

**SKRÓCONA  
INSTRUKCJA OBSŁUGI  
MIERNIK PARAMETRÓW  
INSTALACJI  
MPI-540 • MPI-540-PV**

# MPI-540 • MPI-540-PV

Gniazda cęgów  
11, 12, 13 - rejestrator  
 $R_E$  - pomiar uzziemień

Gniazda pomiarowe

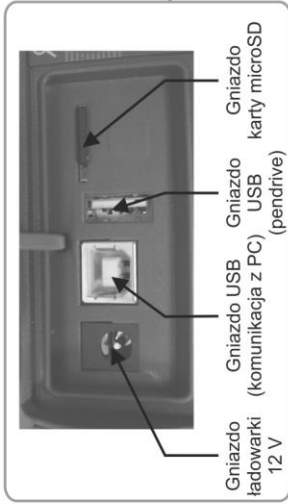
Gniazdo N rejestratora

Gniazdo ES do pomiaru rezystancji uzziemienia i rezystywności gruntu

Włączanie i wyłączanie miernika



Ucha do zapięcia szelek



Gniazdo ładowarki 12 V

Gniazdo USB (komunikacja z PC)

Gniazdo USB (pendrive)

Gniazdo karty microSD

Uruchamianie procedury pomiarowej

Elektroda dotykowa

Ekran dotykowy

	Wstecz
	Zapisz
	Pokaż ostatni pomiar
	Do menu głównego
	Wybierz pozycję
	Pokaż dodatkowe ikony
	Dodaj pozycję
	Edytuj pozycję
	Wyszukaj
	Usuń pozycję
	Zamknij menu



## **SKRÓCONA INSTRUKCJA OBSŁUGI**

# **MIERNIK PARAMETRÓW INSTALACJI MPI-540 • MPI-540-PV**



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

**Pełna wersja instrukcji znajduje się  
na stronie internetowej [www.sonel.pl](http://www.sonel.pl)**

Wersja 2.06 20.07.2022

# SPIS TREŚCI

<b>1</b>	<b>Bezpieczeństwo</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Menu główne</b>	<b>6</b>
2.1	Ustawienia miernika	7
2.2	Ustawienia pomiarów	7
2.2.1	Podmenu Pomiary	7
2.2.2	<b>MPI-540-PV</b> Podmenu Moduły PV	8
2.3	Komunikacja	9
2.3.1	Komunikacja przez USB	9
2.3.2	<b>MPI-540-PV</b> Połączenie z miernikiem irradancji	9
2.4	Ustawienia regionalne	10
<b>3</b>	<b>Pomiary</b>	<b>11</b>
3.1	Sprawdzenie poprawności wykonania połączeń przewodu ochronnego	12
3.2	Parametry pętli zwarcia	13
3.2.1	Parametry pętli zwarcia w obwodzie L-N i L-L	13
3.2.2	Parametry pętli zwarcia w obwodzie L-PE	13
3.2.3	Impedancja pętli zwarcia w obwodzie L-PE zabezpieczonym wyłącznikiem RCD	14
3.2.4	Pomiar impedancji pętli zwarcia w sieciach IT	15
3.3	Spadek napięcia	16
3.4	Rezystancja uziemienia	17
3.4.1	Pomiar rezystancji uziemień metodą trójbiegunową ( $R_{E3P}$ )	17
3.4.2	Pomiar rezystancji uziemień metodą czteroprzewodową ( $R_{E4P}$ )	18
3.4.3	Pomiar rezystancji uziemień metodą trójbiegunową z dodatkowymi cęgami ( $R_{E3P+C}$ )	19
3.4.4	Pomiar rezystancji uziemień metodą dwucęgową (2C)	20
3.5	Rezystywność gruntu	21
3.6	Parametry wyłączników różnicowoprądowych RCD	22
3.6.1	Pomiary w sieciach IT	23
3.7	Pomiary automatyczne wyłączników różnicowoprądowych RCD	24
3.7.1	Ustawienia pomiarów automatycznych RCD	24
3.7.2	Automatyczny pomiar RCD	25
3.8	Rezystancja izolacji	27
3.9	Niskonapięciowy pomiar rezystancji	29
3.9.1	Pomiar rezystancji	29
3.9.2	Pomiar rezystancji przewodów ochronnych i połączeń wyrównawczych prądem $\pm 200$ mA	29
3.10	Kolejność faz	30
3.11	Kierunek wirowania silnika	31
3.12	Natężenie oświetlenia	32
3.13	<b>MPI-540-PV</b> Rezystancja uziemienia (PV)	32
3.14	<b>MPI-540-PV</b> Rezystancja izolacji (PV)	33
3.15	<b>MPI-540-PV</b> Ciągłość połączeń (PV)	33
3.16	<b>MPI-540-PV</b> Napięcie DC otwartego obwodu $U_{OC}$	34
3.17	<b>MPI-540-PV</b> Prąd DC zwarcia $I_{SC}$	35
3.18	<b>MPI-540-PV</b> Test panelu inwertera $\eta$ , $P$ , $I$	36
3.18.1	Konfiguracja pomiaru	37
3.18.2	Odczyty bieżące	38
3.19	<b>MPI-540-PV</b> Zerowanie cęgów C-PV	39
3.20	<b>MPI-540-PV</b> Irradiacja i temperatura	39

<b>4</b>	<b>Pomiary automatyczne</b>	<b>40</b>
4.1	Wykonywanie pomiarów automatycznych	40
4.2	Tworzenie procedur pomiarowych	42
<b>5</b>	<b>Rejestrator</b>	<b>44</b>
5.1	Opis funkcjonalny	44
5.2	Główne elementy ekranu	46
5.2.1	Okno główne	46
5.2.2	Pasek informacji o parametrach bieżącej sieci	47
5.2.3	Pomoc	47
5.3	Podłączenie układu pomiarowego	47
5.3.1	Układy pomiarowe	47
5.3.2	Konfiguracja rejestracji	50
5.4	Ustawienia analizatora	51
5.5	Podgląd bieżący sieci (tryb LIVE)	52
5.5.1	Przebiegi chwilowe napięć i prądów (oscylogramy)	52
5.5.2	Wykres czasowy wartości skutecznych	52
5.5.3	Odczyty bieżące – widok tabelaryczny	52
5.5.4	Wykres wektorowy składowych podstawowych (wskazowy)	53
5.5.5	Wykres/tabela harmoniczných	54
5.6	Włączanie i wyłączanie rejestracji	54
5.7	Analiza rejestracji	54
5.8	Kalkulator strat energii	55
5.8.1	Opis funkcjonalny	55
5.8.2	Konfiguracja kalkulatora strat	56
5.9	Sprawność inwertera	56
<b>6</b>	<b>Pamięć miernika</b>	<b>57</b>
6.1	Pamięć pomiarów	57
6.1.1	Ustawienia pamięci	57
6.1.2	Organizacja pamięci	58
6.1.3	Zapis wyniku pomiaru	58
6.2	Pamięć rejestratora	59
6.2.1	Karta pamięci microSD	59
6.2.2	Pamięć zewnętrzna USB (pendrive)	59
6.2.3	Współpraca z programem Sonel Analiza	59
6.2.4	Połączenie z PC i transmisja danych	60
<b>7</b>	<b>Zasilanie miernika</b>	<b>60</b>
7.1	Monitorowanie rozładowania akumulatorów	60
7.2	Wymiana akumulatorów	60
7.3	Ładowanie akumulatorów	60
<b>8</b>	<b>Dane techniczne</b>	<b>61</b>
8.1	Dane podstawowe	61
8.1.1	Pomiar napięć przemiennych (True RMS)	61
8.1.2	Pomiar częstotliwości	61
8.1.3	Pomiar impedancji pętli zwarcia $Z_{L-PE}$ , $Z_{L-N}$ , $Z_{L-L}$	61
8.1.4	Pomiar impedancji pętli zwarcia $Z_{L-PE[RCD]}$ (bez wyzwalania wyłącznika RCD)	62
8.1.5	Pomiar parametrów wyłączników RCD	62
8.1.6	Pomiar rezystancji uziemienia $R_E$	63
8.1.7	Niskonapięciowy pomiar ciągłości obwodu i rezystancji	64
8.1.8	Pomiar rezystancji izolacji	64
8.1.9	Pomiar oświetlenia	65

8.1.10	Kolejność faz .....	66
8.1.11	Wirowanie silnika .....	66
8.1.12	<b>MPI-540-PV</b> Pomiar napięcia DC obwodu otwartego $U_{OC}$ .....	66
8.1.13	<b>MPI-540-PV</b> Pomiar prądu DC zwarcia $I_{sc}$ .....	66
8.2	Dane rejestratora .....	66
8.2.1	Wejścia .....	66
8.2.2	Próbkowanie i zegar RTC .....	67
8.2.3	Pomiar napięcia .....	67
8.2.4	Pomiar prądu (True RMS).....	68
8.2.5	Pomiar częstotliwości .....	68
8.2.6	Pomiar harmonicznych.....	69
8.2.7	Asymetria .....	69
8.2.8	Pomiar mocy i energii .....	69
8.3	Pozostałe dane techniczne .....	70
<b>9</b>	<b>Akcesoria.....</b>	<b>71</b>
9.1	Akcesoria standardowe.....	71

# 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 wylaniem 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 zasilacz ze źródeł innych niż wymienione w niniejszej instrukcji.
- Wejścia **R<sub>ISO</sub>** 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 przeznaczonych dla danego przyrządu, wymienionych w **rozdz. 9**. Stosowanie innych akcesoriów może spowodować zagrożenie dla użytkownika, uszkodzenie gniazda pomiarowego oraz wprowadzać dodatkowe błędy pomiarowe.

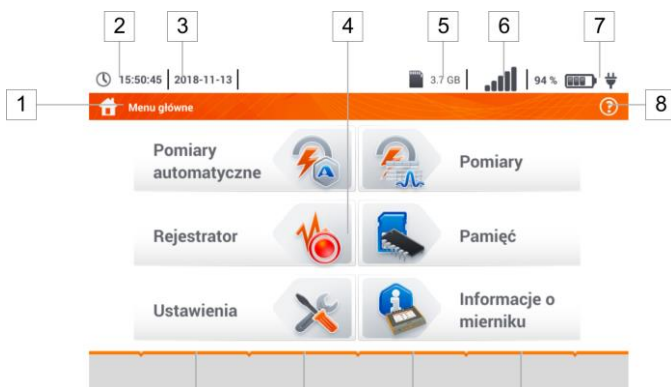


W związku z ciągłym rozwijaniem oprogramowania przyrządu, wygląd wyświetlacza dla niektórych funkcji może różnić się od tego przedstawionego w niniejszej instrukcji.

## 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 **rozd. 5**),
- **Ustawienia** – przejście do ustawień głównych funkcji miernika oraz jego parametrów,
- **Pomiary** – wybór funkcji pomiarowej. Opis poszczególnych funkcji zawarto w **rozd. 3**,
- **Pamięć** – przeglądanie i zarządzanie zapisanymi wynikami pomiarów (opis w **rozd. 6**),
- **Informacje o mierniku**.

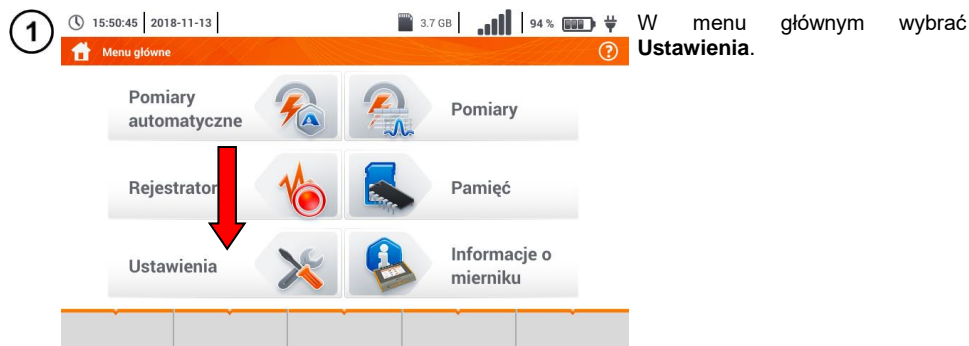


Szczegółowy opis poszczególnych funkcjonalności znajduje się w pełnej wersji instrukcji na stronie internetowej [www.sonel.pl](http://www.sonel.pl).



## 2.1 Ustawienia miernika

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



## 2.2 Ustawienia pomiarów

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

- parametrów sieci,
- bazy zabezpieczeń,
- **MPI-540-PV** parametrów instalacji fotowoltaicznej,
- **MPI-540-PV** bazy modułów fotowoltaicznych.

### 2.2.1 Podmenu Pomiary

Opcja **Pomiary** 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),
- licznik czasu w pomiarach automatycznych,
- **MPI-540-PV** minimalna wartość irradiancji do przeliczeń do warunków STC,
- **MPI-540-PV** źródło pomiaru temperatury,
- **MPI-540-PV** liczba modułów fotowoltaicznych w szeregu,
- **MPI-540-PV** liczba modułów fotowoltaicznych równolegle,
- norma pomiaru RCD EV.

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 zwarciowego.

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

**Norma pomiaru RCD EV** określa parametry pomiaru wyłączników RCD dedykowanych do obszaru elektromobilności i fotowoltaiki.

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

**Licznik czasu w pomiarach automatycznych** określa odstęp czasowy, w jakim startują kolejne kroki procedury pomiarowej.

## 2.2.2 MPI-540-PV Podmenu Moduły PV

1



- W kolumnie **Moduł** ikoną **+** dodać moduł PV.
- W kolumnie **Parametry** uzupełnić parametry modułu.

2



**Opis ikon funkcyjnych**

- rekord nieaktywny
- rekord aktywny
- +** dodanie nowego rekordu
- 🗑️** usunięcie aktywnego rekordu
- ⬅️** powrót do poprzedniego ekranu
- 🏠** powrót do menu głównego

### Lista parametrów

**Nazwa** – nazwa modułu

**Pmax** – moc w punkcie MPP\*

**Umpp** – napięcie w punkcie MPP\*

**Impp** – prąd w punkcie MPP\*

**Uoc** – napięcie jałowe

**Isc** – prąd zwarcia

**NOCT** – temperatura ogniw przy pracy znamionowej

**alpha** – temperaturowy współczynnik prądu Isc

**beta** – temperaturowy współczynnik napięcia Uoc

**gamma** – temperaturowy współczynnik mocy Pmax

**Rs** - szeregową rezystancją modułu PV

\* MPP – punkt mocy maksymalnej

## 2.3 Komunikacja

### 2.3.1 Komunikacja przez USB

Zabudowany w mierniku port USB typu B służy do podłączenia miernika do komputera celem zczytania 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.
- **Sonel Pomiary Elektryczne** – program służy do pobrania z pamięci miernika zapisanych danych oraz tworzenia na ich podstawie profesjonalnego raportu z pomiarów.

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.

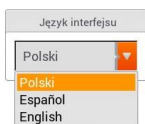
### 2.3.2 **MPI-540-PV** Połączenie z miernikiem irradiancji

- 1 Przejdź do sekcji **Ustawienia** ► **Ustawienia komunikacji** ► **LoRa**.
- 2 Podłączyć adapter LoRa do gniazda USB miernika. Na górnym pasku pojawi się symbol **LoRa**.
- 3 Wprowadzić miernik irradiancji w tryb parowania. Wprowadzić jego numer seryjny do MPI-540-PV.
- 4 Wybrać **Paruj**.



## 2.4 Ustawienia regionalne



- 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.**

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



#### Pomiary niskonapięciowe LV:

- impedancja pętli zwarcia ( $Z_{L-N}$ ,  $L-L$ ,  $Z_{L-PE}$ ,  $Z_{L-PE[RCD]}$  z zabezpieczeniem RCD),
- spadek napięcia  $\Delta U$ ,
- rezystancja izolacji  $R_{iso}$ ,
- sprawdzenie parametrów wyłącznika różnicowoprądowego (prąd zadziałania **RCD**  $I_A$ , czas zadziałania **RCD**  $t_A$ , pomiary w trybie automatycznym),
- 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  $\Omega m$ ,
- natężenie oświetlenia **Lux**.

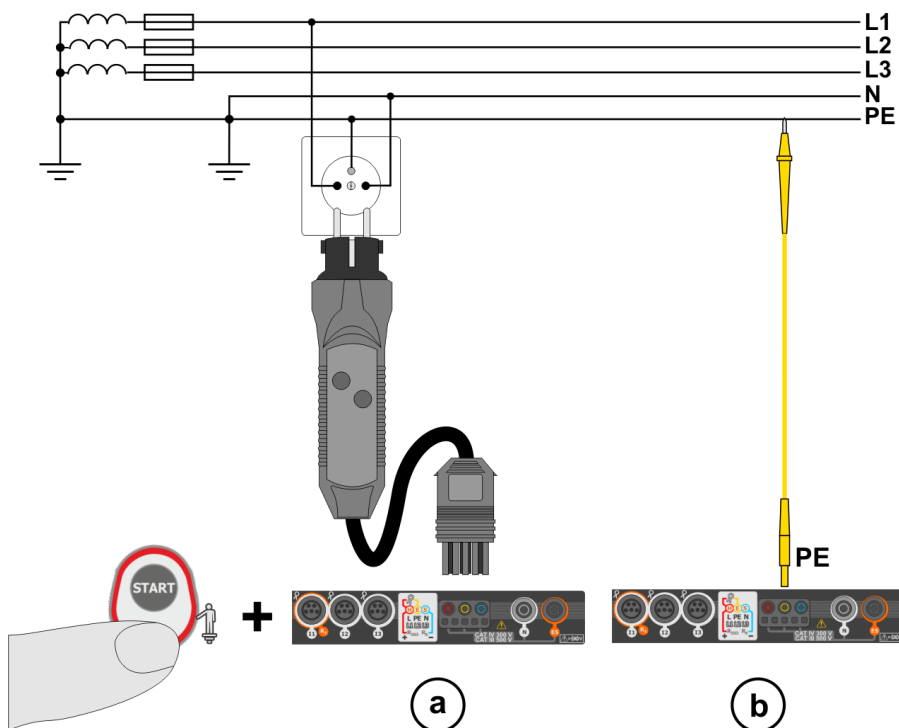
**MPI-540-PV**



#### Pomiary urządzeń fotowoltaicznych PV:

- ciągłość połączeń ochronnych i wyrównawczych  $R_{cont}$ ,
- rezystancja uziemienia  $R_E$ ,
- rezystancja izolacji  $R_{iso}$  **PV**,
- napięcie otwartego obwodu  $U_{oc}$ ,
- prąd zwarcia  $I_{sc}$ ,
- prądy i moce po stronie AC i DC inwertera oraz jego sprawność  $\eta$ , **P**, **I**,
- irradiancja **Irr**.

### 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  $Z_{L-N, L-L}$** .



#### OSTRZEŻENIE

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



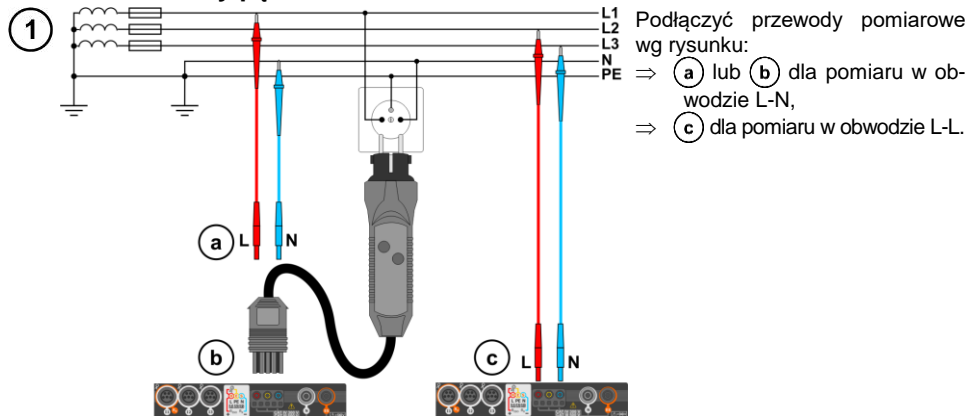
- Należy upewnić się, że w czasie pomiaru stoimy na nieizolowanym podłożu. Podłoże izolowane może spowodować błędny wynik sprawdzenia.
- Jeśli napięcie na przewodzie PE przekroczy dopuszczalną wartość (ok. 50 V), miernik zasygnalizuje ten fakt.

## 3.2 Parametry pętli zwarcia



Wybrać pozycję  $Z_{L-N, L-L}$ ,  $Z_{L-PE}$  lub  $Z_{L-PE[RCD]}$ .

### 3.2.1 Parametry pętli zwarcia w obwodzie L-N i L-L



2

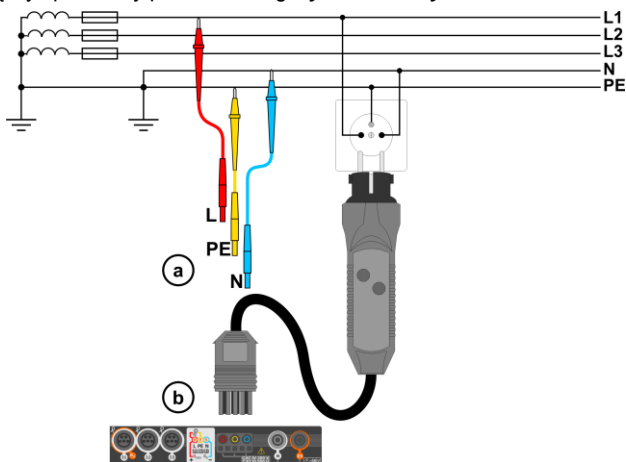


Wybrać pozycję  $Z_{L-N, L-L}$ .

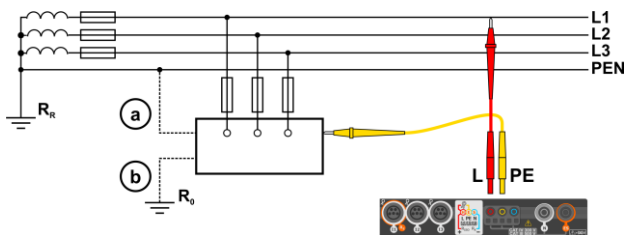
3 Dobrać pozostałe ustawienia i wykonać pomiar poprzez przycisk **START** na przyrządzie.

### 3.2.2 Parametry 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 obwodu urządzenia w przypadku: (a) sieci TN lub (b) sieci TT

2



Wybrać pozycję Z<sub>L-PE</sub>.

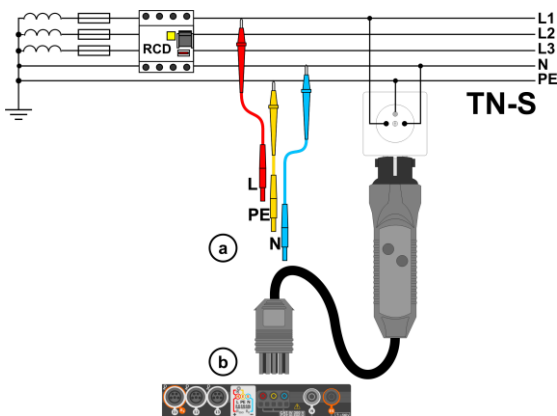
3

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

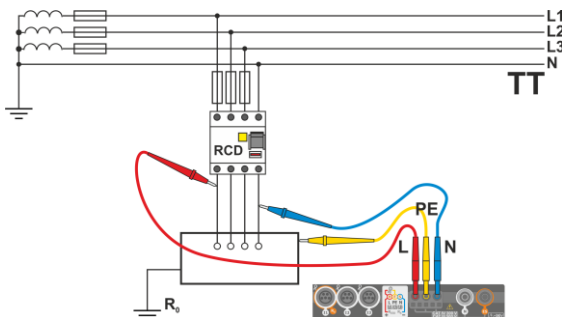
### 3.2.3 Impedancja pętli zwarcia w obwodzie L-PE zabezpieczonym wyłącznikiem RCD

1

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

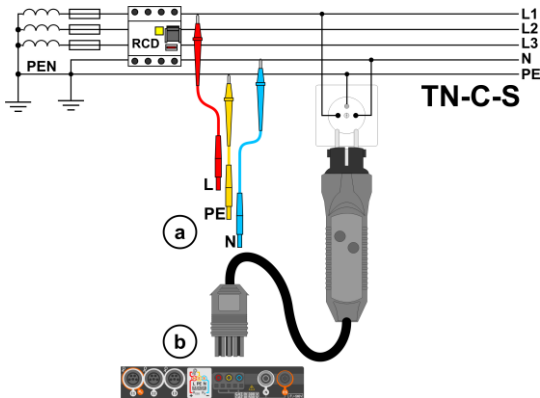


Rys. 3.3 Pomiar w układzie TN-S



Rys. 3.4 Pomiar w układzie TT





Rys. 3.5 Pomiar w układzie TN-C-S

2



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.



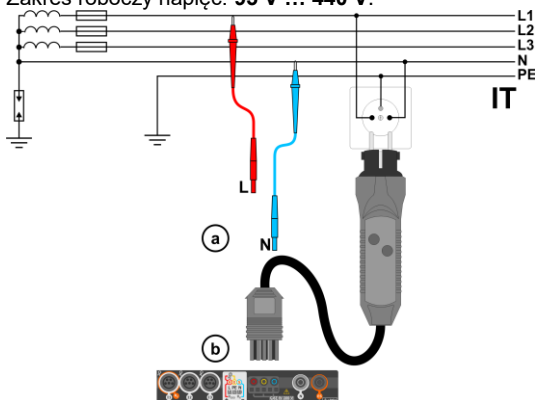
#### UWAGA!

- 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**.

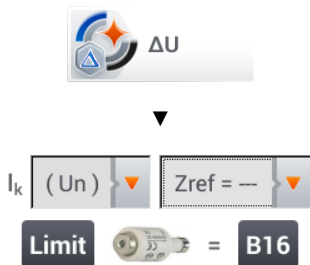


Rys. 3.6 Pomiar w układzie IT

### 3.3 Spadek napięcia

Funkcja określa spadek napięcia między dwoma punktami badanej sieci, wybranymi przez użytkownika. Badanie opiera się o pomiary impedancji pętli zwarcia L-N w tych punktach. W standardowej sieci zwykle badamy spadek napięcia między gniazdem a rozdzielnicą (punkt odniesienia).

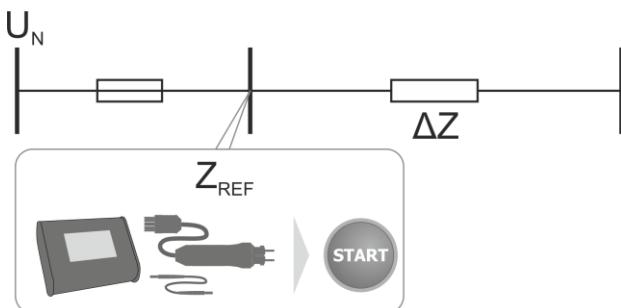
1



- Wybrać pozycję  $\Delta U$ .
- Ustawieniem  $Z_{ref} = ---$  wyzerować poprzedni pomiar, jeśli nie zostało to zrobione wcześniej.
- Wprowadzić **limit** spadku napięcia  $\Delta U_{MAX}$ .
- Wprowadzić **typ zabezpieczenia** zabezpieczającego badany obwód.

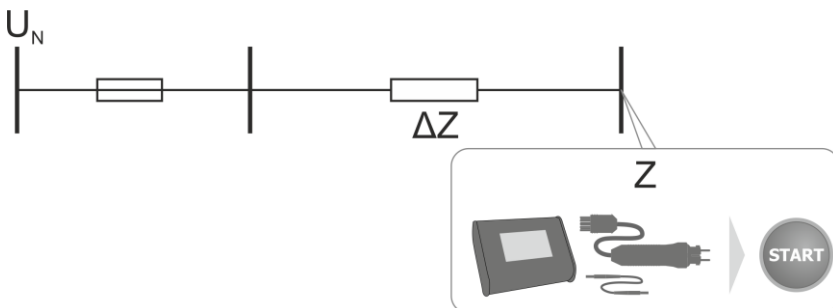
2

- Podłączyć miernik do punktu referencyjnego badanej sieci jak przy pomiarze  $Z_{L-N}$ .
- Nacisnąć **START**.



3

- Zmienić ustawienie z  $Z_{ref}$  na  $Z$ .
- Podłączyć miernik do punktu docelowego jak przy pomiarze  $Z_{L-N}$ .
- Nacisnąć **START**.



## 3.4 Rezystancja uziemienia



### 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.

1



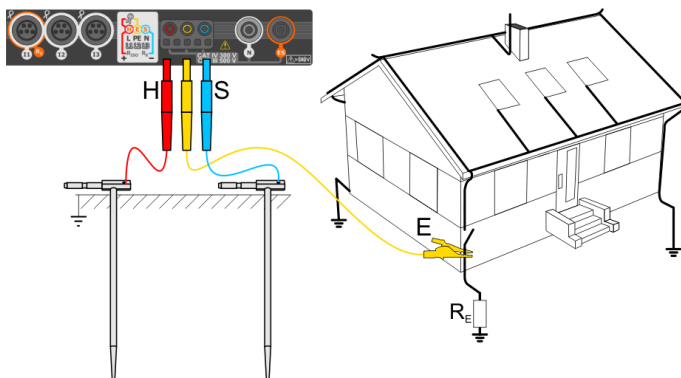
Wybrać pozycję  $R_E$ .

### 3.4.1 Pomiar rezystancji uziemień metodą trójbiegunową ( $R_E3P$ )

Podstawowym rodzajem pomiaru rezystancji uziemienia jest metoda trójprzewodowa.

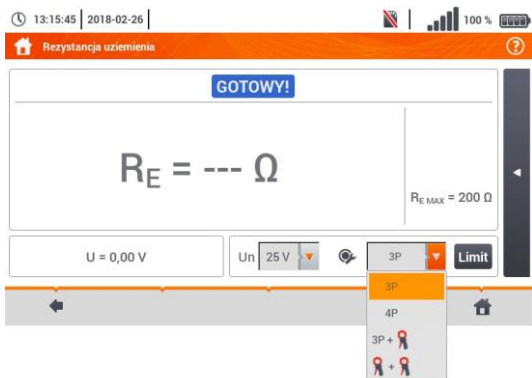
1 Badany uziom odłączyć od instalacji obiektu.

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** 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.

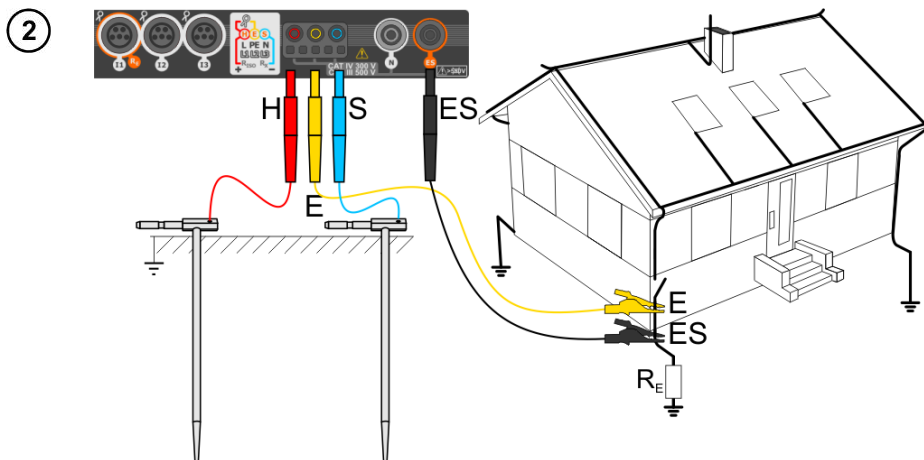
3



- W menu pomiarowym wybrać opcję **3P**.
- Dobrać pozostałe nastawy i wykonać pomiar poprzez przycisk **START**.

### 3.4.2 Pomiar rezystancji uziemień metodą czteroprzewodową ( $R_E4P$ )

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 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

**GOTOWY!**

$R_E = \text{--- } \Omega$

$R_{E \text{ MAX}} = 200 \Omega$

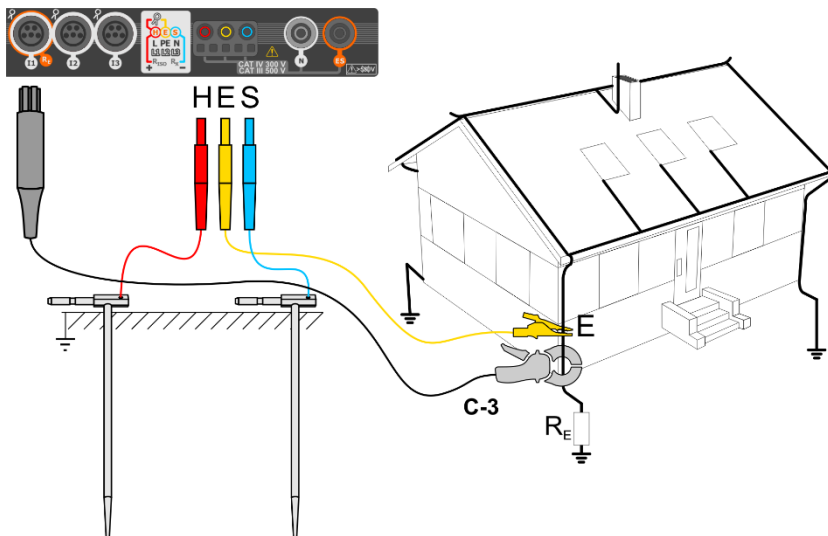
U = 0,00 V    Un 25 V    4P Limit

3P  
4P  
3P +  
+ +

- W menu pomiarowym wybrać opcję **4P**.
- Dobrać pozostałe i wykonać pomiar poprzez przycisk **START**.

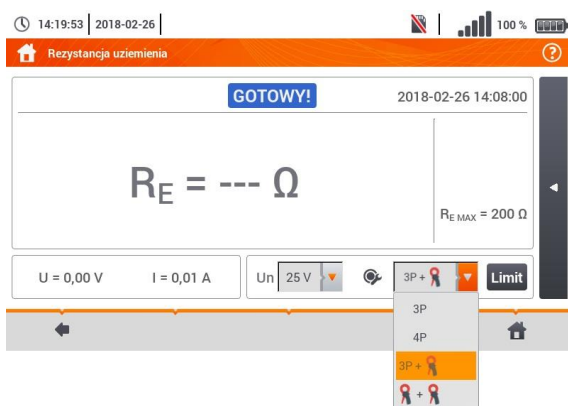
### 3.4.3 Pomiar rezystancji uziemień metodą trójbiegunową z dodatkowymi cęgami ( $R_E3P+C$ )

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** może być skierowana **w dowolnym kierunku**.

2

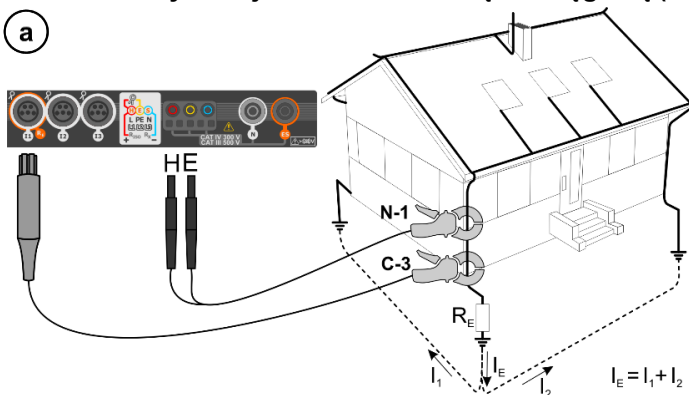


W menu pomiarowym wybrać opcję **3P+cęgi**.

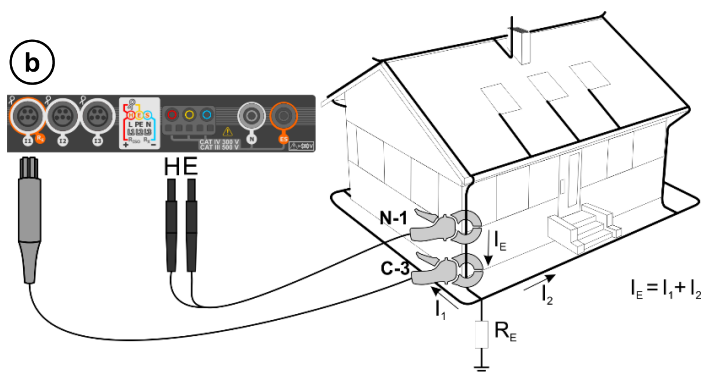
Dobrać pozostałe nastawy i wykonać pomiar poprzez przycisk **START**.

### 3.4.4 Pomiar rezystancji uziemień metodą dwucęgową (2C)

1 a

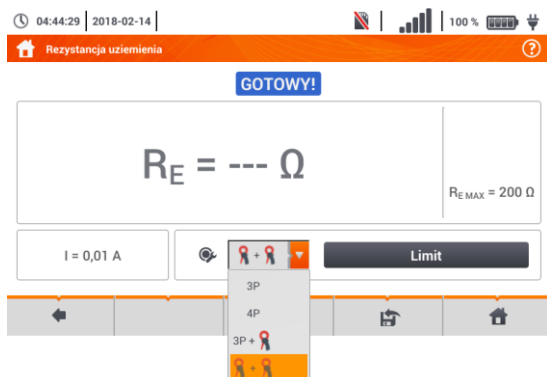


b



- Cęgi nadawcze i pomiarowe zapiąć na badany uziom **w odległości co najmniej 30 cm od siebie**.
- **Strzałka na cęgach** może być skierowana **w dowolnym kierunku**.
- Cęgi **nadawcze N-1** podłączyć do gniazd **H i E**.
- Cęgi **pomiarowe C-3** do gniazda cęgów.

2



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

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

### 3.5 Rezystywność gruntu

Do pomiarów rezystywności gruntu – stosowanych jako przygotowanie do wykonania projektu systemu uziemień czy też w geologii – przewidziano oddzielną funkcję: pomiar rezystywności gruntu  $\rho$ . Funkcja ta jest metrologicznie identyczna jak czterobiegunowy pomiar rezystancji uziemia, 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:

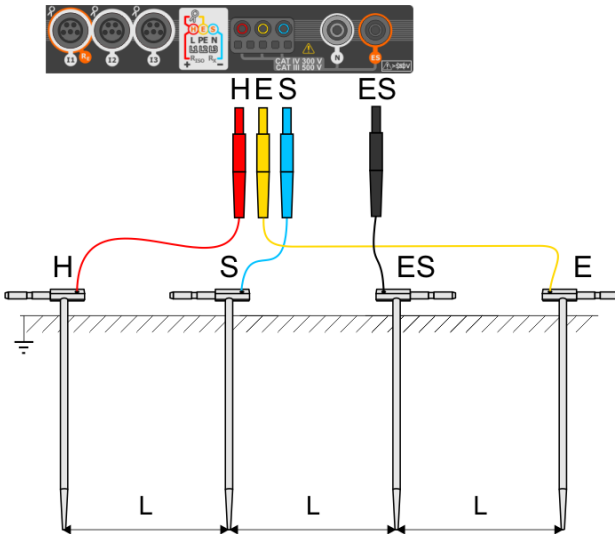
L – odległość między elektrodami (wszystkie odległości muszą być równe),  
 $R_E$  – zmierzona rezystancja.

1



Wybrać pozycję  $\Omega m$ .

2



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

3



• Wywołać menu pomiarowe.

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

### 3.6 Parametry wyłączników różnicowoprądowych RCD

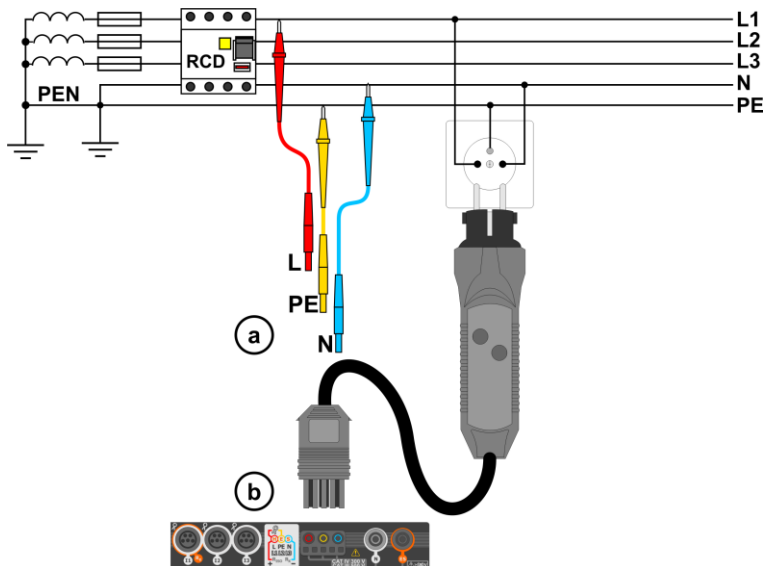
1



Wybrać pozycję **RCD I<sub>A</sub>** lub **RCD t<sub>A</sub>**.

2

Podłączyć przyrząd do instalacji wg rysunku.



3

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



### 3.6.1 Pomiary w sieciach IT

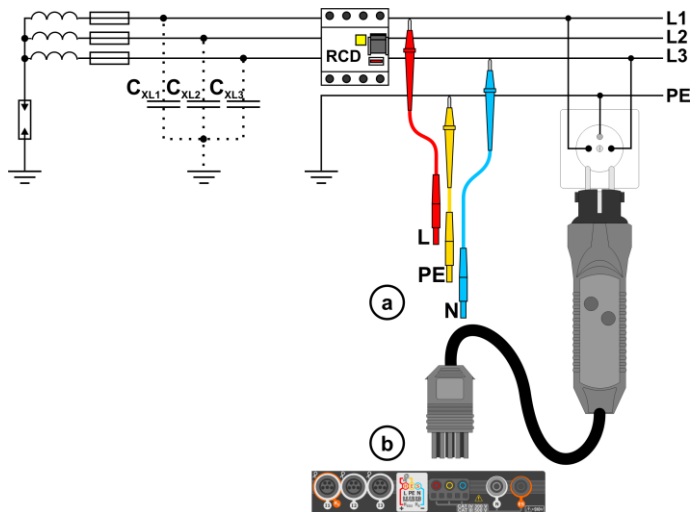
Przed dokonaniem pomiarów w menu głównym przyrządu należy wybrać odpowiedni typ sieci (menu **Ustawienia pomiarów**, rozdz. 2.2.1).



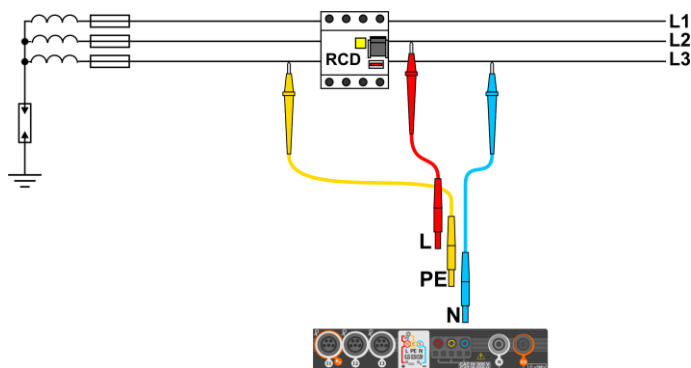
#### UWAGA!

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 pasozytnicze  $C_x$



Rys. 3.8 Testowanie RCD bez udziału przewodu PE

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

## 3.7 Pomiar automatyczne wyłączników różnicowoprądowych RCD

Przyrząd umożliwia pomiar czasów zadziałania  $t_A$  wyłącznika RCD, a także prądu zadziałania  $I_A$ , napięcia dotykowego  $U_B$  i rezystancji uziemienia  $R_E$  w sposób automatyczny. W trybie tym nie ma potrzeby każdorazowego wyzwalania pomiaru przyciskiem **START**. Rola wykonującego pomiar sprowadza się do zainicjowania pomiaru jednokrotnym naciśnięciem **START** i włączenia RCD po każdym jego zadziałaniu.

### 3.7.1 Ustawienia pomiarów automatycznych RCD

1



Wybrać **RCD<sub>AUTO</sub>**.

2



• Wybrać **U<sub>L</sub>** i wybrać z listy żądane napięcie pomiarowe.

$I_{\Delta n}$  30 mA

• Wybrać znamionowy prąd różnicowy badanego zabezpieczenia.



• Wybrać rodzaj badanego zabezpieczenia.

3



• Wybrać parametry, jakie mają być mierzone. Oznaczenia:

**I<sub>A</sub>** prąd zadziałania

**t<sub>A</sub>** czas zadziałania

+ wymuszany jest prąd o czole narastającym

- wymuszany jest prąd o czole opadającym

**x0,5 / 1 / 2 / 5** wymuszana krotność znamionowego prądu RCD zgodnie z IEC 61557-6

• Wybrać tryb pomiaru:

(a) pełny,

(b) standardowy.

4a



Jeżeli wybrano tryb **pełny**, wybrać typ badanego zabezpieczenia.



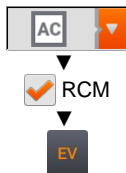
**RCD inne niż EV.** W urządzeniach tego typu nie występuje człon 6 mA DC.



**RCD typu EV.** Tu występuje człon 6 mA DC. W tej sytuacji przed testem należy:

• określić, według której z norm ma być prowadzony pomiar (**rozd. 2.2.1**),

• określić krotność znamionowego prądu różnicowego 6 mA DC (przycisk **EV**). Nastawy badania różnią się w zależności od wybranej normy.



**RCD inne niż EV, dobezpieczone RCM** (urządzenie monitorujące prąd różnicowy 6 mA DC, ang. *Residual Current Monitoring*). W tej sytuacji przed testem należy:

- określić, według której z norm ma być prowadzony pomiar (**rozdz. 2.2.1**),
- zaznaczyć **RCM**,
- określić krotność znamionowego prądu różnicowego 6 mA DC (przycisk **EV**). Nastawy badania różnią się w zależności od wybranej normy.

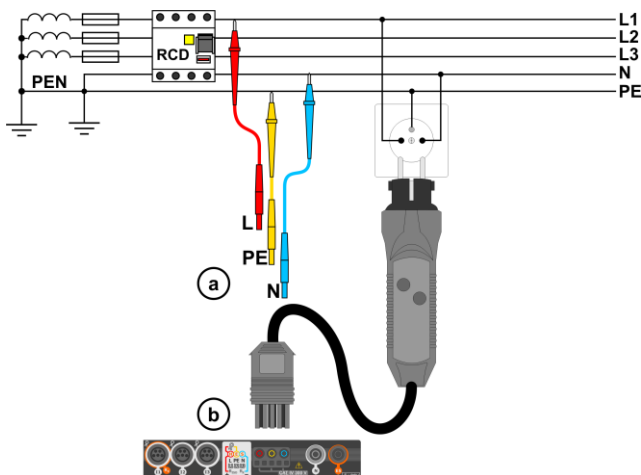
4b



Jeżeli wybrano tryb **standardowy**, ustawić kształt prądu pomiarowego. W tym trybie badania RCD EV oraz RCM są niedostępne.

### 3.7.2 Automatyczny pomiar RCD

1 Podłączyć przyrząd do instalacji wg rysunku.



2



Wybrać **RCD<sub>AUTO</sub>**.

3 Wprowadzić nastawy pomiarowe zgodnie z **rozdz. 3.7.1**.

4 Aby uruchomić pomiar, nacisnąć **START**.

## Kryteria oceny poprawności wyników składowych

Parametr	Kryterium oceny	Uwagi
$I_A \sim \Delta$	$0,5 I_{\Delta n} \leq I_A \leq 1 I_{\Delta n}$	-
$I_A \sim \Delta$ $I_A \sim \Delta$	$0,35 I_{\Delta n} \leq I_A \leq 2 I_{\Delta n}$	dla $I_{\Delta n} = 10 \text{ mA}$
$I_A \sim \Delta$ $I_A \sim \Delta$	$0,35 I_{\Delta n} \leq I_A \leq 1,4 I_{\Delta n}$	dla pozostałych $I_{\Delta n}$
$I_A \sim \Delta$	$0,5 I_{\Delta n} \leq I_A \leq 2 I_{\Delta n}$	-
$I_A \sim \Delta$ 6 mA	$3 \text{ mA} \leq I_A \leq 6 \text{ mA}$	dla RCD <b>EV</b> 6 mA DC i RCM (wg IEC 62955 i IEC 62752)
$t_A$ przy $0,5 I_{\Delta n}$	$t_A \rightarrow \text{rcd}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>dla wszystkich typów RCD</li> <li>dla RCD <b>EV</b> część AC</li> </ul>
$t_A$ przy $1 I_{\Delta n}$	$t_A \leq 300 \text{ ms}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>dla RCD ogólnego przeznaczenia <input type="checkbox"/></li> <li>dla RCD <b>EV</b> część AC</li> </ul>
$t_A$ przy $2 I_{\Delta n}$	$t_A \leq 150 \text{ ms}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>dla RCD ogólnego przeznaczenia <input type="checkbox"/></li> <li>dla RCD <b>EV</b> część AC</li> </ul>
$t_A$ przy $5 I_{\Delta n}$	$t_A \leq 40 \text{ ms}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>dla RCD ogólnego przeznaczenia <input type="checkbox"/></li> <li>dla RCD <b>EV</b> część AC</li> </ul>
$t_A$ przy $1 I_{\Delta n}$	$130 \text{ ms} \leq t_A \leq 500 \text{ ms}$	dla RCD selektywnych <b>S</b>
$t_A$ przy $2 I_{\Delta n}$	$60 \text{ ms} \leq t_A \leq 200 \text{ ms}$	dla RCD selektywnych <b>S</b>
$t_A$ przy $5 I_{\Delta n}$	$50 \text{ ms} \leq t_A \leq 150 \text{ ms}$	dla RCD selektywnych <b>S</b>
$t_A$ przy $1 I_{\Delta n}$	$10 \text{ ms} \leq t_A \leq 300 \text{ ms}$	dla RCD krótkowłocznycy <b>G</b>
$t_A$ przy $2 I_{\Delta n}$	$10 \text{ ms} \leq t_A \leq 150 \text{ ms}$	dla RCD krótkowłocznycy <b>G</b>
$t_A$ przy $5 I_{\Delta n}$	$10 \text{ ms} \leq t_A \leq 40 \text{ ms}$	dla RCD krótkowłocznycy <b>G</b>
$t_A$ przy $1 I_{\Delta n}$	$t_A \leq 10 \text{ s}$	dla RCD <b>EV</b> 6 mA i RCM ( $I_{\Delta} = 6 \text{ mA}$ wg IEC 62955 i IEC 62752)
$t_A$ przy $10 I_{\Delta n}$	$t_A \leq 300 \text{ ms}$	dla RCD <b>EV</b> 6 mA i RCM ( $I_{\Delta} = 60 \text{ mA}$ wg IEC 62955 i IEC 62752)
$t_A$ przy $33 I_{\Delta n}$	$t_A \leq 100 \text{ ms}$	dla RCD <b>EV</b> 6 mA i RCM ( $I_{\Delta} = 200 \text{ mA}$ wg IEC 62955)
$t_A$ przy $50 I_{\Delta n}$	$t_A \leq 40 \text{ ms}$	dla RCD <b>EV</b> 6 mA i RCM ( $I_{\Delta} = 300 \text{ mA}$ wg IEC 62752)

### 3.8 Rezystancja izolacji



#### OSTRZEŻENIE

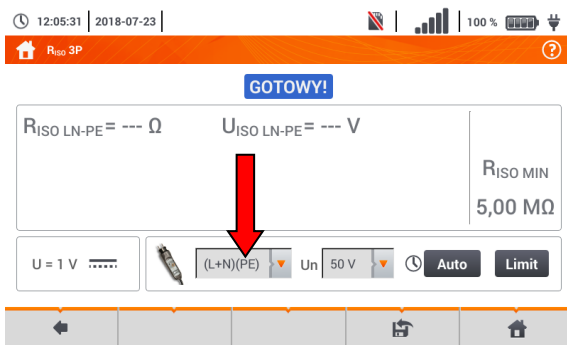
- Mierzony obiekt nie może znajdować się pod napięciem.
- Przy pomiarach rezystancji izolacji, na końcówkach przewodów pomiarowych miernika występuje niebezpieczne napięcie do 1 kV.
- Niedopuszczalne jest odłączanie przewodów pomiarowych przed zakończeniem pomiaru. Grozi to porażeniem wysokim napięciem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

1



Wybrać pozycję RISO.

2

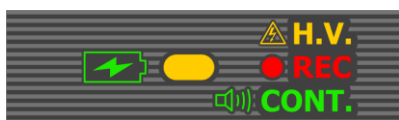


• Podłączyć do miernika sondy lub adapter, którymi wykonywane będą pomiary.

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

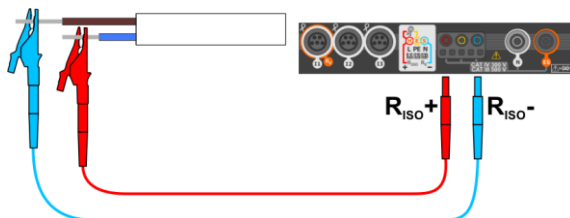
Pozycje będą się różnić w zależności od tego, czy do miernika podłączono:

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

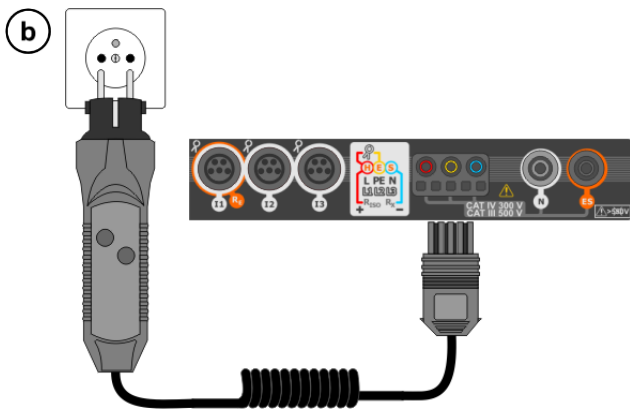


Podczas pomiaru dioda **H.V./REC/CONT.** świeci na **po-marańczowo**.

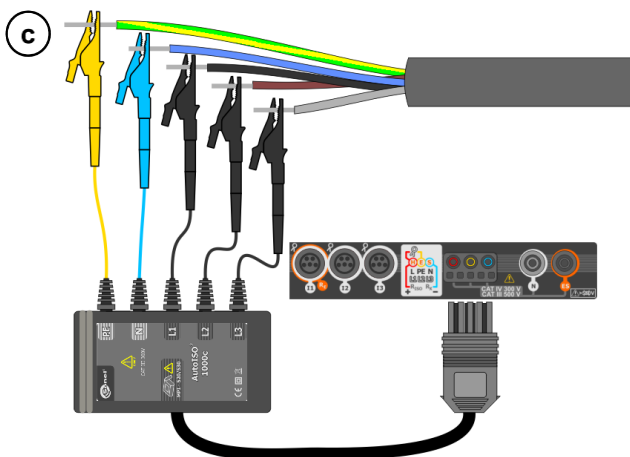
a



Pomiar z użyciem sond.



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



Pomiary z użyciem AutoISO-1000c.

## 3.9 Niskonapięciowy pomiar rezystancji

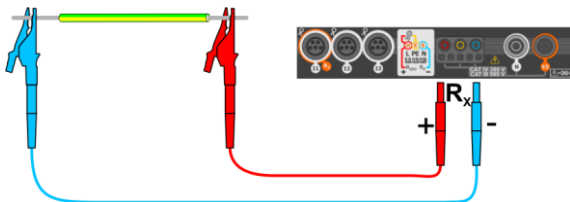
### 3.9.1 Pomiar rezystancji

①



Wybrać pozycję  $R_x$ , aby wywołać ekran pomiarowy.

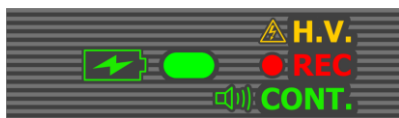
②



• 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**.

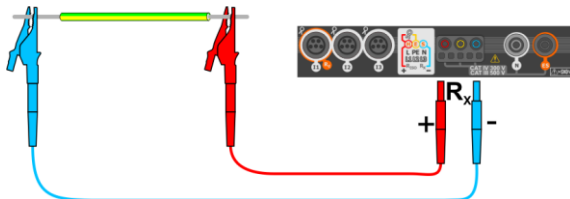
### 3.9.2 Pomiar rezystancji przewodów ochronnych i połączeń wyrównawczych prądem $\pm 200$ mA

①



Wybrać pozycję  $R_{CONT}$ , aby wywołać ekran pomiarowy.

②




• Podłączyć miernik do badanego obiektu.

• Pomiar rozpoczyna się automatycznie.



**UWAGA!**

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

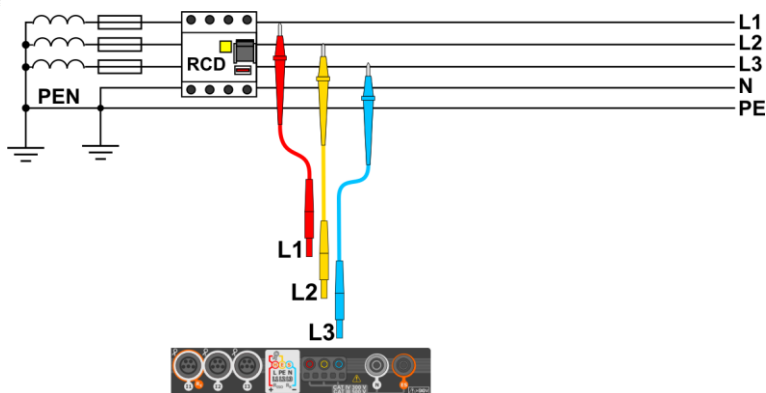
### 3.10 Kolejność faz

1



Wybrać pozycję **Kolejność faz**, aby wywołać ekran pomiarowy.

2 Podłączyć przyrząd do instalacji wg rysunku



3



Kolejność faz **prawidłowa**, tzn. następstwo faz jest **zgodne** z ruchem wskazówek zegara.

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



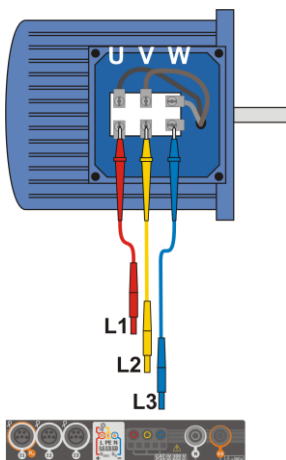
### 3.11 Kierunek wirowania silnika

1



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.
- Energicznie zakręcić wałem silnika w prawo.

3



Wirowanie strzałek na ekranie **w prawo** oznacza, że silnik podłączony do sieci trójfazowej będzie kręcił wałem **w prawo**.

Wirowanie strzałek na ekranie **w lewo** oznacza, że silnik podłączony do sieci trójfazowej będzie kręcił wałem **w lewo**.

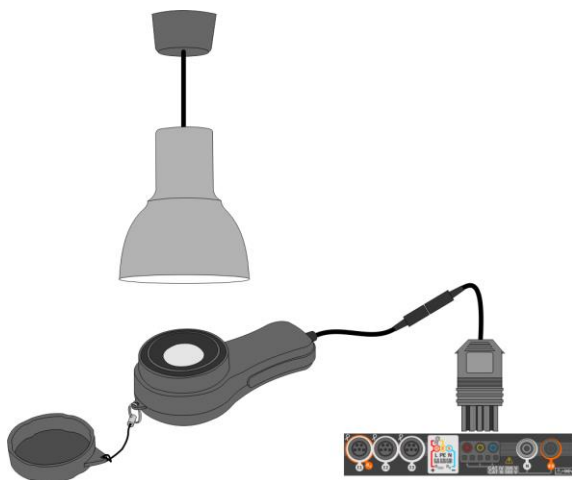
### 3.12 Natężenie oświetlenia

1



Wybrać pozycję **Luksomierz**, aby wywołać ekran pomiarowy.

2

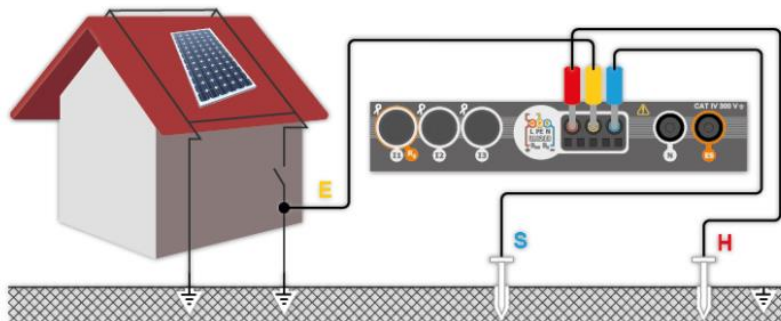


Podłączyć sondę optyczną i umieścić w badanej płaszczyźnie. Miernik wskaże pomiar.

### 3.13 MPI-540-PV **Rezystancja uziemienia (PV)**



Połączyć układ pomiarowy. Pomiaru dokonuje się analogicznie jak w rozdz. 3.4.



### 3.14 MPI-540-PV **Rezystancja izolacji (PV)**



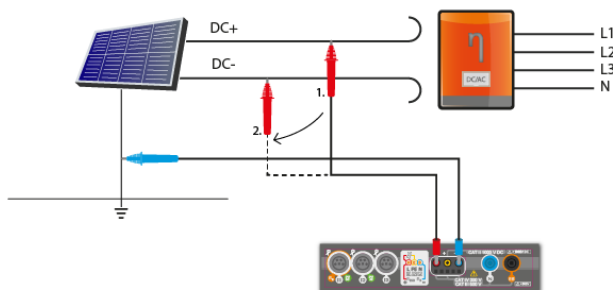
#### OSTRZEŻENIE

- 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 prądem elektrycznym o wysokim napięciu i uniemożliwia rozładowanie badanego obiektu.



Pomiaru dokonuje się analogicznie jak w **rozd. 3.8**. Należy zmierzyć rezystancję izolacji między biegunem dodatnim (DC+) a uziemieniem oraz między biegunem ujemnym (DC-) a uziemieniem. W tym celu:

- połączyć uziemienie z gniazdem  $R_{ISO-}$  miernika, linię DC+ z gniazdem  $R_{ISO+}$ , w przyrządzie wybrać metodę  $R_{ISO+}$  i uruchomić pomiar,
- połączyć linię DC- z gniazdem  $R_{ISO+}$ , w przyrządzie wybrać metodę  $R_{ISO-}$  i uruchomić pomiar.



Po wybraniu paska ◀ po prawej stronie ekranu wysunie się menu z dodatkowymi wynikami pomiaru.

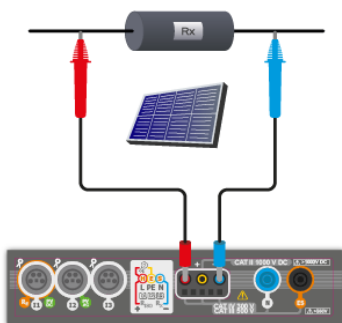
$U_{ISO L-N}$  – napięcie pomiarowe

Wybranie paska ▶ chowa menu.

### 3.15 MPI-540-PV **Ciągłość połączeń (PV)**



Połączyć układ pomiarowy. Pomiaru dokonuje się analogicznie jak w **rozd. 3.9.2**.



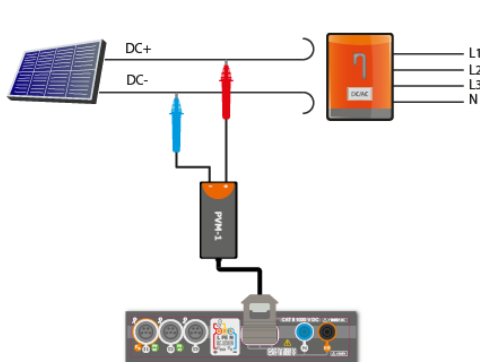
### 3.16 MPI-540-PV Napięcie DC otwartego obwodu $U_{OC}$

1



Wybrać pozycję  $U_{OC}$ , aby wywołać ekran pomiarowy.

2



Wyłączyć inwerter lub odłączyć od niego badany obiekt. Do łańcucha modułów PV za pośrednictwem przystawki PVM-1 i adapterów złącz MC4 podłączyć miernik. Mierzone będą parametry:

$U_{OC}$  – napięcie otwartego obwodu,  
 $U_{OC,STC}$  – napięcie otwartego obwodu po przeliczeniu do warunków STC\*,  
 $\Delta U_{OC}$  – różnica napięcia obwodu otwartego (zmierzonego i przeliczonego do warunków STC) i tegoż napięcia deklarowanego przez producenta panelu, również przeliczonego do warunków STC.

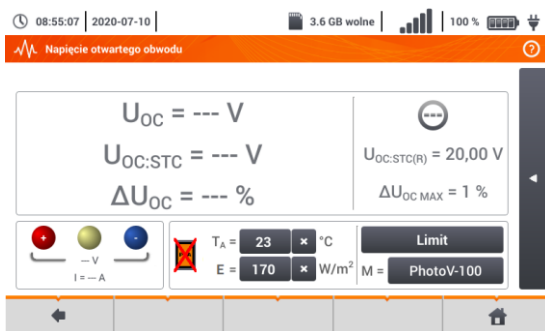


#### OSTRZEŻENIE

Nie rozłączać złącz MC4, jeśli płynie przez nie prąd obciążenia pracującego inwertera. Grozi to powstaniem łuku elektrycznego i zagrożeniem dla użytkownika!

\*STC (Standard Test Conditions) – warunki odniesienia, dla których producent podaje wszystkie parametry modułów.

3



Wprowadzić parametry badania:

$T_A$  – temperatura otoczenia, jeśli źródło pomiaru temperatury = powietrze (**rozd. 2.2.1**),  
 $T_{PV}$  – temperatura modułu, jeśli źródło pomiaru temperatury = moduł (**rozd. 2.2.1**),  
 $E$  – irradancja,  
**Limit** – ustawienie wartości  $\Delta U_{OC,MAX}$ ,  
 $M$  – moduł fotowoltaiczny wybierany z bazy miernika (**rozd. 2.2.2**).

Ponadto na ekranie widnieją:

$U_{OC,STC(R)}$  – napięcie otwartego obwodu w warunkach STC, deklarowane przez producenta,  
 $\Delta U_{OC,MAX}$  – ustawiony limit  $\Delta U_{OC}$



Parametry  $T_A$ ,  $T_{PV}$ ,  $E$  pochodzą z miernika irradancji, jeśli ten jest połączony z miernikiem. Zob. również **rozd. 2.3.2**.

4



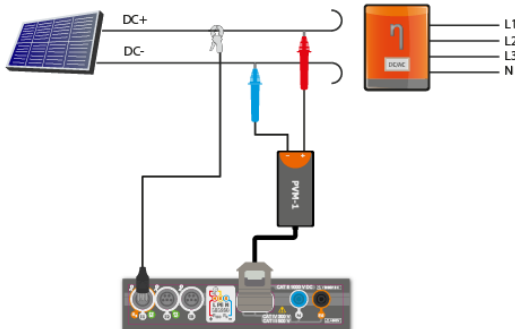
Nacisnąć przycisk **START**, aby rozpocząć pomiar.

### 3.17 MPI-540-PV Prąd DC zwarcia $I_{sc}$

1



2



#### OSTRZEŻENIE

Nie rozłączać złącz MC4, jeśli płynie przez nie prąd obciążenia pracującego inwertera. Grozi to powstaniem łuku elektrycznego i zagrożeniem dla użytkownika!

Wybrać pozycję  $I_{sc}$ , aby wywołać ekran pomiarowy. Następnie wyzerować cęgi (rozdz. 3.19).

Wyłączyć inwerter lub odłączyć od niego badany obiekt. Do łańcucha modułów PV za pośrednictwem przystawki PVM-1 i adapterów złącz MC4 podłączyć miernik. Mierzone będą parametry:

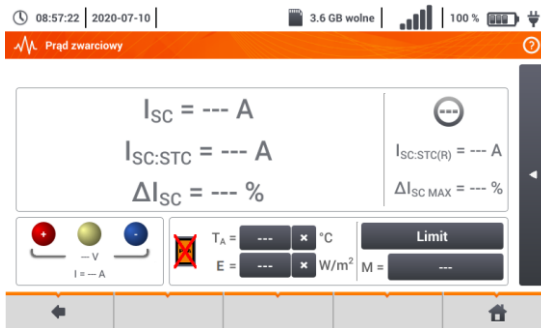
$I_{sc}$  – prąd zwarcia

$I_{sc:STC}$  – prąd zwarcia po przeliczeniu do warunków STC\*,

$\Delta I_{sc}$  – różnica prądu zwarcia (zmierzony i przeliczony do warunków STC) i tegoż prądu deklarowanego przez producenta panelu, również przeliczonego do warunków STC.

\*STC (Standard Test Conditions) – warunki odniesienia, dla których producent podaje wszystkie parametry modułów.

3



Wprowadzić parametry badania:

$T_A$  – temperatura otoczenia, jeśli źródło pomiaru temperatury = powietrze (rozdz. 2.2.1),

$T_{PV}$  – temperatura modułu, jeśli źródło pomiaru temperatury = moduł (rozdz. 2.2.1),

$E$  – irradancja,

**Limit** – ustawienie wartości  $\Delta I_{sc:MAX}$ ,

$M$  – moduł fotowoltaiczny wybierany z bazy miernika (rozdz. 2.2.2).

Ponadto na ekranie widnieją:

$I_{sc:STC(R)}$  – prąd zwarcia w warunkach STC, deklarowany przez producenta,

$\Delta I_{sc:MAX}$  – ustawiony limit  $\Delta I_{sc}$ .



Parametry  $T_A$ ,  $T_{PV}$ ,  $E$  pochodzą z miernika irradancji, jeśli ten jest połączony z miernikiem. Zob. również rozdz. 2.3.2.

4



W razie potrzeby ponownie wyzerować cęgi. Nacisnąć przycisk **START**, aby rozpocząć pomiar.

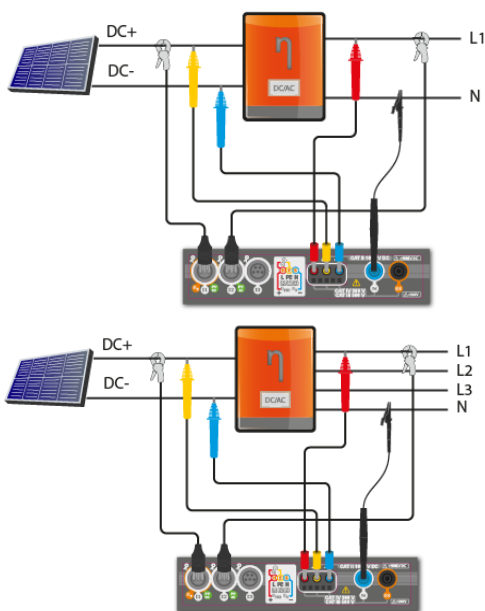
### 3.18 MPI-540-PV Test panelu inwertera $\eta$ , P, I

1



Wybrać pozycję  $\eta$ , P, I, aby wywołać ekran pomiarowy. Następnie wyzerować cęgi (rozdz. 3.19).

2

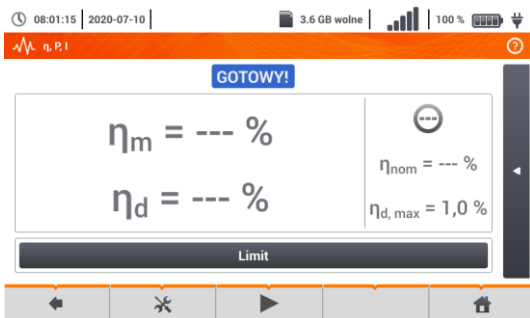


Podłączyć miernik do badanego obiektu. Mierzone będą parametry:

- na wejściu inwertera (DC),
- na wyjściu inwertera (AC).

◀ W przypadku inwertera 3-fazowego pomiar realizowany przy założeniu symetrii prądów i napięć wyjściowych po stronie AC.

3



Ikona ✖ można wybrać dane prezentowane na ekranie:

- ⇒ prądy na wejściu ( $I_{DC}$ ) i wyjściu ( $I_{AC}$ ),
- ⇒ moce na wejściu ( $P_{DC}$ ) i wyjściu ( $P_{AC}$ ),
- ⇒ sprawność inwertera ( $\eta_m$ ) i różnicę między sprawnościami inwertera: zmierzoną oraz deklarowaną przez producenta ( $\eta_d$ ).

Wybrać **Limit**, aby ustawić kryterium maksymalnej różnicy między sprawnościami inwertera: zmierzoną oraz deklarowaną przez producenta.

W razie potrzeby ponownie wyzerować cęgi.

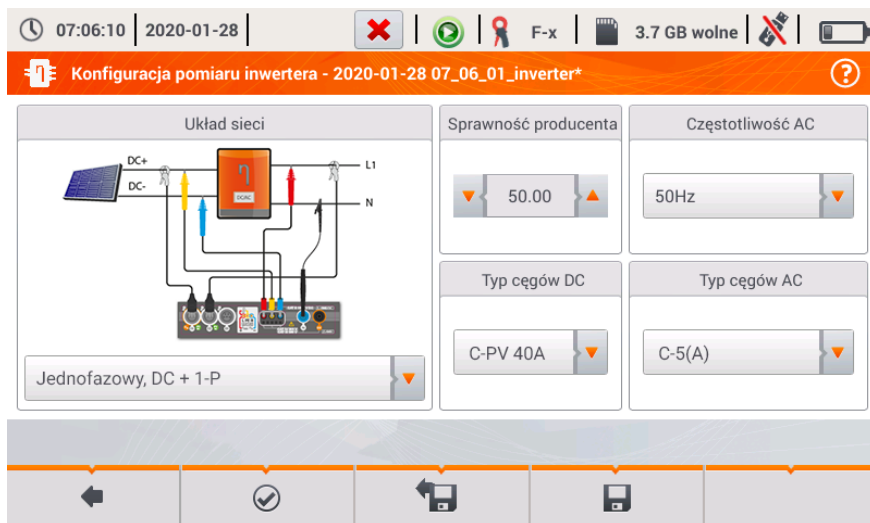
Ikona ▶ przejść do konfiguracji pomiaru. Zob. rozdz. 3.18.1, 3.18.2.

4



Nacisnąć **START**. Odczyty bieżące zostaną przechwycone i wyświetlone na ekranie głównym.

### 3.18.1 Konfiguracja pomiaru






Rys. 3.9. Ekran konfiguracji pomiaru sprawności inwertera.

Na wyświetlonym ekranie konfiguracyjnym należy ustawić parametry badanego inwertera:

- **Układ sieci** – do wyboru są dwa typy:
  - **Jednofazowy, DC + 1-P**  
Ten typ układu należy wybrać w przypadku inwerterów z jednofazowym wyjściem AC.
  - **Trójfazowy, DC + 4-P**  
Możliwy jest jedynie pomiar sprawności inwerterów trójfazowych 4-przewodowych (układ gwiazdy z przewodem neutralnym).
- **Sprawność producenta** – deklarowana przez producenta inwertera sprawność. Ta wartość posłuży do porównania zmierzonej sprawności z deklarowaną.
- **Typ cęgów DC** – wybór cęgów do pomiarów prądów strony DC inwertera.
- **Typ cęgów AC** – wybór cęgów do pomiarów prądów strony AC inwertera.
- **Częstotliwość AC** – nominalna częstotliwość wyjścia AC inwertera.

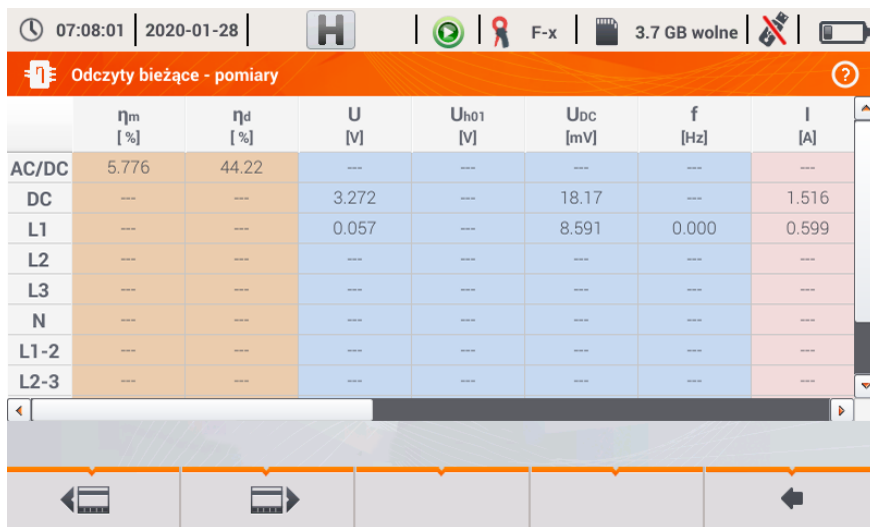
Po ustawieniu wymaganych parametrów można od razu przejść do właściwych pomiarów.

## Opis ikon funkcyjnych

- ✓ przejście do ekranu pomiaru (wartości bieżące w widoku tabelarycznym) z podanymi ustawieniami (bez zapisu konfiguracji).
- 💾 zapis konfiguracji sprawności inwertera do pliku, z możliwością przejścia po zapisie od razu do pomiaru (pole **Przejdź do odczytów bieżących** w oknie dialogowym, które się wyświetli).
- 📄 przejście do listy zapisanych konfiguracji sprawności inwertera oraz tworzenie nowej konfiguracji. Konfiguracje są prezentowane podobnie jak konfiguracje pomiarowe, mają przyporządkowaną ikonę . Podwójne dotknięcie na wybranej konfiguracji powoduje jej automatyczne otwarcie i przejście do ekranu ustawień sprawności inwertera. Przycisk paska menu  służy do dodawania nowych konfiguracji sprawności inwertera (otworzy się okno jak na **Rys. 3.10** z domyślnymi ustawieniami). Ikona  służy do edycji wybranej konfiguracji.

### 3.18.2 Odczyty bieżące

Po przejściu do ekranu odczytów bieżących w widoku tabelarycznym prezentowane są wszystkie parametry mierzonego obwodu inwertera.



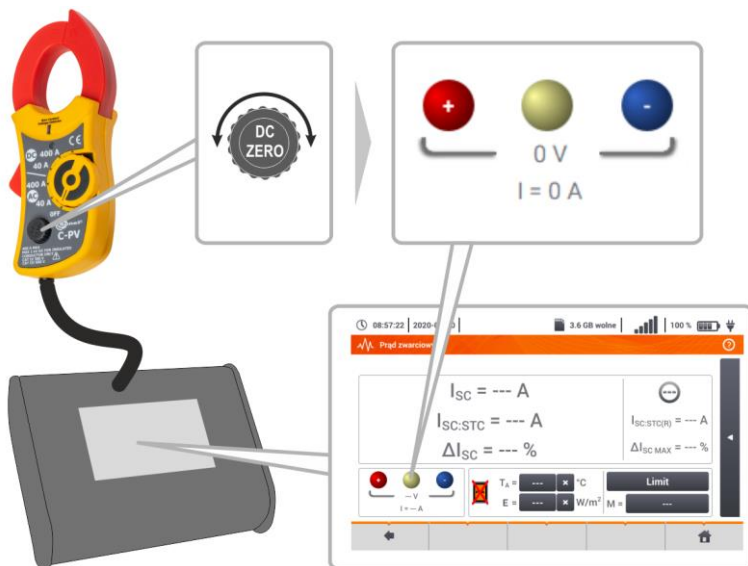
	$\eta_m$ [%]	$\eta_d$ [%]	U [V]	U <sub>h01</sub> [V]	U <sub>DC</sub> [mV]	f [Hz]	I [A]
AC/DC	5.776	44.22	---	---	---	---	---
DC	---	---	3.272	---	18.17	---	1.516
L1	---	---	0.057	---	8.591	0.000	0.599
L2	---	---	---	---	---	---	---
L3	---	---	---	---	---	---	---
N	---	---	---	---	---	---	---
L1-2	---	---	---	---	---	---	---
L2-3	---	---	---	---	---	---	---

Rys. 3.10. Odczyty bieżące w widoku tabelarycznym w trybie pomiaru sprawności inwertera



### 3.19 MPI-540-PV Zerowanie cęgów C-PV

Przed pomiarem  $I_{SC}$  oraz badaniem inwertera (rozdz. 3.17, 3.18) należy wyzerować cęgi C-PV. W tym celu trzeba je podłączyć do miernika. Pokrętkę **DC ZERO** na obudowie cęgów ustawić w ten sposób, by odczyty prądu i napięcia w mierniku były jak najbliższe zero. Dopiero wówczas można podłączyć cęgi do badanego obiektu.



### 3.20 MPI-540-PV Irradiancja i temperatura

1 Sparować przyrząd i miernik irradiancji zgodnie z rozdz. 2.3.2.



Wybrać pozycję **Irr**, aby wywołać ekran pomiarowy.

3 11:12:51 | 2021-08-16 | 3.7 GB wolne | LoRa | 44% | Pomiar irradiancji

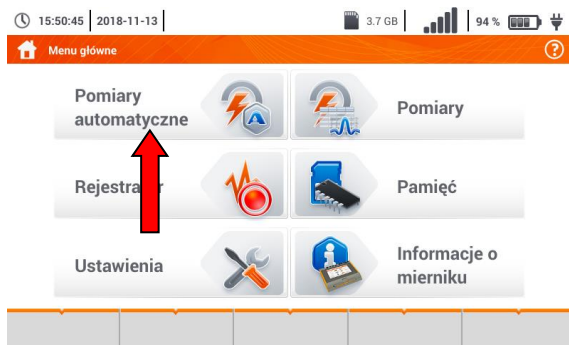
$E = 140 \text{ W/m}^2$   
 $T_A = 9,8 \text{ }^\circ\text{C}$   
 $T_{PV} = 14,2 \text{ }^\circ\text{C}$

Podłączyć miernik irradiancji do badanego obiektu. Na ekranie widnieją odczyty bieżące:

**E** – irradiancja,  
**T<sub>A</sub>** – temperatura otoczenia,  
**T<sub>PV</sub>** – temperatura modułu PV.

## 4 Pomiary automatyczne

W mierniku zawarte są procedury testów automatycznych.



### 4.1 Wykonywanie pomiarów automatycznych

1 18:48:09 | 2020-03-26 | 3.6 GB wolne | 100% 94% Podłączone

18:48:09 | 2020-03-26 | 3.6 GB wolne | 100% 94% Podłączone

Pomiary automatyczne

Nazwa	Zmodyfikowano
TN/TT/IT	2020-03-26 15:35:03
EVSE	2020-03-26 15:35:03

Sekwencje pomiarowe są pogrupowane w dwa foldery:

- ⇒ pomiarów w sieciach TN/TT/IT,
- ⇒ pomiarów dla stacji ładowania pojazdów elektrycznych EVSE.

Wybrać z listy odpowiedni folder i sekwencję.



2 09:31:22 | 2019-10-18 | 100% 94% Podłączone

09:31:22 | 2019-10-18 | 100% 94% Podłączone

Pomiar automatyczny - Zln+ZlpeRCD



Podłączyć miernik do układu pomiarowego.

W każdym z pól nastaw wprowadzić rodzaj akcesorium pomiarowego, parametry instalacji i inne wymagane dane.

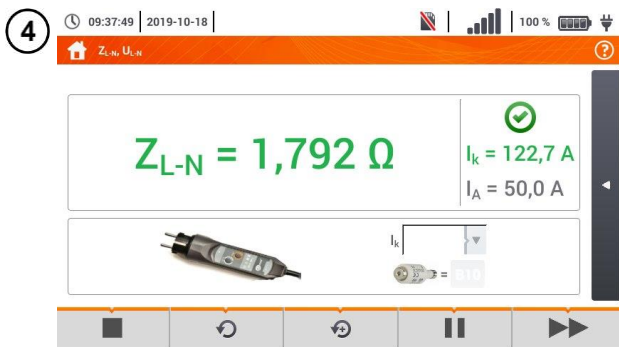
#### Opis ikon funkcyjnych

- ⓘ pomoc dotycząca danego pomiaru
- ↖ ↗ zwiżanie pól nastaw
- ↖ ↗ rozwijanie pól nastaw
- 💾 zapis wprowadzonych danych pomiarowych.

3



Nacisnąć **START**. Ruszy automatyczna sekwencja pomiarów.



◀ Ekran po wykonaniu jednego z pomiarów sekwencji.

Opis ikon funkcyjnych

- zatrzymanie procedury i przejście do podsumowania
- ↺ powtórzenie pomiaru z nadpisaniem jego wyniku
- ↻ powtórzenie pomiaru bez utraty jego poprzedniego wyniku
- ⏏ wstrzymanie procedury
- ▶▶ przejście do następnego kroku procedury lub do podsumowania. Czas automatycznego przejścia do następnego kroku nastawia się zgodnie z **rozd. 2.2.1.**

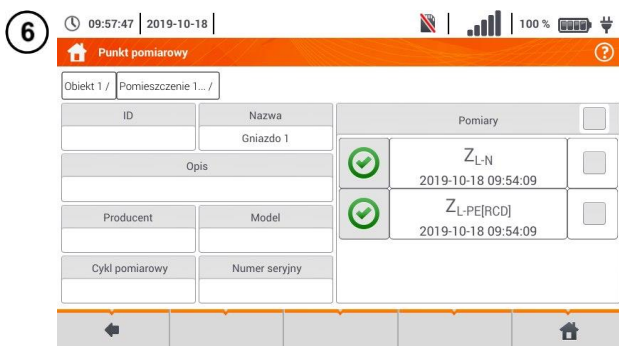


◀ Ekran podsumowania.

Procedurę można uruchomić ponownie ikoną ↻.

Każdy pomiar w sekwencji kryje w sobie wyniki cząstkowe. Aby je wywołać, należy **dotknąć etykiety tego pomiaru**. Otworzy się okno jak dla pojedynczego pomiaru. Wychodzi się z niego za pomocą ikony ↩.

Ikona 📄 zapisać pomiar do pamięci miernika. Szczegółowy opis zarządzania pamięcią zawarto w **rozd. 6.1.3.**




Wszystkie pomiary sekwencji zostaną zapisane w jednym punkcie pomiarowym.



Kontrolki spełnienia limitu



- ✓ wynik mieści się w ustawionym limicie
- ✗ wynik nie mieści się w ustawionym limicie
- ⋯ brak możliwości oceny
- pomiar nie został wykonany

## 4.2 Tworzenie procedur pomiarowych

1

18:48:09 | 2020-03-26 | 3.6 GB wolne | 100% | 

 Pomiaru automatyczne 

Nazwa	Zmodyfikowano
TN/TT/IT 	2020-03-26 15:35:03
EVSE 	2020-03-26 15:35:03

- Wybrać **+**, by przejść do kreatora sekwencji.

- Wybrać **+**, by dodać żądany pomiar do procedury.



16:26:40 | 2020-03-26 | 3.6 GB wolne | 100% | 

 Pomiaru automatyczne - auto\_1 

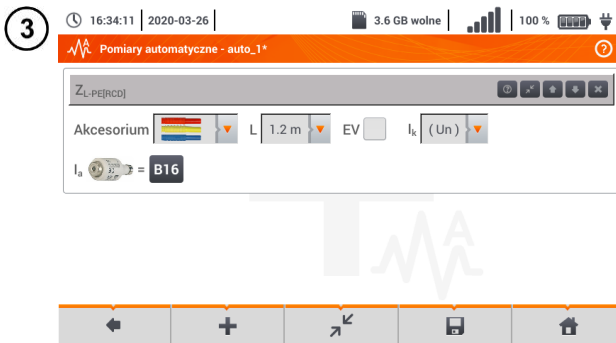


2

 Z <sub>L-N, L-L</sub>	 Z <sub>L-PE</sub>	 Z <sub>L-PE[RCD]</sub>	 R <sub>ISO</sub>
 RCD I <sub>A</sub>	 RCD t <sub>A</sub>	 RCD <sub>AUTO</sub>	 R <sub>CONT</sub>
 R <sub>E</sub>	 Ω <sub>m</sub>	 Lux	 Komunikat
 Test wizualny			

Spśród dostępnych elementów wybrać ten, który ma wejść w skład procedury. Oprócz standardowych pomiarów dostępny jest również:





- ⇒ komunikat tekstowy,
- ⇒ test wizualny.






Po każdym wyborze rozwinie się menu z parametrami kroku.


Jeżeli badania przewidują pomiar w stacjach ładowania pojazdów elektrycznych, należy zaznaczyć pole **EV**.

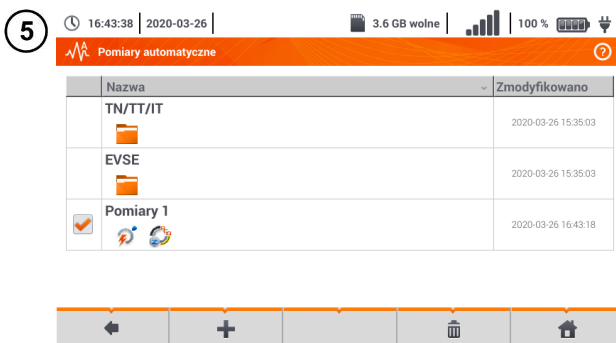
#### Opis ikon funkcyjnych



-  pomoc dotycząca danego pomiaru
-  zwijanie pól nastaw
-  rozwijanie pól nastaw
-  zapis wprowadzonych danych pomiarowych.



• Zmiana kolejności kroków odbywa się ikonami  . Usuwanie kroku – ikoną .

• Zapisać procedurę ikoną . Wyświetli się okno z żądaniem wprowadzenia nazwy procedury.



Procedura będzie dostępna z menu głównego autoprotocedur. Aby ją usunąć, należy ją zaznaczyć  i wybrać .

## 5 Rejestrator

### 5.1 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 przyłączyć 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. 5.1 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),
- współczynniki zniekształceń harmonicznych THD<sub>F</sub> napięć i prądów,
- moce czynne, bierne, pozorne i odkształcenia,

- energie czynne pobrane i oddane,
- energie bierne 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. 5.1 przedstawiono zbiorcze zestawienie parametrów mierzonych przez analizator w zależności od typu sieci.

**Tab. 5.1 Mierzone parametry dla różnych konfiguracji sieci**

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 <sub>DC</sub>	Składowa stała napięcia	•		•	•	•		•	•	•			•	•	•	
I	Prąd skuteczny	•		•	•	•		•	•	•	•		•	•	•	
I <sub>DC</sub>	Składowa stała prądu	•	•	•	•	•		•	•	•	•		•	•	•	
f	Częstotliwość	•		•				•					•			
P	Moc czynna	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•				•
Q <sub>1</sub>	Moc bierna	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•				• <sup>(1)</sup>
D, S <sub>N</sub>	Moc odkształcenia	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•				
S	Moc pozorna	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•				•
PF	Współczynnik mocy	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•				•
THD <sub>F</sub> U	Współczynnik zawartości harmonicznych napięcia	•		•	•	•		•	•	•			•	•	•	
THD <sub>F</sub> I	Współczynnik zawartości harmonicznych prądu	•	•	•	•	•		•	•	•	•		•	•	•	
E <sub>P+</sub> , E <sub>P-</sub>	Energia czynna (pobrana i oddana)	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•				•
E <sub>Q1+</sub> , E <sub>Q1-</sub>	Energia bierna (pobrana i oddana)	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•				• <sup>(1)</sup>
E <sub>S</sub>	Energia pozorna	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•				•
U <sub>h1..h40</sub>	Amplitudy harmonicznych napięcia	•		•	•	•		•	•	•			•	•	•	
I <sub>h1..h40</sub>	Amplitudy harmonicznych prądu	•	•	•	•	•		•	•	•	•		•	•	•	
Asymetria U, I	Składowe symetryczne i współczynniki asymetrii												•			•

**Objaśnienia:** L1, L2, L3 (L12, L23, L31) oznaczają kolejne fazy,

N oznacza pomiar prądu I<sub>N</sub> 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<sub>P+</sub>.

## 5.2 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. 5.2 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
- Objaśnienia funkcji ikon

### 5.2.1 Okno główne

W centralnej części ekranu jest wyświetlane główne okno rejestratora. Domyślne okno (pokazane na Rys. 5.2) 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.

## 5.2.2 Pasek informacji o parametrach bieżącej sieci


Poniżej ekranu głównego wyświetlany jest pasek prezentujący główne parametry aktywnego układu pomiarowego (Rys. 5.2, element 4):

- 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.

## 5.2.3 Pomoc

Po prawej stronie paska tytułowego widnieje ikona pomocy  (Rys. 5.2, element 6). Jej wybranie wyświetla pomoc kontekstową, która opisuje widoczne na danym ekranie elementy interfejsu.

## 5.3 Podłączenie układu pomiarowego

### 5.3.1 Układy pomiarowe

Rejestrator można podłączyć bezpośrednio do następujących typów sieci AC:

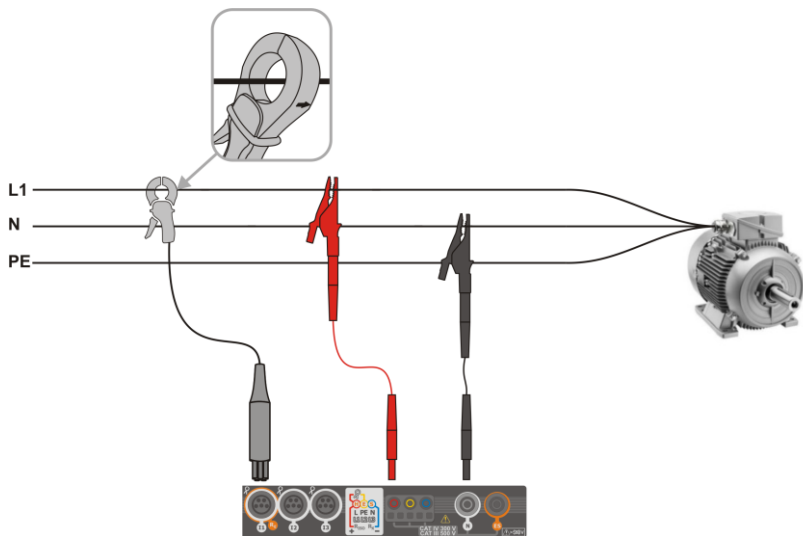
- jednofazowa (Rys. 5.3)
- dwufazowa (z dzielonym uzwojeniem transformatora, ang. *split phase*) (Rys. 5.4),
- trójfazowa 4-przewodowa (Rys. 5.5),
- trójfazowa 3-przewodowa (Rys. 5.6, Rys. 5.7).

W układach 3-przewodowych AC możliwy jest pomiar prądów metodą Arona (Rys. 5.7), przy wykorzystaniu jedynie dwóch par cęgów, mierzących prądy liniowe  $I_{L1}$  i  $I_{L3}$ . Prąd  $I_{L2}$  jest wtedy wyliczany wg zależności:

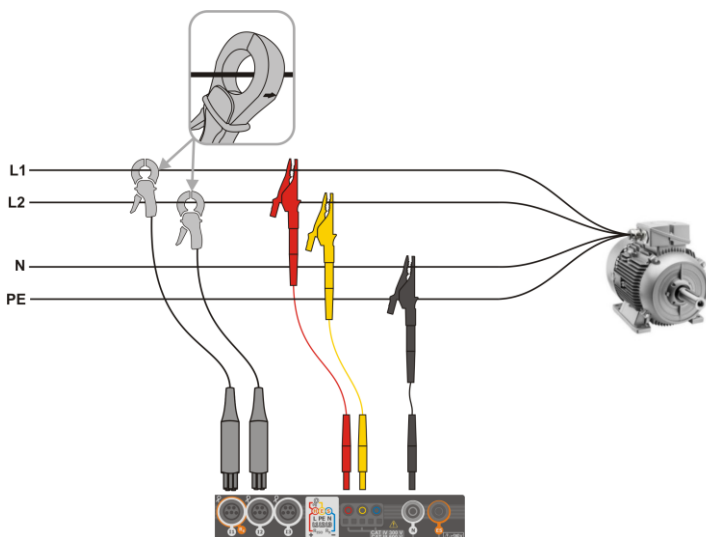
$$I_{L2} = -I_{L1} - I_{L3}$$

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

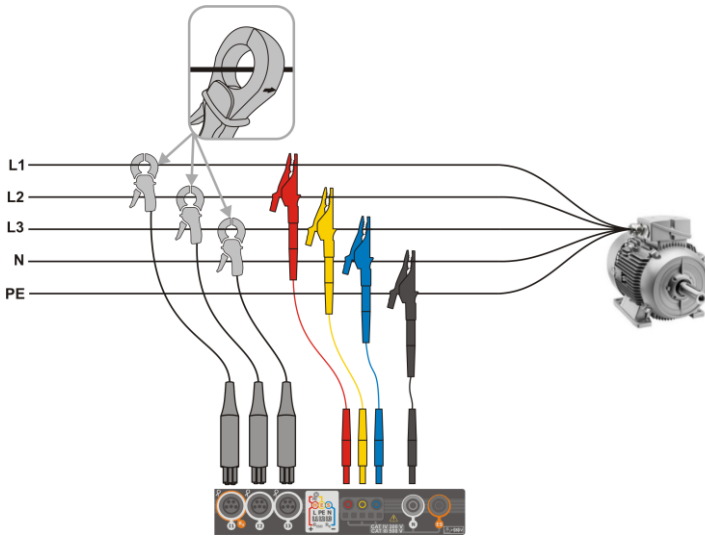
Poniższe rysunki przedstawiają schematycznie sposoby podłączenia analizatora do badanej sieci w zależności od jej typu.



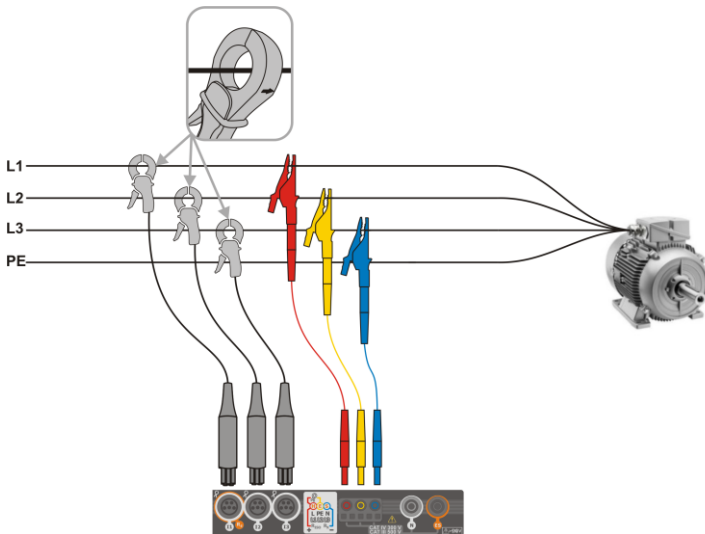
**Rys. 5.3 Schemat podłączenia – układ jednofazowy**



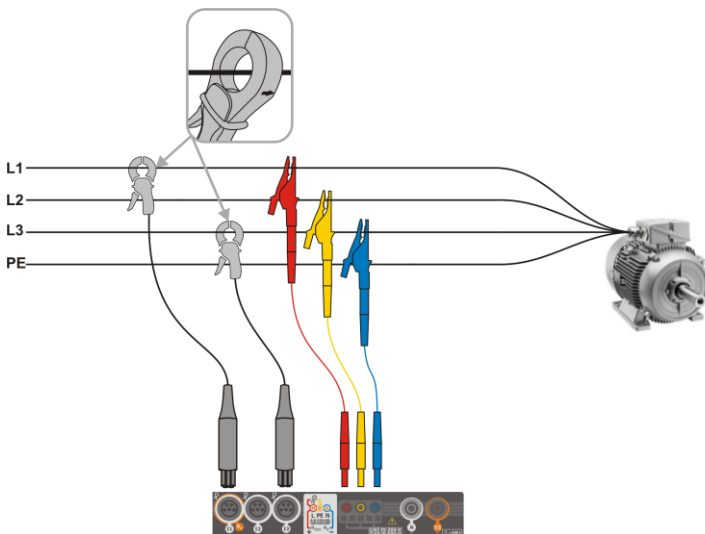
**Rys. 5.4 Schemat podłączenia – układ dwufazowy**



**Rys. 5.5 Schemat podłączenia – układ trójfazowy z czterema przewodami roboczymi**



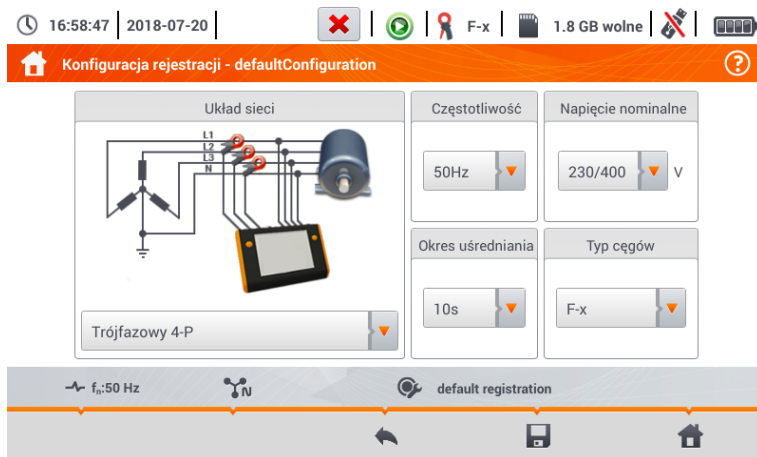
**Rys. 5.6 Schemat podłączenia – układ trójfazowy z trzema przewodami roboczymi**



Rys. 5.7 Schemat podłączenia – układ trójfazowy z trzema przewodami roboczymi (pomiar prądów metodą Arona)


### 5.3.2 Konfiguracja rejestracji

Po wybraniu ikony **+** zostanie wyświetlone okno jak na Rys. 5.8. 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. 5.8. Konfiguracja rejestracji - ustawienia ogólne

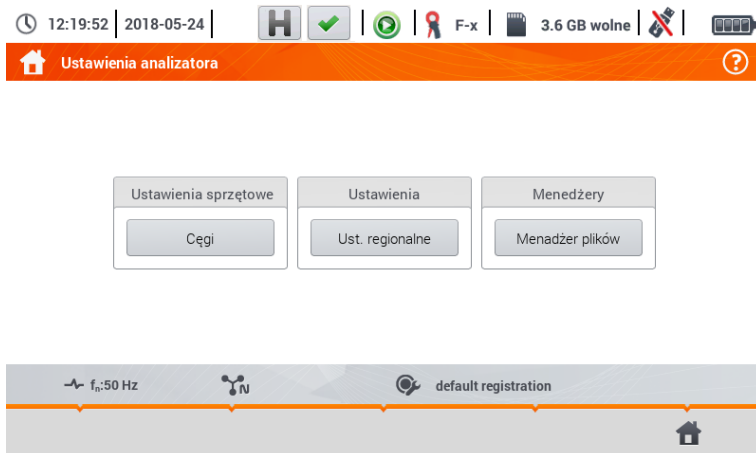
W tym miejscu można zdefiniować:

- **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.

## 5.4 Ustawienia analizatora

Na ekranie **Ustawienia analizatora** możliwe jest:

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





## 5.5 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 **czzerwony**).
- Aby wznowić odświeżanie ekranu, wybrać ponownie ikonę (kolor ikony zmieni się na **czarny**).

### 5.5.1 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**.

### 5.5.2 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 zapelnieniu całego okna wykres przesuwa się w lewo o 30 sekund.

### 5.5.3 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<sub>h01</sub> [V]** ..... wartość skuteczna składowej podstawowej napięcia,  
**U<sub>bc</sub> [V]** ..... składowa stała napięcia,

<b>f [Hz]</b> .....	częstotliwość sieci,
<b>I [A]</b> .....	wartość skuteczna prądu,
<b>I<sub>h01</sub> [A]</b> .....	wartość skuteczna składowej podstawowej prądu,
<b>I<sub>bc</sub> [A]</b> .....	składowa stała prądu,
<b>P [W]</b> .....	moc czynna,
<b>Q1</b> lub <b>QB [var]</b> .....	moc bierna składowej podstawowej lub moc bierna wg Budeanu (w zależności od metody obliczania mocy biernej),
<b>S [VA]</b> .....	moc pozorna,
<b>S<sub>n</sub> [VA]</b> lub <b>D [var]</b> .....	pozorna moc odkształcenia lub moc odkształcenia wg Budeanu (w zależności od metody obliczania mocy biernej),
<b>E<sub>P+</sub> [Wh]</b> .....	energia czynna pobrana,
<b>E<sub>P-</sub> [Wh]</b> .....	energia czynna oddana,
<b>E<sub>Q1+</sub></b> lub <b>E<sub>QB+</sub> [varh]</b> ...	energia bierna pobrana,
<b>E<sub>Q1-</sub></b> lub <b>E<sub>QB-</sub> [varh]</b> ....	energia bierna oddana,
<b>E<sub>s</sub> [VAh]</b> .....	energia pozorna,
<b>PF</b> .....	współczynnik mocy (ang. <i>Power Factor</i> ),
<b>cosφ</b> .....	współczynnik przesunięcia fazowego,
<b>P<sub>st</sub></b> .....	krótkookresowy wskaźnik migotania światła,
<b>P<sub>lt</sub></b> .....	długookresowy wskaźnik migotania światła,
<b>U<sub>0</sub> [V]</b> .....	składowa symetryczna zerowa napięcia,
<b>U<sub>1</sub> [V]</b> .....	składowa symetryczna zgodna napięcia,
<b>U<sub>2</sub> [V]</b> .....	składowa symetryczna przeciwna napięcia,
<b>U<sub>2</sub>/U<sub>1</sub> [%]</b> .....	współczynnik asymetrii składowej przeciwnej napięcia,
<b>U<sub>0</sub>/U<sub>1</sub> [%]</b> .....	współczynnik asymetrii składowej zerowej napięcia,
<b>I<sub>0</sub> [A]</b> .....	składowa symetryczna zerowa prądu,
<b>I<sub>1</sub> [A]</b> .....	składowa symetryczna zgodna prądu,
<b>I<sub>2</sub> [A]</b> .....	składowa symetryczna przeciwna prądu,
<b>I<sub>2</sub>/I<sub>1</sub> [%]</b> .....	współczynnik asymetrii składowej przeciwnej prądu,
<b>I<sub>0</sub>/I<sub>1</sub> [%]</b> .....	współczynnik asymetrii składowej zerowej prądu.


## 5.5.4 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 napięcia i prądu ( $\varphi_{U_{h1}, I_{h1}}$ ) jest większy od zera (napięcie wyprzedza prąd),


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

## 5.5.5 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  $\cos\varphi$  tych prądów oraz współczynników THD. Składowe harmoniczne są wyświetlane w sposób graficzny na wykresie słupkowym (domyślnie) bądź w formie tabelarycznej.

## 5.6 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.

## 5.7 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.

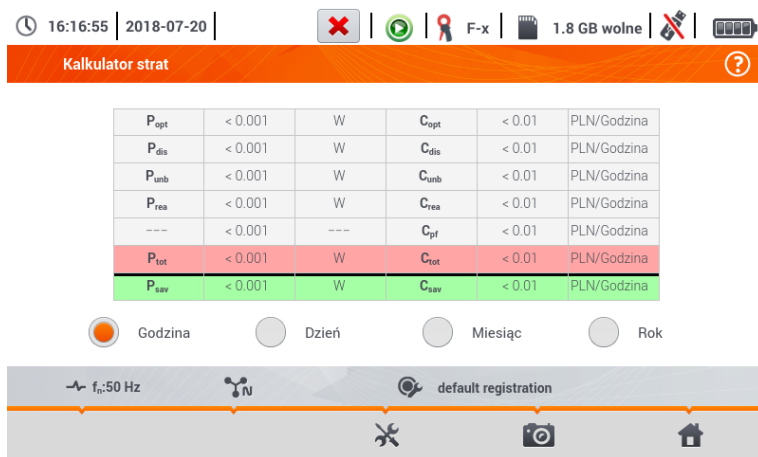
Na ekranie **Analiza rejestracji – lista rejestracji** znajduje się lista rejestracji (wpisy o symbolu , zapisanych w pamięci miernika. Listę można przewijać, przesuując palcem w górę i dół w obrębie widocznego zestawienia. Ze szczegółowym opisem sposobu analizy rejestracji należy zapoznać się w pełnej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



## 5.8 Kalkulator strat energii

### 5.8.1 Opis funkcjonalny

W tym trybie można oszacować straty mocy czynnej oraz wiążące się z nimi koszty z tytułu złej jakości zasilania. Ekran analizy strat przedstawiono na Rys. 5.9. Analizy można dokonać w żądanym ujęciu czasowym.



Rys. 5.9 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 dokonanej wyboru.

## 5.8.2 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 tyczy się analiza, to znaczy:

- dla przewodów fazowych L:
  - o **ilość żył** danej fazy,
  - o **przekrój** żył w mm<sup>2</sup>,
- dla przewodów neutralnych N:
  - o **ilość żył** neutralnych ,
  - o **przekrój** żył w mm<sup>2</sup>,
- **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 ≥ 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.

## 5.9 Sprawność inwertera

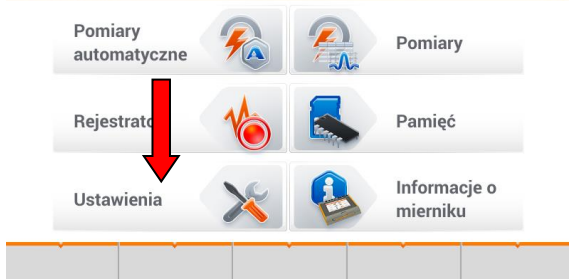
Patrz **rozdz. 3.18.1, 3.18.2.**

## 6 Pamięć miernika

### 6.1 Pamięć pomiarów

#### 6.1.1 Ustawienia pamięci

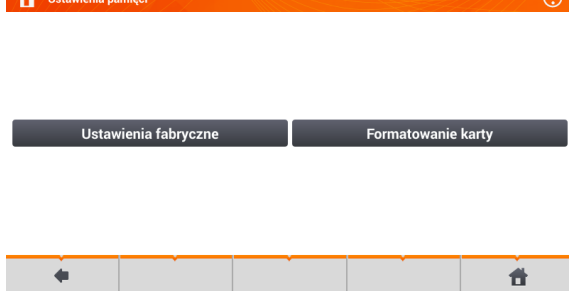
1  W menu głównym wybrać **Ustawienia**.



2  Wybrać **Ustawienia pamięci**.




3  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.

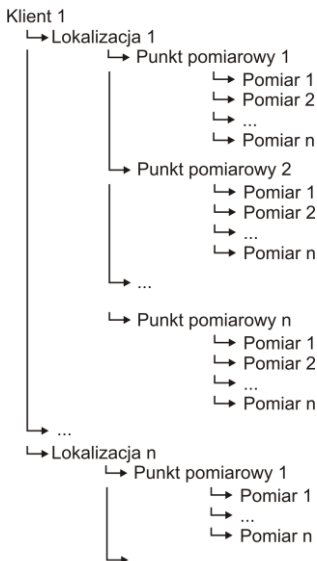
Opis ikon funkcyjnych

 powrót do poprzedniego ekranu

 powrót do menu głównego

## 6.1.2 Organizacja pamięci

Pamięć wyników pomiarów ma strukturę drzewiastą (Rys. 6.1). Użytkownik ma możliwość zapisu nieograniczonej liczby klientów. W każdym z klientów może utworzyć dowolną liczbę obiektów, z podobiektami.



Rys. 6.1. 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.

## 6.1.3 Zapis wyniku pomiaru

1 15:57:51 | 2018-07-20 | Z<sub>L-PE</sub>, I<sub>k</sub>, I<sub>A</sub>, U<sub>L-PE</sub>


**GOTOWY!** 2018-07-20 15:55:07

**Z<sub>L-PE</sub> = 3,14 Ω** I<sub>k</sub> = 73,2 A I<sub>A</sub> = 50,0 A

U<sub>L-PE</sub> = 240,2 V f = 50,0 Hz

I<sub>k</sub> (Un)

R = 3,14 Ω  
X<sub>L</sub> = 0,07 Ω  
U<sub>L-PE</sub> = 240,5 V  
f = 50,0 Hz

- Po wykonaniu pomiaru wybrać ikonę .
- Pojawi się menu Zapisywanie wyniku pomiaru (menu i sterowanie analogiczne jak w rozdz. 6.1.1).

## 6.2 Pamięć rejestratora

### 6.2.1 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 **rozd. 6.1.1**).

### 6.2.2 Pamięć zewnętrzna USB (pendrive)

Podłączenie 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 „MPI-540\_DATA”.

### 6.2.3 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,
- przedstawianie danych w formie tabel,
- przedstawianie danych w formie wykresów,
- 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](http://www.sonel.pl)).

## 6.2.4 Połączenie z PC i transmisja danych

Połączenie z komputerem (tryb PC) umożliwia:

- transmisję danych zapisanych w pamięci rejestratora:
  - o 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. 6.2.1; bezpieczną metodą jest wcześniejsze wyłączenie miernika).

## 7 Zasilanie miernika

### 7.1 Monitorowanie rozładowania akumulatorów

Przyrząd wyposażony jest w pakiet akumulatora Li-Ion 11,1 V 3,4 Ah. Pakiet zawiera w sobie układ nadzorowania stanu ładunku 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

### 7.2 Wymiana akumulatorów

Miernik MPI-540 jest zasilany z firmowego pakietu akumulatorów SONEL 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.

### 7.3 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.

## 8 Dane techniczne

### 8.1 Dane podstawowe

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

#### 8.1.1 Pomiar napięć przemiennych (True RMS)

Zakres	Rozdzielczość	Dokładność
0,0 V...299,9 V	0,1 V	±(2% w.m. + 4 cyfry)
300 V...500 V	1 V	±(2% w.m. + 2 cyfry)

- Zakres częstotliwości: 45...65 Hz

#### 8.1.2 Pomiar częstotliwości

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

- Zakres napięć: 50...500 V

#### 8.1.3 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 $\Omega$ ...1999,9 $\Omega$
5 m	0,170 $\Omega$ ...1999,9 $\Omega$
10 m	0,210 $\Omega$ ...1999,9 $\Omega$
20 m	0,290 $\Omega$ ...1999,9 $\Omega$
WS-03, WS-04	0,190 $\Omega$ ...1999,9 $\Omega$

Zakresy wyświetlania:

Zakres wyświetlania	Rozdzielczość	Dokładność
0,000...19,999 $\Omega$	0,001 $\Omega$	±(5% w.m. + 0,03 $\Omega$ )
20,00...199,99 $\Omega$	0,01 $\Omega$	±(5% w.m. + 0,3 $\Omega$ )
200,0...1999,9 $\Omega$	0,1 $\Omega$	±(5% w.m. + 3 $\Omega$ )

- Napięcie nominalne pracy  $U_{nL-N}/U_{nL-L}$ : 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

## 8.1.4 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  $\Omega$  dla przewodów 1,2 m, WS-03 i WS-04
- 0,51...1999  $\Omega$  dla przewodów 5 m, 10 m i 20 m

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

- 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 napięć: 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

## 8.1.5 Pomiar parametrów wyłączników RCD

- Pomiar wyłączników RCD typu: AC, A, B, B+, F, EV
- Napięcie nominalne pracy  $U_n$ : 110 V, 115 V, 127 V, 220 V, 230 V, 240 V
- Zakres roboczy napięć: 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	Dokładność
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ogólnego typu</li> <li>▪ Krótkozwłoczny</li> <li>▪ EV część AC</li> </ul>	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 $I_{\Delta n}$			
	2 $I_{\Delta n}$	0..200 ms		
	5 $I_{\Delta n}$	0..150 ms		
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ EV 6 mA DC</li> <li>▪ RCM</li> </ul>	1 $I_{\Delta n}$	0,0..10,0 s	0,1 s	$\pm(2\% \text{ w.m.} + 3 \text{ cyfry})$
	10 $I_{\Delta n}$	0..300 ms	1 ms	
	33 $I_{\Delta n}^{2)}$	0..100 ms		
	50 $I_{\Delta n}^{3)}$	0..40 ms		

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

2) dla pomiarów wg IEC 62955

3) dla pomiarów wg IEC 62752

- Dokładność zadawania prądu różnicowego:

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

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



### 8.1.6 Pomiar rezystancji uziemienia $R_E$

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

Zakres	Rozdzielczość	Dokładność
0,00...0,35 $\Omega$	0,01 $\Omega$	$\pm(2\% \text{ w.m.} + 10 \text{ cyfr})$
0,35...9,99 $\Omega$	0,01 $\Omega$	$\pm(2\% \text{ w.m.} + 4 \text{ cyfry})$
10,0...99,9 $\Omega$	0,1 $\Omega$	$\pm(2\% \text{ w.m.} + 3 \text{ cyfry})$
100...999 $\Omega$	1 $\Omega$	
1,00...1,99 k $\Omega$	0,01 k $\Omega$	

- 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 $\Omega$

#### Selektywny pomiar uziemienia z cęgami

Zakres	Rozdzielczość	Dokładność *
0,00...0,35 $\Omega$	0,01 $\Omega$	$\pm(8\% \text{ w.m.} + 10 \text{ cyfr})$
0,35...9,99 $\Omega$	0,01 $\Omega$	$\pm(8\% \text{ w.m.} + 4 \text{ cyfry})$
10,0...99,9 $\Omega$	0,1 $\Omega$	
100...999 $\Omega$	1 $\Omega$	
1,00...1,99 k $\Omega$	0,01 k $\Omega$	

\* – 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	Dokładność *
0,00...0,35 $\Omega$	0,01 $\Omega$	$\pm(10\% \text{ w.m.} + 10 \text{ cyfr})$
0,35...9,99 $\Omega$	0,01 $\Omega$	$\pm(10\% \text{ w.m.} + 4 \text{ cyfry})$
10,0...19,9 $\Omega$	0,1 $\Omega$	
20,0...99,9 $\Omega$		$\pm(20\% \text{ w.m.} + 4 \text{ cyfry})$

\* – 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 ( $\rho$ )

Zakres	Rozdzielczość	Dokładność
0,0...99,9 $\Omega\text{m}$	0,1 $\Omega\text{m}$	Zależna od dokładności pomiaru $R_E$
100...999 $\Omega\text{m}$	1 $\Omega\text{m}$	
1,00...9,99 k $\Omega\text{m}$	0,01 k $\Omega\text{m}$	
10,0...99,9 k $\Omega\text{m}$	0,1 k $\Omega\text{m}$	

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

## 8.1.7 Niskonapięciowy pomiar ciągłości obwodu i rezystancji

### Pomiar ciągłości połączeń ochronnych i wyrównawczych prądem $\pm 200$ mA

Zakres pomiarowy wg IEC 61557-4: 0,12...400  $\Omega$

Zakres	Rozdzielczość	Dokładność
0,00...19,99 $\Omega$	0,01 $\Omega$	$\pm(2\%$ w.m. + 3 cyfry)
20,0...199,9 $\Omega$	0,1 $\Omega$	
200...400 $\Omega$	1 $\Omega$	

- 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
- Pomiary dla obu polaryzacji prądu

### Pomiar rezystancji małym prądem

Zakres	Rozdzielczość	Dokładność
0,0...199,9 $\Omega$	0,1 $\Omega$	$\pm(3\%$ w.m. + 3 cyfry)
200...1999 $\Omega$	1 $\Omega$	

- 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

## 8.1.8 Pomiar rezystancji izolacji

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

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

\* – dla przewodów WS-03 i WS-04

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

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

\* – dla przewodów WS-03 i WS-04

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

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

\* – dla przewodów WS-03 i WS-04

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

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

\* – dla przewodów WS-03 i WS-04

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

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

- Napięcia pomiarowe: 50 V, 100 V, 250 V, 500 V i 1000 V
- Dokładność zadawania napięcia (Robc [ $\Omega$ ]  $\geq 1000 \cdot U_N$  [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<sub>ISO</sub>, -R<sub>ISO</sub> w zakresie: 0 V...440 V
- Prąd pomiarowy < 2 mA

## 8.1.9 Pomiar oświetlenia

Zakresy pomiarowe sondy LP-1

Zakres [lx]	Rozdzielczość [lx]	Niepewność widmowa	Dokładność
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	Dokładność
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	Dokładność
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

### 8.1.10 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

### 8.1.11 Wirowanie silnika

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

### 8.1.12 **MPI-540-PV** Pomiar napięcia DC obwodu otwartego $U_{oc}$

Zakres	Rozdzielczość	Dokładność
0,0 V...299,9 V	0,1 V	±(3% w.m. + 5 cyfr)
300 V...1000 V	1 V	±(3% w.m. + 2 cyfry)

### 8.1.13 **MPI-540-PV** Pomiar prądu DC zwarcia $I_{sc}$

Zakres	Rozdzielczość	Dokładność
0,00 A...20,00 A	0,01 A	±(3% w.m. + 0,10 A)

- Przed pomiarem należy wyzerować cęgi

## 8.2 Dane rejestratora

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

### 8.2.1 Wejścia

#### Wejścia napięciowe

Liczba wejść	4 (L1, L2, L3, N - 3 torów pomiarowe) niezolowane galwanicznie między sobą
Maksymalne napięcie wejściowe	L1, L2, L3, N: 500 V <sub>RMS</sub> 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 MΩ (L-L, L-N)
CMRR	>70 dB (50 Hz)

## Wejścia prądowe

<b>Liczba wejść</b>	3 (L1, L2, L3) niezolowane galwanicznie między sobą
<b>Maksymalne szczytowe napięcie wejściowe</b>	5 V względem ziemi
<b>Nominalne napięcie wejściowe (cęgi twarde)</b>	1 V <sub>RMS</sub>
<b>Szczytowe napięcie wejściowe (cęgi twarde, bez obcinania)</b>	3,6 V
<b>Analogowe pasmo przenoszenia (-3dB)</b>	12 kHz
<b>Impedancja wejściowa</b>	Tor cęgów twardych: 100 kΩ Tor cęgów giętkich: 12,4 kΩ
<b>Zakres pomiarowy (bez przekładników)</b>	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)
<b>Przekładniki</b>	definiowane przez użytkownika
<b>CMRR</b>	60 dB (50 Hz)

## 8.2.2 Próbkiwanie i zegar RTC

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

## 8.2.3 Pomiar napięcia

Napięcie	Zakres i warunki	Rozdzielczość	Dokładność
U <sub>RMS</sub> (AC+DC)	20% U <sub>nom</sub> ≤ U <sub>RMS</sub> ≤ 120% U <sub>nom</sub> dla U <sub>nom</sub> ≥ 100 V	0,1% U <sub>nom</sub>	±0,5% U <sub>nom</sub>
Współczynnik szczytu	1..10 (1..2,2 dla napięcia 500 V) dla U <sub>RMS</sub> ≥ 10% U <sub>nom</sub>	0,01	±5%

## 8.2.4 Pomiar prądu (True RMS)

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

## 8.2.5 Pomiar częstotliwości

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

## 8.2.6 Pomiar harmonicznych

Harmoniczne	Zakres i warunki	Rozdzielczość	Dokładność
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% $U_{nom}$ $\pm (5\% + 0,1\% \times n)$ w.m. jeśli w.m. $\geq 3\% U_{nom}$
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% $I_{nom}$ $\pm (5\% + 0,1\% \times n)$ w.m. jeśli w.m. $\geq 10\% I_{nom}$
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%	$\pm 5\%$

## 8.2.7 Asymetria

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

## 8.2.8 Pomiar mocy i energii

Moc i energia	Warunki (dla mocy i energii $80\% U_{nom} \leq U_{RMS} < 120\% U_{nom}$ )	Rozdzielczość	Dokładność
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 (cosφ/DPF)	0...1 $50\% U_{nom} \leq U_{RMS} < 150\% U_{nom}$ $10\% I_{nom} \leq I_{RMS} < I_{nom}$	0,01	$\pm 0,03$

### 8.3 Pozostałe dane techniczne

- a) rodzaj izolacji wg PN-EN 61010-1 i IEC 61557 .....podwójna
- b) kategoria pomiarowa wg PN-EN 61010-2-030 ..... IV 300 V, III 500 V, **MPI-540-PV** II 1000 V DC
- 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<sub>ISO</sub> 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, ISO 45001
- 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 / MPI-540-PV 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).



## 9 Akcesoria

Aktualne zestawienie akcesoriów znajduje się na stronie internetowej producenta.

### 9.1 Akcesoria standardowe

W skład standardowego kompletu dostarczanego przez producenta wchodzi:

Nazwa	MPI-540 Start	MPI-540	MPI-540-PV Start	MPI-540-PV
• miernik MPI-540 / 540-PV	√	√	√	√
• adapter WS-03 wyzwalający pomiar (wtyk UNI-Schuko) (kat. III 300 V) – WS-03 – <b>WAADAWS03</b>	√	√	√	√
• przewód 1,2 m w kat. III 1000 V zakończony wtykami bananowymi, żółty – <b>WAPRZ1X2YEBB</b>	√	√	√	√
• przewód 1,2 m w kat. III 1000 V zakończony wtykami bananowymi, czerwony – <b>WAPRZ1X2REBB</b>	√	√	√	√
• przewód 1,2 m w kat. III 1000 V zakończony wtykami bananowymi, niebieski – <b>WAPRZ1X2BUBB</b>	√	√	√	√
• przewód 1,2 m w kat. III 1000 V zakończony wtykami bananowymi, czarny z oznacznikiem N – <b>WAPRZ1X2BLBBN</b>	√	√	√	√
• przewód do pomiaru uziemień na szpuli (wtyki bananowe), 15 m niebieski – <b>WAPRZ015BUBBSZ</b>	√	√	√	√
• przewód do pomiaru uziemień na szpuli (wtyki bananowe), 30 m czerwony – <b>WAPRZ030REBBSZ</b>	√	√	√	√
• przewód do transmisji, zakończony wtykami USB – <b>WAPRZUSB</b>	√	√	√	√
• krokodyłek 1 kV 20 A (kat. III 1000 V) żółty K02 – <b>WAKROYE20K02</b>	√	√	√	√
• krokodyłek 1 kV 20 A (kat. III 1000 V) czerwony K02 – <b>WAKRORE20K02</b>	√	√	√	√
• krokodyłek 1 kV 20 A (kat. III 1000 V) niebieski K02 – <b>WAKROBU20K02</b>	√	√	√	√
• krokodyłek 1 kV 20 A (kat. III 1000 V) czarny K01 – <b>WAKROBL20K01</b>	√	√	√	√
• sonda ostrzowa z gniazdem bananowym (kat. III 1000 V) żółta – <b>WASONYEOGB1</b>	√	√	√	√
• sonda ostrzowa z gniazdem bananowym (kat. III 1000 V) czerwona – <b>WASONREOGB1</b>	√	√	√	√
• sonda ostrzowa z gniazdem bananowym (kat. III 1000 V) niebieska – <b>WASONBUOGB1</b>	√	√	√	√
• 2x sonda 30 cm do wbijania w grunt – <b>WASONG30</b>	√	√	√	√
• adapter do złączki szynowej z gwintem M4/M6 – komplet 4 szt (do złączki szynowej z gwintem M4 i M6) – <b>WAADAM4M64</b>	√	√	√	√
• zasilacz do ładowania akumulatorów Z7 – <b>WAZASZ7</b>	√	√	√	√

Nazwa	MPI-540 Start	MPI-540	MPI-540-PV Start	MPI-540-PV
• przewód do ładowania akumulatorów (wtyk IEC C13, 230 V) – <b>WAPRZLAD230</b>	√	√	√	√
• przewód do ładowania z gniazda zapalniczkowego samochodowej – <b>WAPRZLAD12SAM</b>	√	√	√	√
• futerał na miernik i akcesoria – <b>WAFUTL2</b>	√	√	√	√
• szelki do miernika (długie 1,5 m i krótkie 30 cm) – <b>WAPOZSZEKPL</b>	√	√	√	√
• pojemnik z akumulatorem Li-Ion 11,1 V 3,4 Ah – <b>WAAKU15</b>	√	√	√	√
• karta microSD 4 GB – <b>WAPOZMSD4</b>	√	√	√	√
• 3x cęgi elastyczne F-3A o prądzie do 3 kA AC (Ø 120 mm) – <b>WACEGF3AOKR</b>		√		√
• adapter PVM-1 – <b>WAADAPVM1</b>			√	√
• cęgi pomiarowe C-PV – <b>WACEGCPVOKR</b>			√	√
• adapter MC4-gniazda bananowe (komplet) – <b>WAADAMC4</b>			√	√
• adapter do cęgów C-PV – <b>WAADACPV</b>			√	√
• futerał na akcesoria PV – <b>WAFUTM13</b>			√	√
• instrukcja obsługi	√	√	√	√
• karta gwarancyjna	√	√	√	√
• certyfikat kalibracji	√	√	√	√

## KOMUNIKATY POMIAROWE



### UWAGA!

Miernik 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 Zs

**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 Hz...65 Hz.

**BŁĄD!**

Błąd pomiaru. Wyświetlenie poprawnego wyniku niemożliwe.

**Uszkodzenie obwodu  
zwarciego**

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<sub>E</sub>

**NAPIĘCIE!**

Zbyt wysokie napięcie na zaciskach miernika.

**H!**

Przerwa w obwodzie sondy prądowej.

**S!**

Przerwa w obwodzie sondy napięciowej.

**R<sub>E</sub>>1,99kΩ**

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<sub>B</sub>>U<sub>L</sub>!**

Napięcie dotykowe przekracza ustaloną 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<sub>iso</sub>



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).



**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)**