | 2018-07-21 | 7.1 GB | 44 % W menu głównym wybrać **Ustawienia**.



2 11:33:15 | 2018-06-12 | 1 % Wybrać **Ustawienia pamięci**.



3 11:33:59 | 2018-06-12 | 1 % Pojawią się dwie opcje.



- **Ustawienia fabryczne** – przywraca pamięć miernika do domyślnych ustawień pamięci. Po wybraniu pojawi się prośba o potwierdzenie wyboru.

- **Formatowanie karty**. Po wybraniu pojawi się prośba o potwierdzenie, że użytkownik chce sformatować kartę SD.

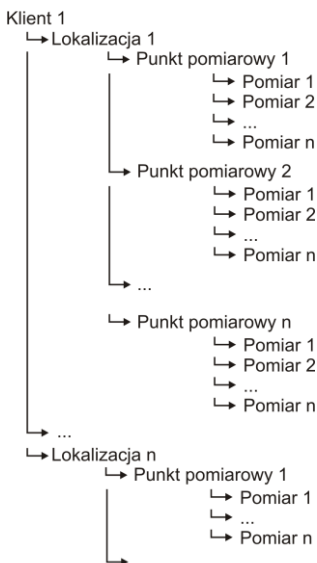
Opis ikon funkcyjnych

◀ powrót do poprzedniego ekranu

🏠 powrót do menu głównego

5.1.2 Organizacja pamięci

Pamięć wyników pomiarów ma strukturę drzewiastą (**Rys. 5.1**). Użytkownik ma możliwość zapisu nieograniczonej liczby klientów. W każdym z klientów może utworzyć dowolną liczbę obiektów, z podobiektami.



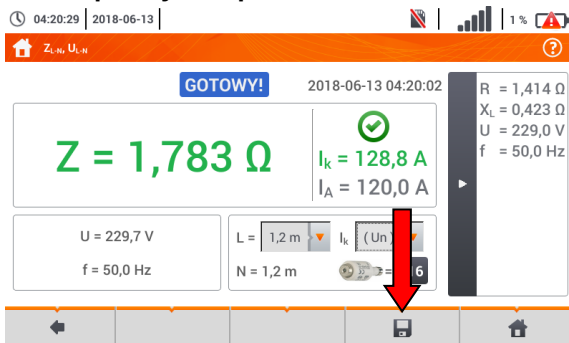
Rys. 5.1. Struktura pamięci miernika dla pojedynczego klienta



- W jednej komórce kolumny **Punkty pomiarowe** można zapisać wyniki pomiarów dokonanych dla wszystkich funkcji pomiarowych.
- Do pamięci wpisywać można jedynie wyniki pomiarów uruchamianych przyciskiem **START** (z wyjątkiem autozerowania w niskonapięciowym pomiarze rezystancji).
- Do pamięci zapisany zostaje komplet wyników (główny i dodatkowe) danej funkcji pomiarowej, ustawione parametry pomiaru oraz data i godzina dokonania pomiaru.

5.1.3 Zapis wyniku pomiaru

1



- Po wykonaniu pomiaru wybrać ikonę .
- Pojawi się menu Zapisywanie wyniku pomiaru (menu i sterowanie analogiczne jak w **rozdz. 5.1.1**).

5.2 Pamięć rejestratora

5.2.1 Karta pamięci microSD

Wymienna karta microSD HC jest głównym magazynem danych miernika. Zapisywane są na niej:

- zarejestrowane dane pomiarowe,
- pliki zrzutów ekranowych.

Na pasku górnym pokazywany jest status karty i dostępne wolne miejsce.

Aby zapewnić poprawną pracę miernika i ustrzec się przed utratą danych, nie należy:

- wyjmować karty pamięci podczas rejestracji. Usunięcie karty grozi **przerwaniem rejestracji, uszkodzeniem** danych zarejestrowanych, a w pewnych przypadkach **uszkodzeniem całej struktury plików** na karcie.
- modyfikować ani usuwać plików zapisanych na karcie lub zapisywać własnych plików. Jeśli miernik po włożeniu karty wykryje błąd systemu plików, wyświetlony zostanie panel formatowania pamięci przyrządu celem wykonania formatowania karty. Dopiero po sformatowaniu (a co za tym idzie – usunięciu wszelkich plików) przyrząd będzie mógł ponownie użyć kartę.

Ponadto przed wyjęciem karty z miernika (np. w celu odczytania danych w *Sonel Analizie*) zaleca się najpierw wyłączyć miernik, aby zostały zapisane wszelkie zbuforowane dane.

Kartę pamięci microSD można sformatować z poziomu interfejsu użytkownika. Należy przejść do **Ustawień analizatora**, a następnie wybrać sekcję **Pamięć**, gdzie użytkownik ma możliwość sformatowania wybranej pamięci (zobacz również **rozdz. 5.1.1**).

5.2.2 Pamięć zewnętrzna USB (pendrive)

Połączenie zewnętrznej przenośnej pamięci USB typu pendrive pozwala na:

- skopiowanie wybranych plików zrzutów ekranowych z karty pamięci microSD na pendrive,
- zapisanie pliku dziennika miernika (logu) w razie błędu przyrządu celem analizy w serwisie producenta,
- przeprowadzenie aktualizacji oprogramowania wewnętrznego przyrządu.

Wspierane systemy plików to FAT32. Po włożeniu pamięci sformatowanej w innym systemie plików zostanie wyświetlone okno informujące o wykryciu niesformatowanego nośnika. Użytkownik może z tego okna przejść bezpośrednio do ekranu formatowania.

Dane na pendrive zapisywane są w folderze o nazwie „PQM-707_DATA”.

5.2.3 Współpraca z programem *Sonel Analiza*

Program *Sonel Analiza* jest aplikacją używaną do pracy z miernikiem MPI-540 oraz analizatorami typu PQM. W połączeniu z powyższymi przyrządami umożliwia on:

- odczyt danych z rejestratora,
- podgląd sieci w czasie rzeczywistym,
- przedstawianie danych w formie tabel,
- przedstawianie danych w formie wykresów,
- analizowanie danych pod kątem normy EN 50160 (raporty), rozporządzenia systemowego i innych zdefiniowanych przez użytkownika warunków odniesienia,
- aktualizację do nowszych wersji oprogramowania wewnętrznego analizatorów oraz samej aplikacji.

Program współpracuje z systemami operacyjnymi Windows XP, Windows Vista, Windows 7, Windows 8 i Windows 10.

Szczegółowa instrukcja obsługi programu *Sonel Analiza* dostępna jest w osobnym dokumencie (również do pobrania ze strony producenta www.sonel.pl).

5.2.4 Połączenie z PC i transmisja danych

Połączenie z komputerem (tryb PC) umożliwia:

- transmisję danych zapisanych w pamięci rejestratora:
 - możliwe jest odczytanie danych wszystkich zakończonych rejestracji,
- Po podłączeniu do PC na wyświetlaczu pojawia się napis „Połączenie PC”
- W czasie połączenia z PC blokowane wszystkie przyciski oprócz , chyba że rejestrator pracuje z włączonym trybem blokady przycisków (np. podczas rejestracji) – wówczas wszystkie przyciski są zablokowane. Na ekranie na dolnym pasku wyświetlana jest ikona , której wybranie powoduje przerwanie połączenia z PC.
- Jeżeli po podłączeniu do PC w ciągu 10 sekund nie nastąpiła żadna wymiana danych między przyrządem a komputerem, przyrząd wychodzi z trybu przesyłania danych i kończy połączenie.

Program *Sonel Analiza* pozwala również na odczyt danych bezpośrednio z karty microSD z użyciem zewnętrznego czytnika kart pamięci. Ta metoda pozwala na najszybsze odczytanie zarejestrowanych danych. Aby użyć tego trybu, należy wyjąć kartę pamięci z miernika i przełożyć ją do czytnika podłączonego do komputera (przy wyjmowaniu karty należy przestrzegać zasad opisanych w rozdz. 5.2.1; bezpieczną metodą jest wcześniejsze wyłączenie miernika).

6 Zasilanie miernika

6.1 Monitorowanie rozładowania akumulatorów

Przyrząd wyposażony jest w pakiet akumulatora Li-Ion 11,1 V 3,4 Ah. Pakiet zawiera w sobie układ nadzorowania stanu ładowania akumulatora, który pozwala dokładnie wskazać rzeczywisty stopień jego naładowania, oraz czujnik temperatury.

Stopień naładowania akumulatora jest na bieżąco wskazywany ikoną na górnym pasku ekranu po prawej stronie

6.2 Wymiana akumulatorów

Miernik MPI-540 jest zasilany z firmowego pakietu akumulatorów SONEI Li-Ion.

Ładowarka jest zamontowana wewnątrz miernika i współpracuje jedynie z firmowym pakietem akumulatorów. Zasilana jest z zewnętrznego zasilacza. Możliwe jest też zasilanie z gniazda zapalniczki samochodowej. Zarówno pakiet akumulatorów, jak i zasilacz są na wyposażeniu standardowym miernika.



OSTRZEŻENIE

Pozostawienie przewodów pomiarowych w gniazdach podczas wymiany baterii (akumulatorów) może spowodować porażenie niebezpiecznym napięciem.

6.3 Ładowanie akumulatorów

Ładowanie akumulatora jest rozpoczynane automatycznie po podłączeniu do przyrządu:

- zasilacza 12 V DC,
- przewodu do ładowania z zapalniczki samochodowej.

Ładowanie jest sygnalizowane ikoną  obok symbolu baterii na pasku górnym oraz diodą **H.V./REC/CONT..** Temperatury akumulatora oraz otoczenia mają wpływ na proces ładowania. Jeśli temperatura akumulatora jest niższa niż 0°C lub wyższa od 45°C, proces ładowania jest wstrzymywany.

7 Dane techniczne

a)	rodzaj izolacji	podwójna, wg PN-EN 61010-1 i IEC 61557
b)	kategoria pomiarowa	IV 300 V (III 500 V) wg PN-EN 61010-2-030
c)	stopień ochrony obudowy wg PN-EN 60529	IP51 (z zamkniętą zaślepką gniazd)
d)	zasilanie miernika	Li-Ion 11,1 V 3,4 Ah 37,7 Wh
e)	parametry zasilacza ładowarki akumulatorów	12 V DC / 2,5 A
		100 V...240 V, 50 Hz...60 Hz (sieć)
f)	wymiary	288 mm x 223 mm x 75 mm
g)	masa miernika z akumulatorami	ok. 2,5 kg
h)	temperatura przechowywania	-20°C...+60°C
i)	temperatura pracy	0°C...+45°C
j)	zakres temperatur pozwalający na rozpoczęcie ładowania akumulatora	+10°C...+40°C
k)	temperatury, przy których przerywane jest ładowanie akumulatora	<+5 °C i ≥ +50°C
l)	wilgotność	20%...90%
m)	temperatura odniesienia	+23°C ± 2°C
n)	wilgotność odniesienia	40%...60%
o)	wysokość n.p.m.	<2000 m
p)	czas do Auto-OFF	2 min, 5 min lub wyłączony
q)	ilość pomiarów Z lub RCD (dla akumulatora)	>3000 (6 pomiarów/minutę)
r)	ilość pomiarów R _{ISO} lub R (dla akumulatora)	>1000
s)	czas rejestracji (dla akumulatora)	16 h
t)	wyświetlacz	kolorowy LCD TFT, dotykowy,800 x 480 pikseli,przekątna 7"
u)	pamięć wyników pomiarów	nieograniczona
v)	pamięć rejestratora	nieograniczona
w)	transmisja wyników	łącze USB
x)	standard jakości ... opracowanie, projekt i produkcja zgodnie z ISO 9001, ISO 14001, PN-N-18001	
y)	przyrząd spełnia wymagania normy IEC 61557	
z)	wyrób spełnia wymagania EMC (odporność dla środowiska przemysłowego) wg norm	PN-EN 61326-1 i PN-EN 61326-2-2



EN 55022 UWAGA!

MPI-540 jest urządzeniem 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).

7.1 Dane podstawowe

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

7.1.1 Pomiar napięć przemiennych (True RMS)

Zakres	Rozdzielczość	Niepewność podstawowa
0,0 V...299,9 V	0,1 V	$\pm(2\% \text{ w.m.} + 4 \text{ cyfry})$
300 V...500 V	1 V	$\pm(2\% \text{ w.m.} + 2 \text{ cyfry})$

- Zakres częstotliwości: 45...65 Hz

7.1.2 Pomiar częstotliwości

Zakres	Rozdzielczość	Niepewność podstawowa
45,0 Hz...65,0 Hz	0,1 Hz	$\pm(0,1\% \text{ w.m.} + 1 \text{ cyfra})$

- Zakres napięć: 50...500 V

7.1.3 Pomiar impedancji pętli zwarcia Z_{L-PE} , Z_{L-N} , Z_{L-L}

Pomiar impedancji pętli zwarcia Z_s

Zakres pomiarowy wg IEC 61557-3:

Przewód pomiarowy	Zakres pomiarowy Z_s
1,2 m	0,130 Ω ...1999,9 Ω
5 m	0,170 Ω ...1999,9 Ω
10 m	0,210 Ω ...1999,9 Ω
20 m	0,290 Ω ...1999,9 Ω
WS-03, WS-04	0,190 Ω ...1999,9 Ω

Zakresy wyświetlania:

Zakres wyświetlania	Rozdzielczość	Niepewność podstawowa
0,000...19,999 Ω	0,001 Ω	$\pm(5\% \text{ w.m.} + 0,03 \Omega)$
20,00...199,99 Ω	0,01 Ω	$\pm(5\% \text{ w.m.} + 0,3 \Omega)$
200,0...1999,9 Ω	0,1 Ω	$\pm(5\% \text{ w.m.} + 3 \Omega)$

- Napięcie nominalne pracy U_{N-L-N}/U_{N-L-L} : 110/190 V, 115/200 V, 127/220 V, 220/380 V, 230/400 V, 240/415 V
- Zakres roboczy napięć: 95 V...270 V (dla Z_{L-PE} i Z_{L-N}) oraz 95 V...440 V (dla Z_{L-L})
- Częstotliwość nominalna sieci f_n : 50 Hz, 60 Hz
- Zakres roboczy częstotliwości: 45 Hz...65 Hz
- Maksymalny prąd pomiarowy (dla 415 V): 41,5 A (10 ms)
- Kontrola poprawności podłączenia zacisku PE przy pomocy elektrody dotykowej

7.1.4 Pomiar impedancji pętli zwarcia $Z_{L-PE[RCD]}$ (bez wyzwalania wyłącznika RCD)

Pomiar impedancji pętli zwarcia Z_s

Zakres pomiarowy wg IEC 61557-3:

- 0,50...1999 Ω dla przewodów 1,2 m, WS-03 i WS-04
- 0,51...1999 Ω dla przewodów 5 m, 10 m i 20 m

Zakres wyświetlania	Rozdzielczość	Niepewność podstawowa
0...19,99 Ω	0,01 Ω	$\pm(6\% \text{ w.m.} + 10 \text{ cyfr})$
20,0...199,9 Ω	0,1 Ω	$\pm(6\% \text{ w.m.} + 5 \text{ cyfr})$
200...1999 Ω	1 Ω	

- Nie powoduje zadziałania wyłączników RCD o $I_{\Delta n} \geq 30 \text{ mA}$
- Napięcie nominalne pracy U_n : 110 V, 115 V, 127 V, 220 V, 230 V, 240 V
- Zakres roboczy napięcie: 95 V...270 V
- Częstotliwość nominalna sieci f_n : 50 Hz, 60 Hz
- Zakres roboczy częstotliwości: 45...65 Hz
- Kontrola poprawności podłączenia zacisku PE przy pomocy elektrody dotykowej

7.1.5 Pomiar parametrów wyłączników RCD

- Pomiar wyłączników RCD typu: AC, A, B, B+, F
- Napięcie nominalne pracy U_n : 110 V, 115 V, 127 V, 220 V, 230 V, 240 V
- Zakres roboczy napięcie: 95 V...270 V
- Częstotliwość nominalna sieci f_n : 50 Hz, 60 Hz
- Zakres roboczy częstotliwości: 45...65 Hz

Test wyłączania RCD i pomiar czasu zadziałania t_A (dla funkcji pomiarowej t_A)

Zakres pomiarowy wg IEC 61557-6: 0 ms ... do górnej granicy wyświetlanej wartości

Typ wyłącznika	Nastawa krotności	Zakres pomiarowy	Rozdzielczość	Niepewność podstawowa
Ogólnego typu i krótkozwłoczny	0,5 $I_{\Delta n}$	0..300 ms (TN/TT)	1 ms	$\pm(2\% \text{ w.m.} + 2 \text{ cyfry})^{1)}$
	1 $I_{\Delta n}$	0..400 ms (IT)		
	2 $I_{\Delta n}$	0..150 ms		
	5 $I_{\Delta n}$	0..40 ms		
Selektywny	0,5 $I_{\Delta n}$	0..500 ms		
	1 $I_{\Delta n}$	0..200 ms		
	2 $I_{\Delta n}$	0..200 ms		
	5 $I_{\Delta n}$	0..150 ms		

¹⁾ dla $I_{\Delta n} = 10 \text{ mA}$ i 0,5 $I_{\Delta n}$ niepewność wynosi $\pm(2\% \text{ w.m.} + 3 \text{ cyfry})$

- Dokładność zadawania prądu różnicowego:

dla 1* $I_{\Delta n}$, 2* $I_{\Delta n}$ i 5* $I_{\Delta n}$ 0..8%

dla 0,5* $I_{\Delta n}$ -8..0%

7.1.6 Pomiar rezystancji uziemienia R_E

Zakres pomiarowy wg IEC 61557-5: 0,50 Ω ...1,99 k Ω dla napięcia pomiarowego 50 V oraz 0,56 Ω ...1,99 k Ω dla napięcia pomiarowego 25 V

Zakres	Rozdzielczość	Niepewność podstawowa
0,00...9,99 Ω	0,01 Ω	$\pm(2\% \text{ w.m.} + 4 \text{ cyfry})$
10,0...99,9 Ω	0,1 Ω	
100...999 Ω	1 Ω	
1,00...1,99 k Ω	0,01 k Ω	

- napięcie pomiarowe: 25 V lub 50 V rms
- prąd pomiarowy: 20 mA, sinusoidalny rms 125 Hz (dla $f_n=50$ Hz) i 150 Hz (dla $f_n=60$ Hz)
- blokowanie pomiaru przy napięciu zakłócającym $U_N > 24$ V
- maksymalne mierzone napięcie zakłóceń $U_{Nmax}=100$ V
- maksymalna rezystancja elektrod pomocniczych 50 k Ω

Selektywny pomiar uziemienia z cęgami

Zakres	Rozdzielczość	Niepewność podstawowa *
0,00...9,99 Ω	0,01 Ω	$\pm(8\% \text{ w.m.} + 4 \text{ cyfry})$
10,0...99,9 Ω	0,1 Ω	
100...999 Ω	1 Ω	
1,00...1,99 k Ω	0,01 k Ω	

- * – przy maksymalnym prądzie zakłócającym 1 A
- Pomiar z dodatkowymi cęgami prądowymi C-3,
- Zakres pomiaru prądu zakłócającego do 9,99 A.

Selektywny pomiar uziemienia z dwoma cęgami

Zakres	Rozdzielczość	Niepewność podstawowa *
0,00...9,99 Ω	0,01 Ω	±(10% w.m. + 4 cyfry)
10,0...19,9 Ω	0,1 Ω	
20,0...99,9 Ω		±(20% w.m. + 4 cyfry)

- * – przy maksymalnym prądzie zakłócającym 1 A
- Pomiar z cęgami nadawczymi N-1 i odbiorczymi C-3.
- Zakres pomiaru prądu zakłócającego do 9,99 A.

Pomiar rezystywności gruntu (ρ)

Zakres	Rozdzielczość	Niepewność podstawowa
0,0...99,9 Ωm	0,1 Ωm	Zależna od niepewności podstawowej pomiaru R_E
100...999 Ωm	1 Ωm	
1,00...9,99 k Ωm	0,01 k Ωm	
10,0...99,9 k Ωm	0,1 k Ωm	

- Pomiar metodą Wennera,
- Możliwość ustawienia odległości w metrach lub stopach,
- Wybór odległości 1 m...30 m (1 stopa...90 stóp).

7.1.7 Niskonapięciowy pomiar ciągłości obwodu i rezystancji

Pomiar ciągłości połączeń ochronnych i wyrównawczych prądem ± 200 mA

Zakres pomiarowy wg IEC 61557-4: 0,12...400 Ω

Zakres	Rozdzielczość	Niepewność podstawowa
0,00...19,99 Ω	0,01 Ω	$\pm(2\% \text{ w.m.} + 3 \text{ cyfry})$
20,0...199,9 Ω	0,1 Ω	
200...400 Ω	1 Ω	

- Napięcie na otwartych zaciskach: 4 V...9 V
- Prąd wyjściowy przy $R < 2 \Omega$: min. 200 mA (I_{SC} : 200 mA..250 mA)
- Kompensacja rezystancji przewodów pomiarowych
- Pomiar dla obu polaryzacji prądu

Pomiar rezystancji małym prądem

Zakres	Rozdzielczość	Niepewność podstawowa
0,0...199,9 Ω	0,1 Ω	$\pm(3\% \text{ w.m.} + 3 \text{ cyfry})$
200...1999 Ω	1 Ω	

- Napięcie na otwartych zaciskach: 4 V...9 V
- Prąd wyjściowy < 8 mA
- Sygnał dźwiękowy dla rezystancji mierzonej $< 30 \Omega \pm 50\%$
- Kompensacja rezystancji przewodów pomiarowych

7.1.8 Pomiar rezystancji izolacji

Zakres pomiarowy wg IEC 61557-2 dla $U_N = 50$ V: 50 k Ω ...250 M Ω

Zakres wyświetlania dla $U_N = 50$ V	Rozdzielczość	Niepewność podstawowa
0 k Ω ...1999 k Ω	1 k Ω	$\pm(3\% \text{ w.m.} + 8 \text{ cyfr})$, [$\pm(5\% \text{ w.m.} + 8 \text{ cyfr})$] *
2,00 M Ω ...19,99 M Ω	0,01 M Ω	
20,0 M Ω ...199,9 M Ω	0,1 M Ω	
200 M Ω ...250 M Ω	1 M Ω	

* – dla przewodów WS-03 i WS-04

Zakres pomiarowy wg IEC 61557-2 dla $U_N = 100$ V: 100 k Ω ...500 M Ω

Zakres wyświetlania dla $U_N = 100$ V	Rozdzielczość	Niepewność podstawowa
0 k Ω ...1999 k Ω	1 k Ω	$\pm(3\% \text{ w.m.} + 8 \text{ cyfr})$ [$\pm(5\% \text{ w.m.} + 8 \text{ cyfr})$] *
2,00 M Ω ...19,99 M Ω	0,01 M Ω	
20,0 M Ω ...199,9 M Ω	0,1 M Ω	
200 M Ω ...500 M Ω	1 M Ω	

* – dla przewodów WS-03 i WS-04

Zakres pomiarowy wg IEC 61557-2 dla $U_N = 250$ V: 250 k Ω ...999 M Ω

Zakres wyświetlania dla $U_N = 250$ V	Rozdzielczość	Niepewność podstawowa
0 k Ω ...1999 k Ω	1 k Ω	$\pm(3\% \text{ w.m.} + 8 \text{ cyfr})$ [$\pm(5\% \text{ w.m.} + 8 \text{ cyfr})$] *
2,00 M Ω ...19,99 M Ω	0,01 M Ω	
20,0 M Ω ...199,9 M Ω	0,1 M Ω	
200 M Ω ...999 M Ω	1 M Ω	

* – dla przewodów WS-03 i WS-04

Zakres pomiarowy wg IEC 61557-2 dla $U_N = 500 \text{ V}$: 500 k Ω ...2,00 G Ω

Zakres wyświetlania dla $U_N = 500 \text{ V}$	Rozdzielczość	Niepewność podstawowa
0...1999 k Ω	1 k Ω	$\pm(3\% \text{ w.m.} + 8 \text{ cyfr})$ $[\pm(5\% \text{ w.m.} + 8 \text{ cyfr})]^*$
2,00...19,99 M Ω	0,01 M Ω	
20,0...199,9 M Ω	0,1 M Ω	
200...999 M Ω	1 M Ω	
1,00...2,00 G Ω	0,01 G Ω	$\pm(4\% \text{ w.m.} + 6 \text{ cyfr})$ $[\pm(6\% \text{ w.m.} + 6 \text{ cyfr})]^*$

* – dla przewodów WS-03 i WS-04

Zakres pomiarowy wg IEC 61557-2 dla $U_N = 1000 \text{ V}$: 1000 k Ω ...4,99 G Ω

Zakres wyświetlania dla $U_N = 1000 \text{ V}$	Rozdzielczość	Niepewność podstawowa
0...1999 k Ω	1 k Ω	$\pm(3\% \text{ w.m.} + 8 \text{ cyfr})$
2,00...19,99 M Ω	0,01 M Ω	
20,0...199,9 M Ω	0,1 M Ω	
200...999 M Ω	1 M Ω	
1,00...4,99 G Ω	0,01 G Ω	$\pm(4\% \text{ w.m.} + 6 \text{ cyfr})$
5,00...9,99 G Ω	0,01 G Ω	niespecyfikowana

- Napięcia pomiarowe: 50 V, 100 V, 250 V, 500 V i 1000 V
- Dokładność zadawania napięcia ($R_{obc} [\Omega] \geq 1000 \cdot U_N [\text{V}]$): -0% +10% od ustawionej wartości
- Wykrywanie niebezpiecznego napięcia przed pomiarem
- Rozładowanie mierzonego obiektu
- Pomiar rezystancji izolacji z użyciem wtyczki UNI-Schuko (WS-03, WS-04) pomiędzy wszystkimi trzema zaciskami (dla $U_N=1000 \text{ V}$ nie jest dostępne)
- Pomiar rezystancji izolacji przewodów wielożyłowych (max 5) przy pomocy zewnętrznej opcjonalnej przystawki AutoISO-1000c
- Pomiar napięcia na zaciskach $+R_{ISO}$, $-R_{ISO}$ w zakresie: 0 V...440 V
- Prąd pomiarowy < 2 mA

7.1.9 Pomiar oświetlenia

Zakresy pomiarowe sondy LP-1

Zakres [lx]	Rozdzielczość [lx]	Niepewność widmowa	Niepewność podstawowa
0...399,9	0,1	f1<6%	$\pm(5\% \text{ w.m.} + 5 \text{ cyfr})$
400...3999	1		
4,00 k...19,99 k	0,01 k		

- Klasa sondy B

Zakresy pomiarowe sondy LP-10B

Zakres [lx]	Rozdzielczość [lx]	Niepewność widmowa	Niepewność podstawowa
0...39,99	0,01	f1<6%	$\pm(5\% \text{ w.m.} + 5 \text{ cyfr})$
40,0...399,9	0,1		
400...3999	1		
4,00 k...39,99 k	0,01 k		
40,0 k...399,9 k	0,1 k		

- Klasa sondy B

Zakresy pomiarowe sondy LP-10A

Zakres [Ix]	Rozdzielczość [Ix]	Niepewność widmowa	Niepewność podstawowa
0...3,999	0,001	f1<2%	±(2% w.m. + 5 cyfr)
4,00...39,99	0,01		
40,0...399,9	0,1		
400...3999	1		
4,00 k...39,99 k	0,01 k		
40,0 k...399,9 k	0,1 k		

- Klasa sondy A

7.1.10 Kolejność faz

- Wskazanie kolejności faz: zgodna (poprawna), przeciwna (niepoprawna)
- Zakres napięć sieci U_{L-L} : 95 V...500 V (45 Hz...65 Hz)
- Wyświetlanie wartości napięć międzyfazowych

7.1.11 Wirowanie silnika

- zakres napięć SEM silników: 1 V ÷ 500 V AC
- prąd pomiarowy (na każdą fazę): <3,5 mA

7.2 Dane rejestratora

Klasa rejestratora: zgodność z normą PN-EN 61000-4-30:2015 klasa S.

7.2.1 Wejścia

Wejścia napięciowe

Liczba wejść	4 (L1, L2, L3, N - 3 tory pomiarowe) nieizolowane galwanicznie między sobą
Maksymalne napięcie wejściowe	L1, L2, L3, N: 500 V_{RMS} względem ziemi.
Szczytowe napięcie wejściowe (bez obcinania)	1150 V (L-N)
Analogowe pasmo przenoszenia (-3 dB)	12 kHz
Przekładniki	definiowane przez użytkownika
Impedancja wejść pomiarowych	14 M Ω (L-L, L-N)
CMRR	>70 dB (50 Hz)

Wejścia prądowe

Liczba wejść	3 (L1, L2, L3) nieizolowane galwanicznie między sobą
Maksymalne szczytowe napięcie wejściowe	5 V względem ziemi
Nominalne napięcie wejściowe (cęgi twarde)	1 V_{RMS}
Szczytowe napięcie wejściowe (cęgi twarde, bez obcinania)	3,6 V

Analogowe pasmo przenoszenia (-3dB)	12 kHz
Impedancja wejściowa	Tor cęgów twardych: 100 k Ω Tor cęgów giętkich: 12,4 k Ω
Zakres pomiarowy (bez przekładników)	Cęgi giętkie F-1(A)/F-2(A)/F-3(A): 1..3000 A (10000 A szczytowo, 50 Hz) Cęgi twarde C-4(A), C-5(A): 1..1000 A (3600 A szczytowo) Cęgi twarde C-6(A): 0,01..10 A (36 A szczytowo) Cęgi twarde C-7(A): 0..100 A (360 A szczytowo)
Przekładniki	definiowane przez użytkownika
CMRR	60 dB (50 Hz)

7.2.2 Próbkowanie i zegar RTC

Przetwornik A/C	16-bitowy
Szybkość próbkowania	5,12 kHz dla 50 Hz i 60 Hz Jednoczesne próbkowanie we wszystkich kanałach
Próbek na okres	102,4 dla 50 Hz; 85,33 dla 60 Hz
Synchronizacja PLL	40..70 Hz
Kanał odniesienia dla układu PLL	L1-N, L1-L2 (w zależności od typu sieci)
Zegar czasu rzeczywistego	± 30 ppm (ok. $\pm 2,6$ sekundy/dzień)

7.2.3 Pomiar napięcia

Napięcie	Zakres i warunki	Rozdzielczość	Niepewność podstawowa
U_{RMS} (AC+DC)	$20\% U_{nom} \leq U_{RMS} \leq 120\% U_{nom}$ dla $U_{nom} \geq 100$ V	$0,1\% U_{nom}$	$\pm 0,5\% U_{nom}$
Współczynnik szczytu	1..10 (1..2,2 dla napięcia 500 V) dla $U_{RMS} \geq 10\% U_{nom}$	0,01	$\pm 5\%$

7.2.4 Pomiar prądu (True RMS)

Prąd	Zakres i warunki	Rozdzielczość	Niepewność podstawowa
I_{RMS} (AC+DC)	Niepewność podstawowa przyrządu		
	$10\% I_{nom} \leq I_{RMS} < 100\% I_{nom}$	0,01% I_{nom}	±2%
	Cęgi giętkie F-1A/F-2A/F-3A		
	0..3000 A (10 kA _{p-p} @ 50Hz)	0,01% I_{nom}	Niepewność dodatkowa ±1% (±2% z uwzględnieniem błędu dodatkowego od położenia)
	Cęgi twarde C-4A		
	0..1000 A (3600 A _{p-p})	0,01% I_{nom}	Niepewność dodatkowa 0,1..10 A: ± (3% + 0,1 A) 10 A: ±3% 50 A: ±1,5% 200 A: ±0,75% 1000..1200 A: ±0,5%
	Cęgi twarde C-5A		
	0..1000 A (3600 A _{p-p})	0,01% I_{nom}	Niepewność dodatkowa 0,5..100 A: ≤ (1,5% + 1 A) 100..800 A: ≤ 2,5% 800..1000 A AC: ≤ 4% 800..1400 A DC: ≤ 4%
	Cęgi twarde C-6A		
	0..10 A (36 A _{p-p})	0,01% I_{nom}	Niepewność dodatkowa 0,01..0,1 A: ± (3% + 1 mA) 0,1..1 A: ±2,5% 1..12 A: ±1%
	Cęgi twarde C-7A		
	0..100 A (360 A _{p-p})	0,01% I_{nom}	Niepewność dodatkowa 0..100 A: ± (0,5% + 0,02 A) (45..65 Hz) 0..100 A: ± (1,0% + 0,04 A) (40..1000 Hz)
Współczynnik szczytu	1..10 (maks. 3,6 dla I_{nom}) dla $I_{RMS} \geq 1\% I_{nom}$	0,01	±5%

7.2.5 Pomiar częstotliwości

Częstotliwość	Zakres i warunki	Rozdzielczość	Niepewność podstawowa
f	40..70 Hz $15\% U_{nom} \leq U_{RMS} \leq 120\% U_{nom}$	0,01 Hz	±0,05 Hz

7.2.6 Pomiar harmonicznych

Harmoniczne	Zakres i warunki	Rozdzielczość	Niepewność podstawowa
Rząd harmonicznej (n)	DC, 1..40, grupowanie: podgrupy harmoniczne wg PN-EN 61000-4-7		
Amplituda U_{RMS}	$0..200\% U_{nom}$	$0,01\% U_{nom}$	$\pm 0,15\% U_{nom}$ jeśli w.m. $< 3\% U_{nom}$ $\pm 5\%$ w.m. jeśli w.m. $\geq 3\% U_{nom}$ (wg PN-EN 61000-4-7 klasa II)
Amplituda I_{RMS}	W zależności od użytych cęgów (patrz specyfikacja I_{RMS})	$0,01\% I_{nom}$	$\pm 0,5\% I_{nom}$ jeśli w.m. $< 10\% I_{nom}$ $\pm 5\%$ w.m. jeśli w.m. $\geq 10\% I_{nom}$ (wg PN-EN 61000-4-7 klasa II)
THD-F napięcia (n = 2..40)	$0,0...100,0\%$ dla $U_{RMS} \geq 1\% U_{nom}$	$0,1\%$	$\pm 5\%$
THD-F prądu (n = 2..40)	$0,0...100,0\%$ dla $I_{RMS} \geq 1\% I_{nom}$	$0,1\%$	$\pm 5\%$

7.2.7 Asymetria

Asymetria (napięcie i prąd)	Zakres i warunki	Rozdzielczość	Niepewność podstawowa
Współczynnik asymetrii składowej zgodnej, przeciwnej i zerowej	$0,0\%...10,0\%$ dla $80\% U_{nom} \leq U_{RMS} < 150\% U_{nom}$	$0,1\%$	$\pm 0,15\%$ (niepewność bezwzględna)

7.2.8 Pomiar mocy i energii

Moc i energia	Warunki (dla mocy i energii $80\% U_{nom} \leq U_{RMS} < 120\% U_{nom}$)	Rozdzielczość	Niepewność podstawowa
Moc czynna Energia czynna	$2\% I_{nom} \leq I_{RMS} < 5\% I_{nom}$ $\cos\varphi = 1$	zależna od U_{nom} i I_{nom}	$\pm \sqrt{2,5^2 + \delta_{ph}^2} \%$
	$5\% I_{nom} \leq I_{RMS} \leq I_{nom}$ $\cos\varphi = 1$		$\pm \sqrt{2,0^2 + \delta_{ph}^2} \%$
	$5\% I_{nom} \leq I_{RMS} < 10\% I_{nom}$ $\cos\varphi = 0,5$		$\pm \sqrt{2,5^2 + \delta_{ph}^2} \%$
	$10\% I_{nom} \leq I_{RMS} \leq I_{nom}$ $\cos\varphi = 0,5$		$\pm \sqrt{2,0^2 + \delta_{ph}^2} \%$
Moc bierna Energia bierna	$2\% I_{nom} \leq I_{RMS} < 5\% I_{nom}$ $\sin\varphi = 1$	zależna od U_{nom} i I_{nom}	$\pm \sqrt{4,0^2 + \delta_{ph}^2} \%$
	$5\% I_{nom} \leq I_{RMS} < I_{nom}$ $\sin\varphi = 1$		$\pm \sqrt{3,0^2 + \delta_{ph}^2} \%$
	$5\% I_{nom} \leq I_{RMS} < 10\% I_{nom}$ $\sin\varphi = 0,5$		$\pm \sqrt{4,0^2 + \delta_{ph}^2} \%$
	$10\% I_{nom} \leq I_{RMS} < I_{nom}$ $\sin\varphi = 0,5$		$\pm \sqrt{3,0^2 + \delta_{ph}^2} \%$
	$10\% I_{nom} \leq I_{RMS} < I_{nom}$ $\sin\varphi = 0,25$		$\pm \sqrt{4,0^2 + \delta_{ph}^2} \%$
Moc pozorna Energia pozorna	$2\% I_{nom} \leq I_{RMS} < 5\% I_{nom}$	zależna od U_{nom} i I_{nom}	$\pm 2,5\%$
	$5\% I_{nom} \leq I_{RMS} \leq I_{nom}$		$\pm 2,0\%$
Współczynnik mocy (PF)	$0...1$ $50\% U_{nom} \leq U_{RMS} < 150\% U_{nom}$ $10\% I_{nom} \leq I_{RMS} < I_{nom}$	$0,01$	$\pm 0,03$
Współczynnik przesunięcia fazowego ($\cos\varphi$ /DPF)	$0...1$ $50\% U_{nom} \leq U_{RMS} < 150\% U_{nom}$ $10\% I_{nom} \leq I_{RMS} < I_{nom}$	$0,01$	$\pm 0,03$

8 Wyposażenie

8.1 Wyposażenie standardowe

W skład standardowego kompletu dostarczanego przez producenta wchodzi:

- miernik MPI-540 – **WMPLMPI540**
- komplet przewodów pomiarowych:
 - adapter WS-03 wyzwalający pomiar (wtyk UNI-Schuko) (kat. III 300 V) – **WS-03 – WAADAWS03**
 - przewody 1,2 m w kat. III 1000 V zakończone wtykami bananowymi – 4 szt.:
 - żółty – **WAPRZ1X2YEBB**
 - czerwony – **WAPRZ1X2REBB**
 - niebieski – **WAPRZ1X2BUBB**
 - czarny z oznacznikiem N – **WAPRZ1X2BLBBN**
 - przewód do pomiaru uziemień na szpuli (wtyki bananowe):
 - 15 m niebieski – **WAPRZ015BUBBSZ**
 - 30 m czerwony – **WAPRZ030REBBSZ**
- przewód do transmisji, zakończony wtykami USB – **WAPRZUSB**
- krokodylek 1 kV 20 A (kat. III 1000 V) – 4 szt.:
 - żółty K02 – **WAKROYE20K02**
 - czerwony K02 – **WAKRORE20K02**
 - niebieski K02 – **WAKROBU20K02**
 - czarny K02 – **WAKROBL20K02**
- sonda ostrzowa z gniazdem bananowym (kat. III 1000 V) – 3 szt.:
 - żółta – **WASONYEOGB1**
 - czerwona – **WASONREOGB1**
 - niebieska – **WASONBUOGB1**
- sonda 30 cm do wbijania w grunt – 2 szt. – **WASONG30**
- adapter do złączki szynowej z gwintem M4/M6 – komplet 4 szt (do złączki szynowej z gwintem M4 i M6) – **WAADAM4M64**
- zasilacz do ładowania akumulatorów Z7 – **WAZASZ7**
- przewód do ładowania akumulatorów (wtyk IEC C13, 230 V) – **WAPRZLAD230**
- przewód do ładowania z gniazda zapalniczki samochodowej – **WAPRZLAD12SAM**
- futerał na miernik i akcesoria – **WAFUTL2**
- szelki do miernika (długie 1,5 m i krótkie 30 cm) – **WAPOZSZSEKPL**
- pojemnik z akumulatorem Li-Ion 11,1 V 3,4 Ah – **WAAKU15**
- karta microSD 4 GB
- cęgi elastyczne F-3A o prądzie do 3 kA AC (Ø 120 mm) – 3 szt. – **WACEGF3AOKR**
- instrukcja obsługi
- karta gwarancyjna
- certyfikat kalibracji
- uniwersalna płyta SONEŁ z oprogramowaniem

KOMUNIKATY POMIAROWE



UWAGA!

Miernik MPI-540 przeznaczony jest do pracy przy znamionowych napięciach fazowych 110 V, 115 V, 127 V, 220 V, 230 V i 240 V oraz napięciach międzyfazowych 190 V, 200 V, 220 V, 380 V, 400 V, 415 V.

Podłączenie napięcia wyższego niż dopuszczalne pomiędzy dowolne zaciski pomiarowe może spowodować uszkodzenie miernika i zagrożenie dla użytkownika.

Pomiar Z_s	
L-N!	Napięcie U_{L-N} jest niepoprawne do wykonania pomiaru.
L-PE!	Napięcie U_{L-PE} jest niepoprawne do wykonania pomiaru.
N-PE!	Napięcie U_{N-PE} przekracza dopuszczalną wartość 50 V.
L ↔ N	Faza podłączona do zacisku N zamiast L (np. zamiana L i N w gniazdku sieciowym).
TEMPERATURA!	Przekroczona temperatura miernika.
f!	Częstotliwość sieci jest poza zakresem 45...65 Hz.
BŁĄD!	Błąd pomiaru. Wyświetlenie poprawnego wyniku niemożliwe.
Uszkodzenie obwodu zwarciowego	Miernik należy oddać do serwisu.
U>500V! i ciągły sygnał dźwiękowy	Na zaciskach pomiarowych przed pomiarem napięcie przekracza 500 V.
NAPIĘCIE!	Napięcie na badanym obiekcie nie mieści się w ramach przynależnych do ustawionego napięcia znamionowego sieci U_n .
LIMIT!	Zbyt niska wartość spodziewanego prądu zwarcia I_k dla ustawionego zabezpieczenia i jego czasu zadziałania.
Pomiar R_E	
NAPIĘCIE!	Zbyt wysokie napięcie na zaciskach miernika.
H!	Przerwa w obwodzie sondy prądowej.
S!	Przerwa w obwodzie sondy napięciowej.
$R_E > 1,99 k\Omega$	Przekroczony zakres pomiarowy.
SZUM!	Zbyt mała wartość stosunku sygnał/szum (zbyt duży sygnał zakłócający).
LIMIT!	Niepewność pomiaru R_E od rezystancji elektrod > 30% (do obliczenia niepewności, brane są wartości zmierzone).
	Przerwa w obwodzie pomiarowym lub rezystancja sond pomiarowych większa niż 60 kΩ.
Pomiar RCD	
$U_B > U_L!$	Napięcie dotykowe przekracza ustawioną wartość progową U_L .
!	Z prawej strony wyniku oznacza niesprawność RCD.
PE! i ciągły sygnał dźwiękowy	Napięcia między elektrodą dotykową a PE przekracza dopuszczalną wartość progową U_L .
Pomiar R_{iso}	
 i ciągły sygnał dźwiękowy	Wykryto obecność napięcia na zaciskach miernika. Pomiar niemożliwy.
SZUM!	Na badanym obiekcie występuje napięcie zakłócające. Pomiar jest możliwy, jednak może być obciążony dodatkową niepewnością.
LIMIT!	Zadziałało ograniczenie prądowe. Wyświetleniu symbolu w czasie trwania pomiaru towarzyszy ciągły sygnał dźwiękowy. Jeżeli wyświetlany jest po pomiarze, wówczas oznacza, że wynik pomiaru uzyskano przy pracy na ograniczeniu prądowym (np. zwarcie badanego obiektu).