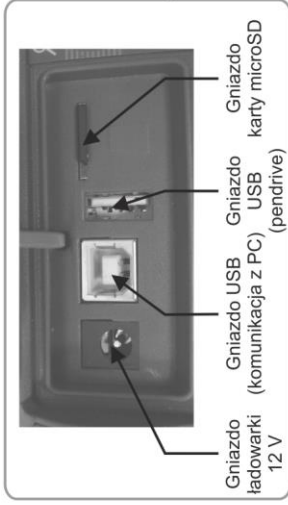
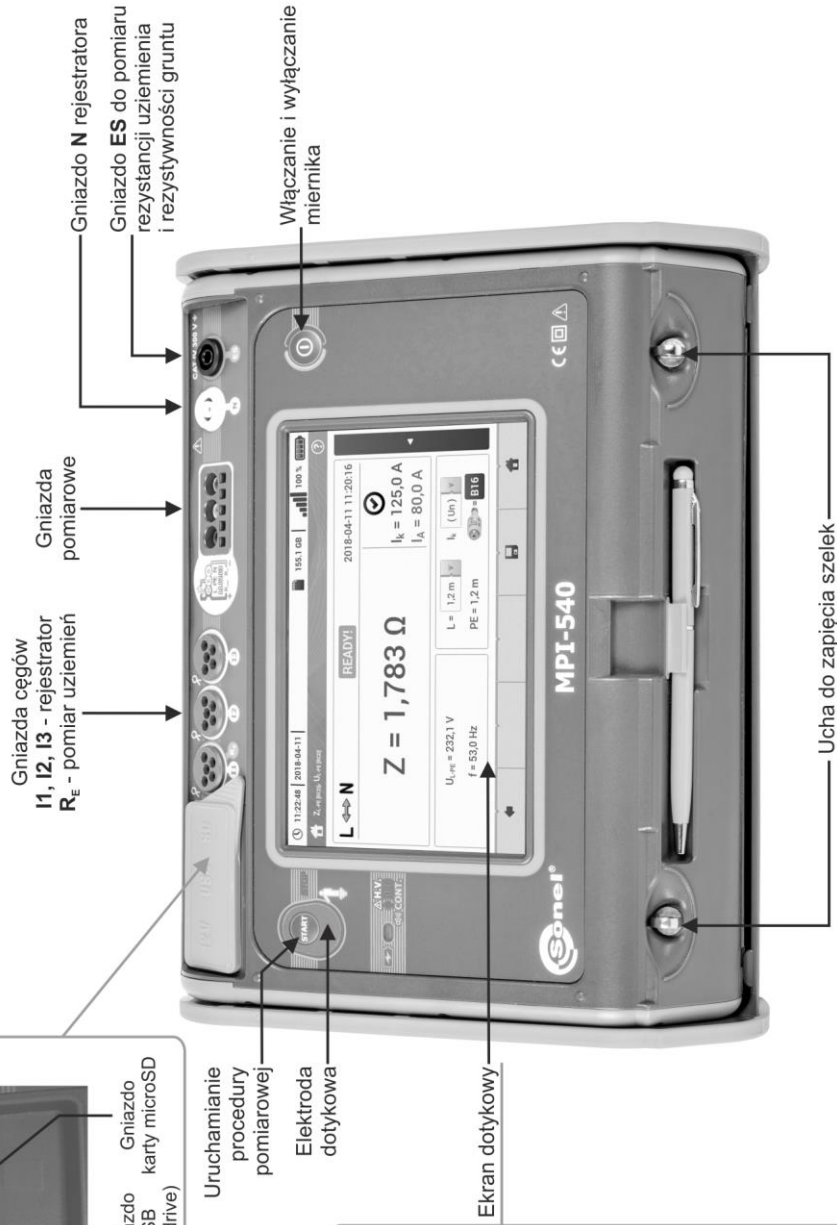


SKRÓCONA
INSTRUKCJA OBSŁUGI
MIERNIK PARAMETRÓW
INSTALACJI
MPI-540 • MPI-540-PV

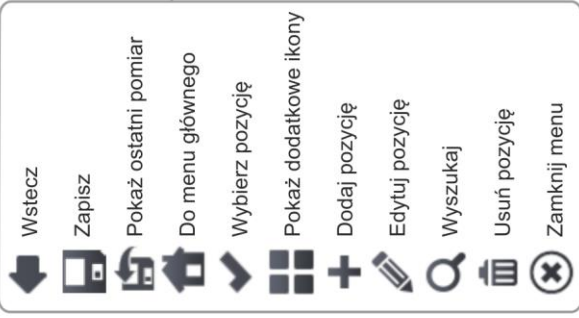
MPI-540 • MPI-540-PV



Uruchamianie procedury pomiarowej

Elektroda dotykowa

Ekran dotykowy





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 producenta**

SPIS TREŚCI

| | |
|--|-----------|
| 1 Bezpieczeństwo | 5 |
| 2 Menu główne | 6 |
| 2.1 Ustawienia miernika | 7 |
| 2.2 Ustawienia pomiarów | 7 |
| 2.2.1 Podmenu Pomiary | 7 |
| 2.2.2 MPI-540-PV Podmenu Moduły PV | 8 |
| 2.3 Komunikacja | 9 |
| 2.3.1 Komunikacja przez USB | 9 |
| 2.3.2 MPI-540-PV Połączenie z miernikiem irradancji | 9 |
| 2.4 Ustawienia regionalne | 9 |
| 3 Pomiary | 10 |
| 3.1 Sprawdzenie poprawności wykonania połączeń przewodu ochronnego | 11 |
| 3.2 Parametry pętli zwarcia | 12 |
| 3.2.1 Parametry pętli zwarcia w obwodzie L-N i L-L | 12 |
| 3.2.2 Parametry pętli zwarcia w obwodzie L-PE | 12 |
| 3.2.3 Impedancja pętli zwarcia w obwodzie L-PE zabezpieczonym wyłącznikiem RCD | 13 |
| 3.2.4 Pomiar impedancji pętli zwarcia w sieciach IT | 14 |
| 3.3 Spadek napięcia | 15 |
| 3.4 Rezystancja uziemienia | 16 |
| 3.4.1 Pomiar rezystancji uziemień metodą trójbiegunową (R_{E3P}) | 16 |
| 3.4.2 Pomiar rezystancji uziemień metodą czteroprzewodową (R_{E4P}) | 17 |
| 3.4.3 Pomiar rezystancji uziemień metodą trójbiegunową z dodatkowymi cęgami (R_{E3P+C}) .. | 18 |
| 3.4.4 Pomiar rezystancji uziemień metodą dwucęgową (2C) | 19 |
| 3.5 Rezystywność gruntu | 20 |
| 3.6 Parametry wyłączników różnicowoprądowych RCD | 21 |
| 3.6.1 Pomiary w sieciach IT | 22 |
| 3.7 Pomiary automatyczne wyłączników różnicowoprądowych RCD | 23 |
| 3.7.1 Ustawienia pomiarów automatycznych RCD | 23 |
| 3.7.2 Automatyczny pomiar RCD | 24 |
| 3.8 Rezystancja izolacji | 26 |
| 3.9 Niskonapięciowy pomiar rezystancji | 28 |
| 3.9.1 Pomiar rezystancji | 28 |
| 3.9.2 Pomiar rezystancji przewodów ochronnych i połączeń wyrównawczych prądem ± 200 mA | 28 |
| 3.10 Kolejność faz | 29 |
| 3.11 Kierunek wirowania silnika | 30 |
| 3.12 Natężenie oświetlenia | 31 |
| 3.13 MPI-540-PV Rezystancja uziemienia (PV) | 31 |
| 3.14 MPI-540-PV Rezystancja izolacji (PV) | 32 |
| 3.15 MPI-540-PV Ciągłość połączeń (PV) | 32 |
| 3.16 MPI-540-PV Napięcie DC otwartego obwodu U_{OC} | 33 |
| 3.17 MPI-540-PV Prąd DC zwarcia I_{SC} | 34 |
| 3.18 MPI-540-PV Test panelu inwertera η , P , I | 35 |
| 3.18.1 Konfiguracja pomiaru | 36 |
| 3.18.2 Odczyty bieżące | 37 |
| 3.19 MPI-540-PV Zerowanie cęgów C-PV | 38 |
| 3.20 MPI-540-PV Irradiancja i temperatura | 38 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 4 | Pomiary automatyczne..... | 39 |
| 4.1 | Wykonywanie pomiarów automatycznych | 39 |
| 4.2 | Tworzenie procedur pomiarowych | 41 |
| 5 | Rejestrator | 43 |
| 5.1 | Opis funkcjonalny..... | 43 |
| 5.2 | Główne elementy ekranu | 45 |
| 5.2.1 | Okno główne..... | 45 |
| 5.2.2 | Pasek informacji o parametrach bieżącej sieci..... | 46 |
| 5.2.3 | Pomoc | 46 |
| 5.3 | Podłączenie układu pomiarowego | 46 |
| 5.3.1 | Układy pomiarowe | 46 |
| 5.3.2 | Konfiguracja rejestracji | 49 |
| 5.4 | Ustawienia analizatora | 51 |
| 5.5 | Podgląd bieżący sieci (tryb LIVE) | 51 |
| 5.5.1 | Przebiegi chwilowe napięć i prądów (oscylogramy) | 51 |
| 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 harmonicznych | 53 |
| 5.6 | Włączanie i wyłączanie rejestracji | 53 |
| 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 |
| 6 | Pamięć miernika..... | 57 |
| 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 |
| 7 | Zasilanie miernika..... | 60 |
| 7.1 | Monitorowanie rozładowania akumulatorów | 60 |
| 7.2 | Wymiana akumulatorów..... | 60 |
| 7.3 | Ładowanie akumulatorów | 60 |
| 8 | Dane techniczne..... | 61 |
| 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 | MPI-540-PV Pomiar napięcia DC obwodu otwartego U_{OC} | 66 |
| 8.1.13 | MPI-540-PV 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 |

1 Bezpieczeństwo

Przyrząd MPI-540 jest przeznaczony do badań kontrolnych ochrony przeciwporażeniowej w sie-
ciach elektroenergetycznych prądu przemiennego oraz rejestracji parametrów sieci elektroenerge-
tycznych. 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 wymaga-
ne uprawnienia do prac przy instalacjach elektrycznych. Posługiwanie się miernikiem przez osoby
nieuprawnione może spowodować uszkodzenie przyrządu i być źródłem poważnego niebezpie-
czeństwa 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 at-
mosferze niebezpiecznej pod względem wybuchowym i pożarowym – niezbędne jest przeprowa-
dzenie 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 przeniesie-
niu 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 zasilać
go ze źródeł innych niż wymienione w niniejszej instrukcji.
- Wejścia **R_{ISO}** miernika są zabezpieczone elektronicznie przed przeciążeniem (np. na skutek przy-
łączenia 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. Stoso-
wanie innych akcesoriów może spowodować zagrożenie dla użytkownika, uszkodze-
nie gniazda pomiarowego oraz wprowadzać dodatkowe błędy pomiarowe.

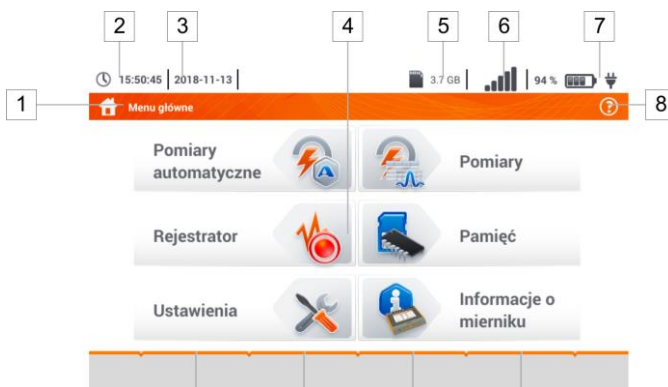


W związku z ciągłym rozwijaniem oprogramowania przyrządu, wygląd wyświetlacza
dla niektórych funkcji może różnić się od tego przedstawionego w niniejszej instrukcji.

2 Menu główne

Ekran główny jest dostępny:

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



Rys. 2.1 Główne elementy ekranu

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



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

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

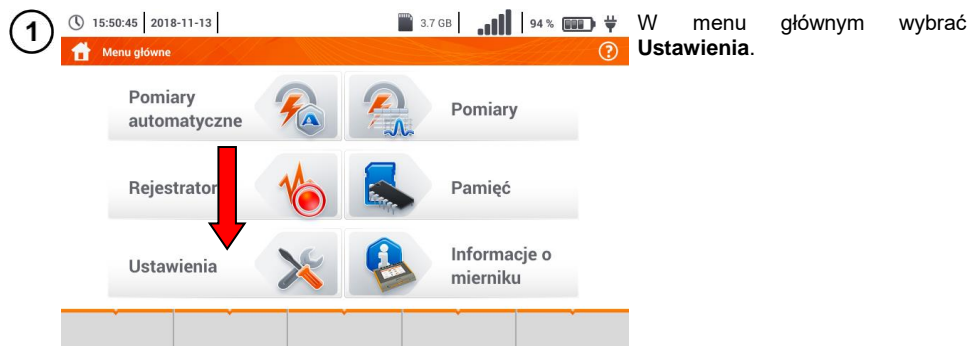
- **Rejestrator** – pomiar parametrów elektrycznych badanej sieci (opis w **rozdz. 5**),
- **Ustawienia** – przejście do ustawień głównych funkcji miernika oraz jego parametrów,
- **Pomiary** – wybór funkcji pomiarowej. Opis poszczególnych funkcji zawarto w **rozdz. 3**,
- **Pamięć** – przeglądanie i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



Szczegółowy opis poszczególnych funkcjonalności znajduje się w pełnej wersji instrukcji na stronie internetowej producenta.

2.1 Ustawienia miernika

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



2



Wybrać **Ustawienia miernika**.

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. Dobór ten zapewnia optymalną filtrację zakłóceń. Miernik przystosowany jest do filtracji zakłóceń pochodzących z sieci 50 Hz i 60 Hz.

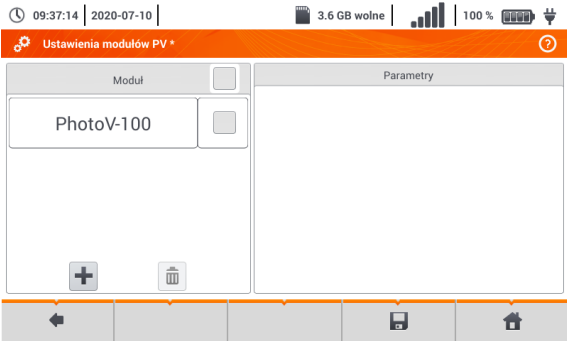
Norma pomiaru RCD EV określa parametry pomiaru wyłączników RCD dedykowanych do obszaru elektromobilności i fotowoltaiki.

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.

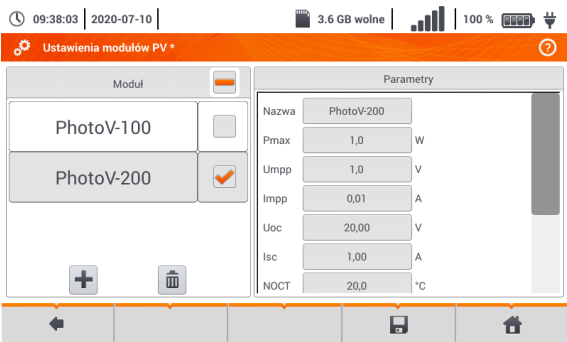
2.2.2 MPI-540-PV Podmenu Moduły PV

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 zacytowania danych zapisanych w jego pamięci. Dane można pobrać bezpośrednio spod systemu Windows lub za pośrednictwem oprogramowania dostarczanego przez producenta.

Ponadto miernik jest kompatybilny z oprogramowaniem PC:

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

- 1 Przejść do sekcji **Ustawienia** ► **Ustawienia komunikacji** ► **LoRa**.
- 2 Podłączyć adapter LoRa do gniazda USB miernika. Na górnym pasku pojawi się symbol **LoRa**.
- 3 Wprowadzić miernik irradancji 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 ΔU ,
- 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 Ωm ,
- natężenie oświetlenia **Lux**.

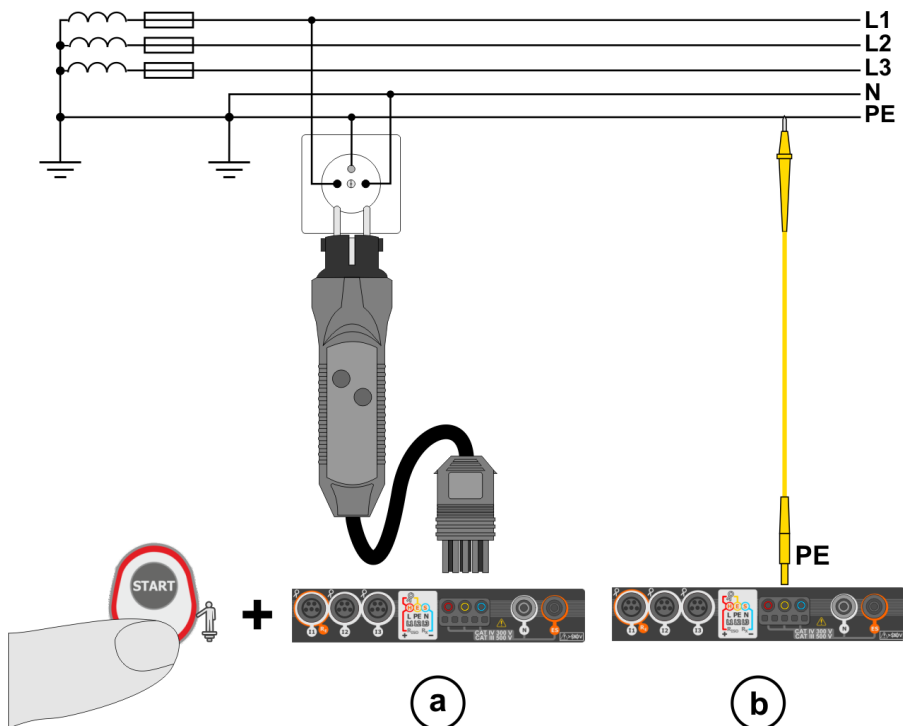
MPI-540-PV



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 η , **P**, **I**,
- iradiancja **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.



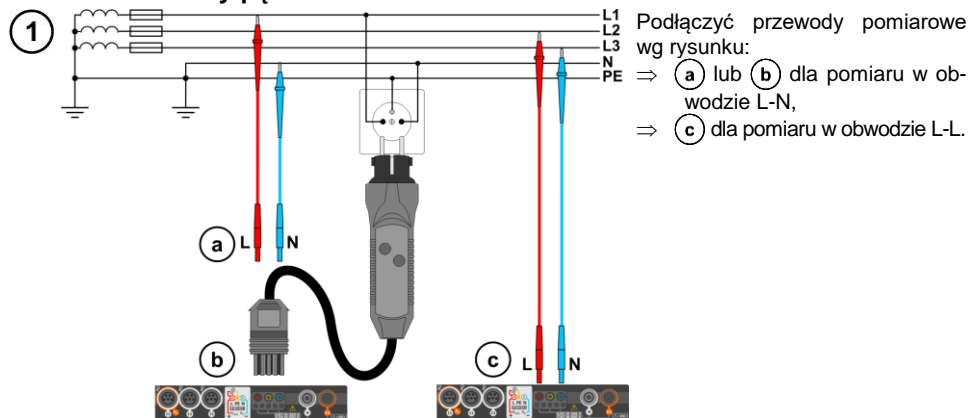
- Należy upewnić się, że w czasie pomiaru stoimy na nieizolowanym podłożu. Podłoże izolowane może spowodować błędny wynik sprawdzenia.
- Jeśli napięcie na przewodzie PE przekroczy dopuszczalną wartość (ok. 50 V), miernik zasygnalizuje ten fakt.

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

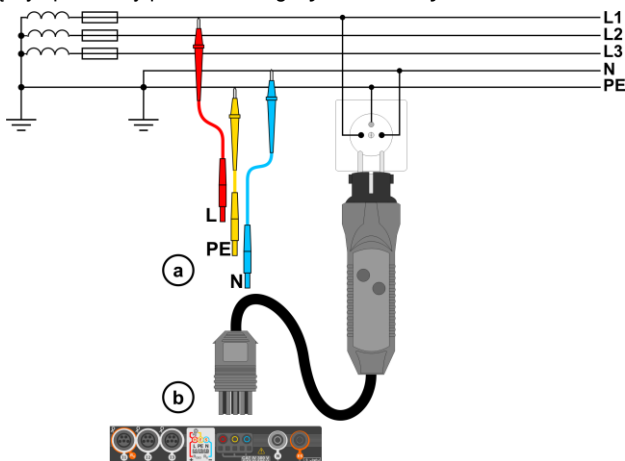


Wybrać pozycję **Z_{L-N, L-L}**.

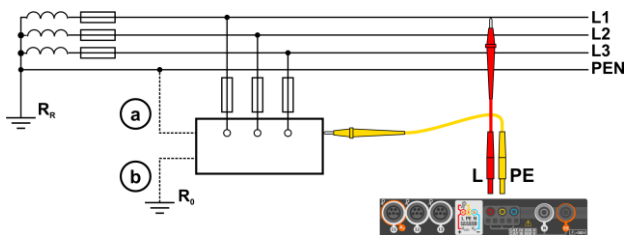
3 Dobrać pozostałe ustawienia i wykonać pomiar poprzez przycisk **START** na przyrządzie.

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 obudowy urządzenia w przypadku: (a) sieci TN lub (b) sieci TT

2



Wybrać pozycję Z_{L-PE} .

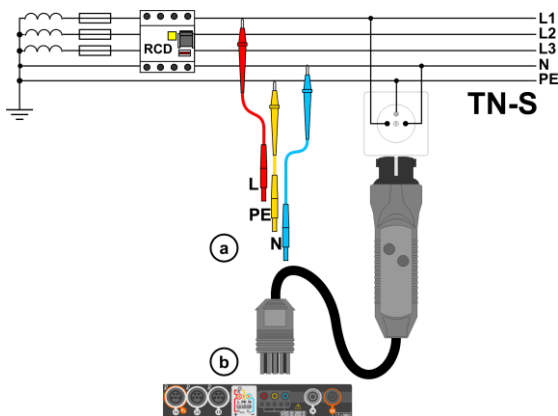
3

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

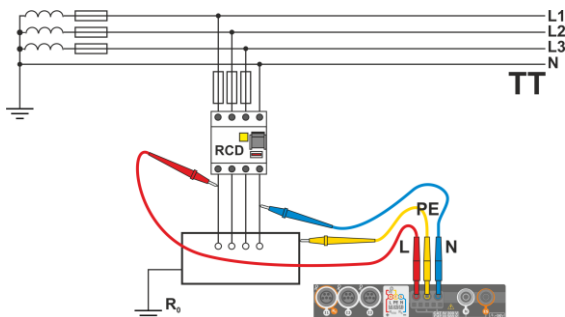
3.2.3 Impedancja pętli zwarcia w obwodzie L-PE zabezpieczonym wyłącznikiem RCD

1

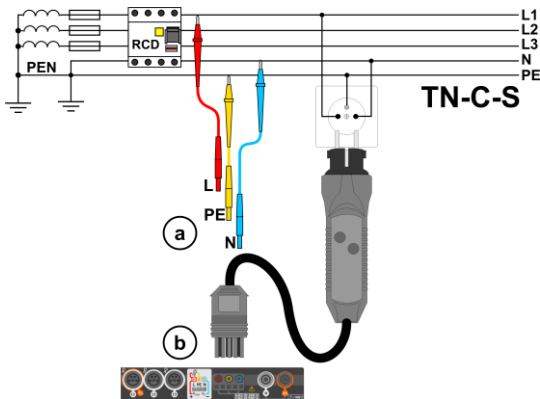
Podłączyć przewody pomiarowe wg Rys. 3.3, Rys. 3.4 lub Rys. 3.5.



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.



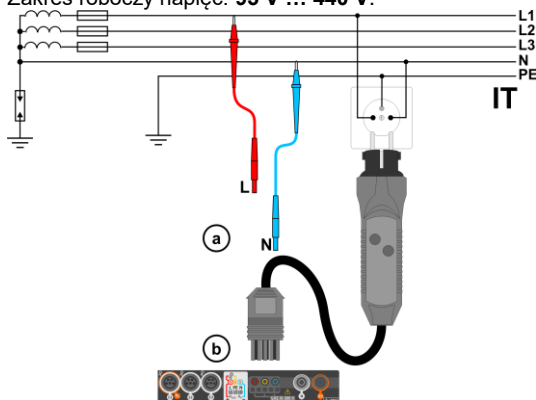
UWAGA!

- 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 napięć: **95 V ... 440 V**.

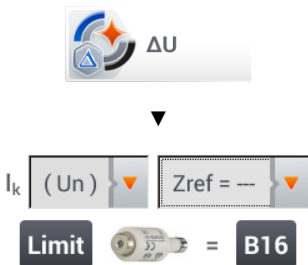


Rys. 3.6 Pomiar w układzie IT

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).

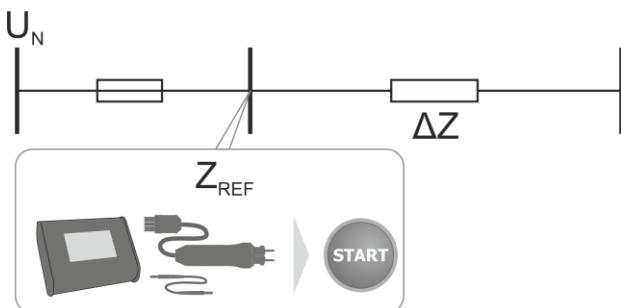
1



- Wybrać pozycję **ΔU**.
- Ustawieniem **Zref=---** wyzerować poprzedni pomiar, jeśli nie zostało to zrobione wcześniej.
- Wprowadzić **limit** spadku napięcia **ΔU_{MAX}**.
- Wprowadzić **typ zabezpieczenia** zabezpieczającego badany obwód.

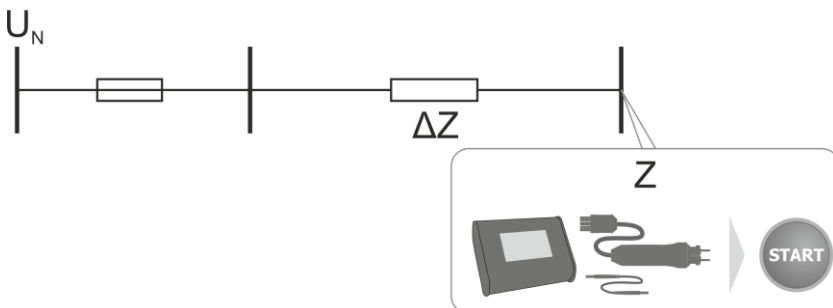
2

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



3

- Zmienić ustawienie z **Zref** 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 .

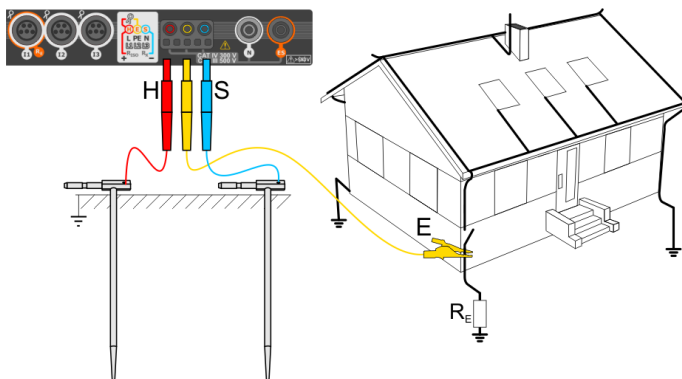
3.4.1 Pomiar rezystancji uziemień metodą trójbiegunową (R_E3P)

Podstawowym rodzajem pomiaru rezystancji uziemienia jest metoda trójprzewodowa.

1

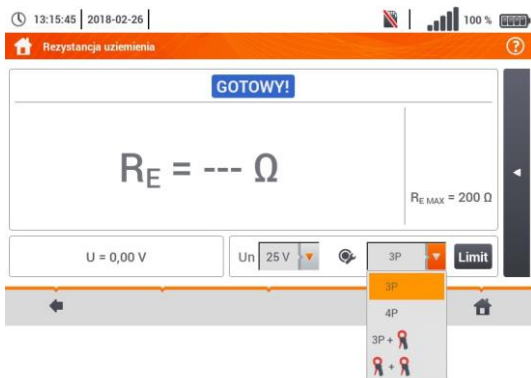
Badany uziom odłączyć od instalacji obiektu.

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

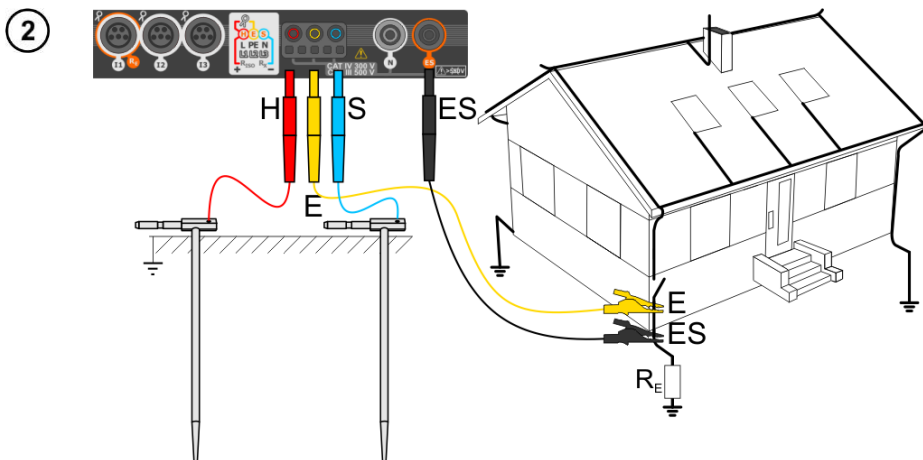


- W menu pomiarowym wybrać opcję **3P**.

- 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.



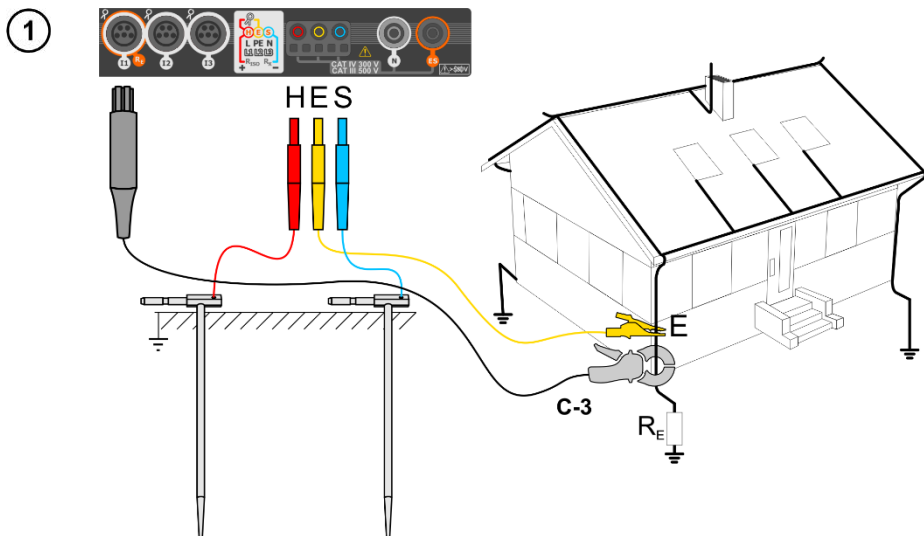
- Elektrode **prądową** wbić w ziemię i połączyć z gniazdem **H** miernika.
- Elektrode **napięciową** wbić w ziemię i połączyć z gniazdem **S** miernika.
- Badany uziom połączyć przewodem z gniazdem **E** miernika.
- Gniazdo **ES** podłączyć do badanego uziomu poniżej przewodu **E**.
- Zaleca się, aby 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% • W menu pomiarowym wybrać opcję **4P**.

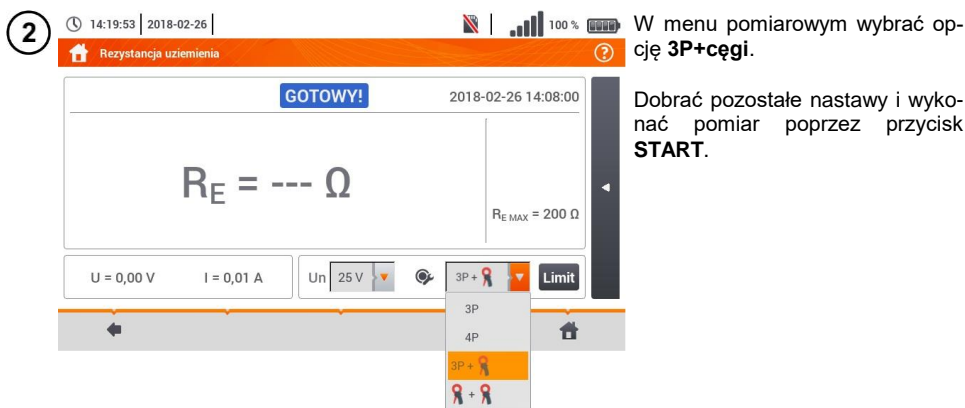


- Dobrać pozostałe i wykonać pomiar poprzez przycisk **START**.

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

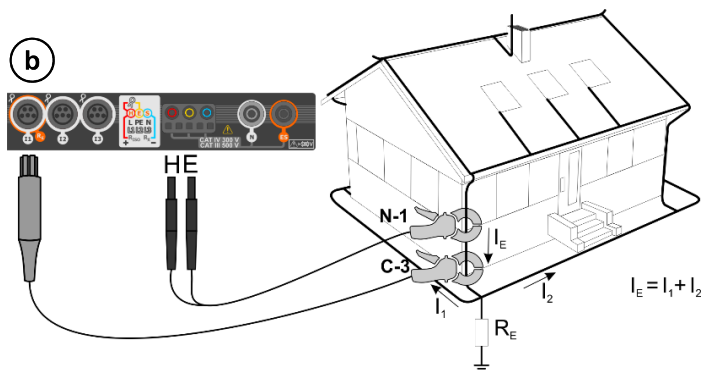
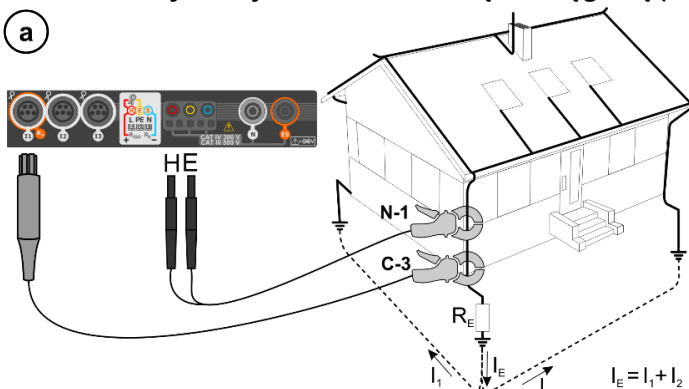


- Elektrode **prądową** wbić w ziemię i połączyć z gniazdem **H** miernika.
- Elektrode **napięciową** wbić w ziemię i połączyć z gniazdem **S** miernika.
- Badany uziom połączyć przewodem z gniazdem **E** miernika.
- Zaleca się, aby badany **uziom** oraz elektrody **H** i **S** były umieszczone w jednej 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**.



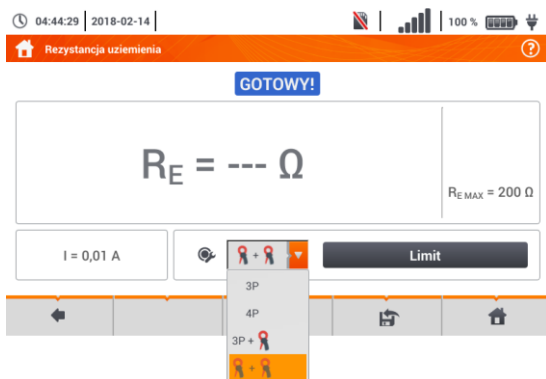
3.4.4 Pomiar rezystancji uziemień metodą dwucęgową (2C)

1 a



- 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 ρ . Funkcja ta jest metrologicznie identyczna jak czterobiegunowy pomiar rezystancji uziemienia, zawiera jednak dodatkową procedurę wpisywania odległości pomiędzy elektrodami. Wynikiem pomiaru jest wartość rezystywności obliczana automatycznie według wzoru stosowanego w metodzie pomiarowej Wennera:

$$\rho = 2\pi L R_E$$

gdzie:

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

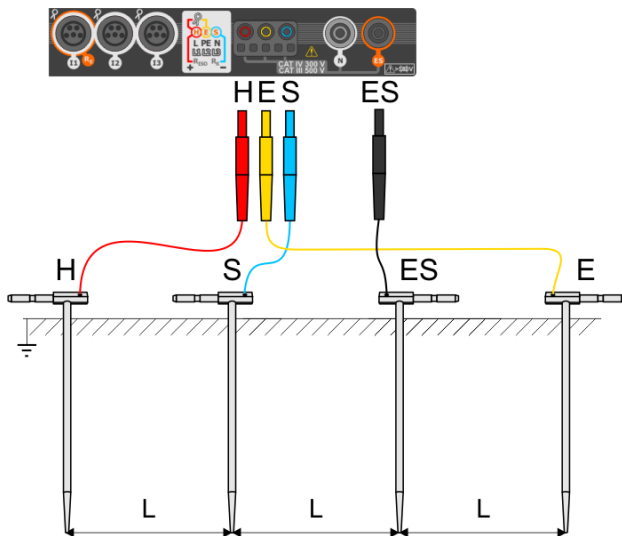
R_E – zmierzona rezystancja.

1



Wybrać pozycję **Ωm**.

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

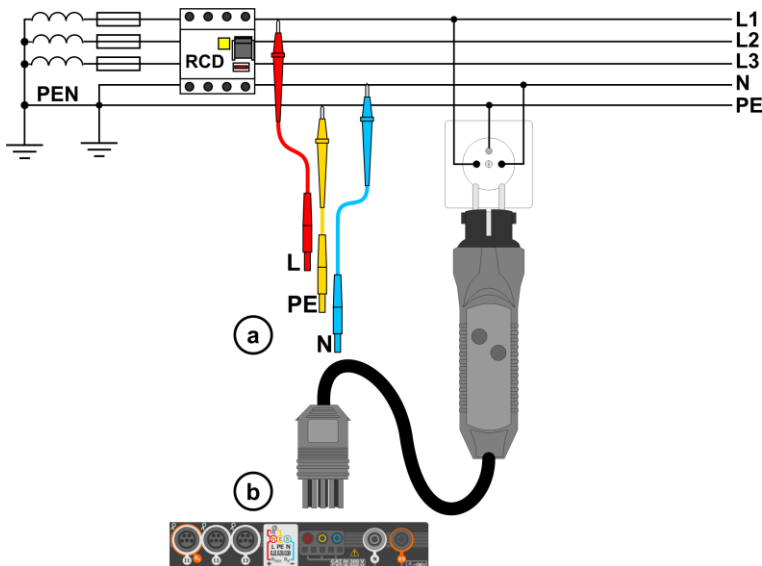
1



Wybrać pozycję **RCD I_A** lub **RCD t_A**.

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

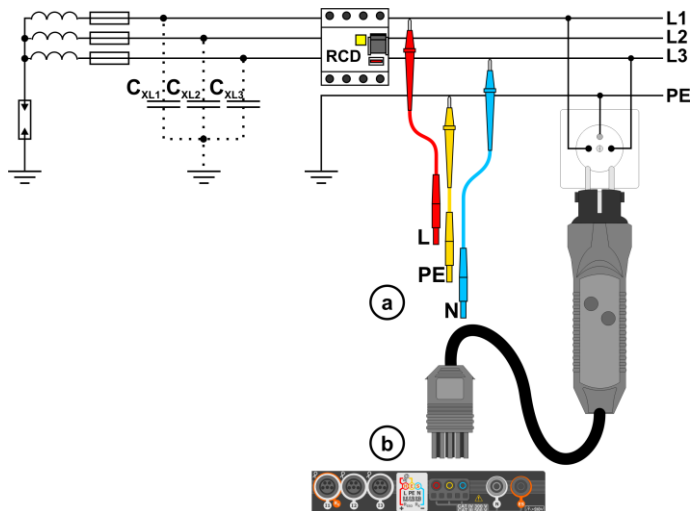
Przed dokonaniem pomiarów w menu głównym przyrządu należy wybrać odpowiedni typ sieci (menu **Ustawienia pomiarów**, rozdz. 2.2.1).



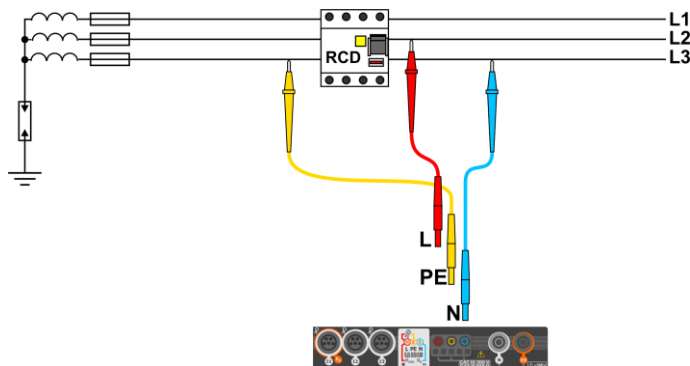
UWAGA!

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 pasożytnicze 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 włączania RCD po każdym jego zadziałaniu.

3.7.1 Ustawienia pomiarów automatycznych RCD

1



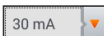
Wybrać **RCD_{AUTO}**.

2



• Wybrać **U_L** i wybrać z listy żądane napięcie pomiarowe.

$I_{\Delta n}$



• Wybrać znamionowy prąd różnicowy badanego zabezpieczenia.



• Wybrać rodzaj badanego zabezpieczenia.

3



• Wybrać parametry, jakie mają być mierzone. Oznaczenia:

I_A prąd zadziałania

t_A 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.



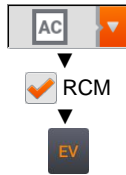
RCD inne niż EV. W urządzeniach tego typu nie występuje człon 6 mA DC.



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

• określić, według której z norm ma być prowadzony pomiar (**rozdz. 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.

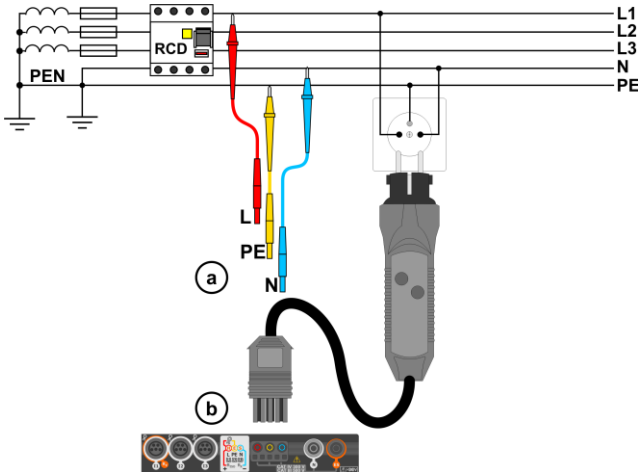
4b



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_{AUTO}**.

- 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 |
|--|--|--|
| $I_A \wedge \vee$ | $0,5 I_{\Delta n} \leq I_A \leq 1 I_{\Delta n}$ | - |
| $I_A \wedge \dots \wedge$ $I_A \Delta \dots \Delta$ | $0,35 I_{\Delta n} \leq I_A \leq 2 I_{\Delta n}$ | dla $I_{\Delta n} = 10 \text{ mA}$ |
| $I_A \wedge \dots \wedge$ $I_A \Delta \dots \Delta$ | $0,35 I_{\Delta n} \leq I_A \leq 1,4 I_{\Delta n}$ | dla pozostałych $I_{\Delta n}$ |
| $I_A \dots \dots$ | $0,5 I_{\Delta n} \leq I_A \leq 2 I_{\Delta n}$ | - |
| $I_A \dots \dots 6 \text{ mA}$ | $3 \text{ mA} \leq I_A \leq 6 \text{ mA}$ | dla RCD EV 6 mA DC i RCM (wg IEC 62955 i IEC 62752) |
| t_A przy $0,5 I_{\Delta n}$ | $t_A \rightarrow \text{rcd}$ | ▪ dla wszystkich typów RCD ▪ dla RCD EV część AC |
| t_A przy $1 I_{\Delta n}$ | $t_A \leq 300 \text{ ms}$ | ▪ dla RCD ogólnego przeznaczenia <input type="checkbox"/> ▪ dla RCD EV część AC |
| t_A przy $2 I_{\Delta n}$ | $t_A \leq 150 \text{ ms}$ | ▪ dla RCD ogólnego przeznaczenia <input type="checkbox"/> ▪ dla RCD EV część AC |
| t_A przy $5 I_{\Delta n}$ | $t_A \leq 40 \text{ ms}$ | ▪ dla RCD ogólnego przeznaczenia <input type="checkbox"/> ▪ dla RCD EV część AC |
| t_A przy $1 I_{\Delta n}$ | $130 \text{ ms} \leq t_A \leq 500 \text{ ms}$ | dla RCD selektywnych S |
| t_A przy $2 I_{\Delta n}$ | $60 \text{ ms} \leq t_A \leq 200 \text{ ms}$ | dla RCD selektywnych S |
| t_A przy $5 I_{\Delta n}$ | $50 \text{ ms} \leq t_A \leq 150 \text{ ms}$ | dla RCD selektywnych S |
| t_A przy $1 I_{\Delta n}$ | $10 \text{ ms} \leq t_A \leq 300 \text{ ms}$ | dla RCD krótkowłoczných G |
| t_A przy $2 I_{\Delta n}$ | $10 \text{ ms} \leq t_A \leq 150 \text{ ms}$ | dla RCD krótkowłoczných G |
| t_A przy $5 I_{\Delta n}$ | $10 \text{ ms} \leq t_A \leq 40 \text{ ms}$ | dla RCD krótkowłoczných G |
| t_A przy $1 I_{\Delta n}$ | $t_A \leq 10 \text{ s}$ | dla RCD EV 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 EV 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 EV 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 EV 6 mA i RCM ($I_{\Delta} = 300 \text{ mA}$ wg IEC 62752) |

3.8 Rezystancja izolacji



OSTRZEŻENIE

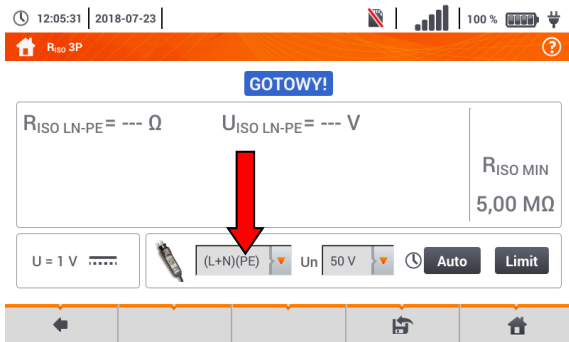
- Mierzony obiekt nie może znajdować się pod napięciem.
- Przy pomiarach rezystancji izolacji, na końcówkach przewodów pomiarowych miernika występuje niebezpieczne napięcie do 1 kV.
- Niedopuszczalne jest odłączanie przewodów pomiarowych przed zakończeniem pomiaru. Grozi to porażeniem wysokim napięciem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

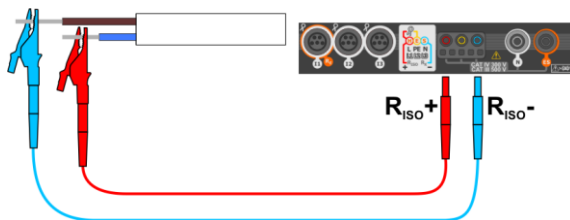
Pozycje będą się różnić w zależności od tego, czy do miernika podłączono:

- (a) sondy,
- (b) adapter UNI-Schuko,
- (c) adapter AutoISO-1000c.

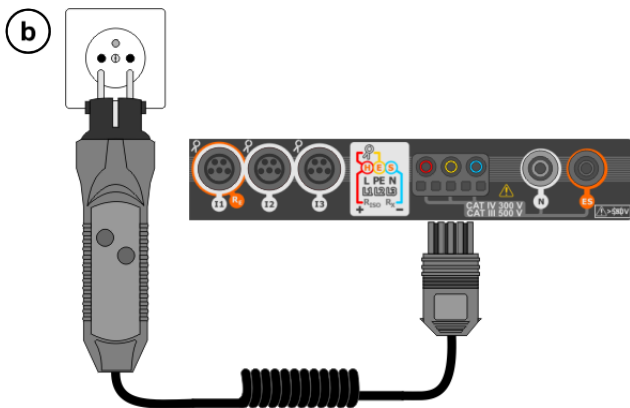


Podczas pomiaru dioda **H.V./REC/CONT.** świeci na **po-marańczowo**.

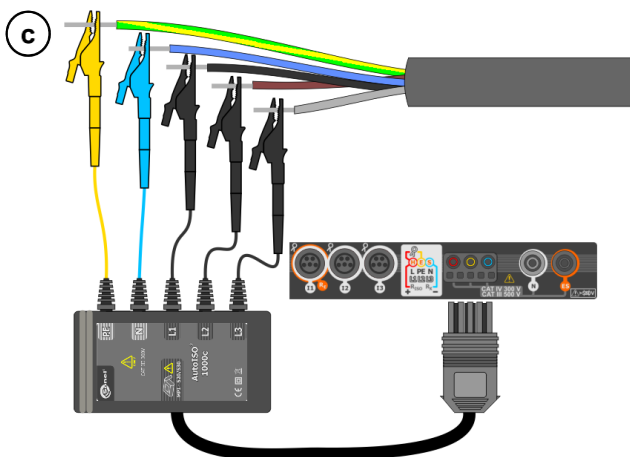
a



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

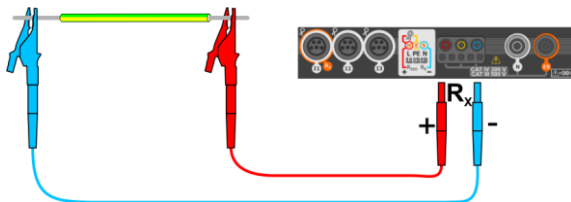
3.9.1 Pomiar rezystancji

①



Wybrać pozycję R_x , aby wywołać ekran pomiarowy.

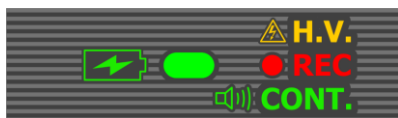
②



- 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**.

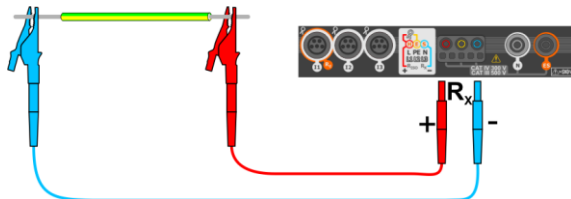
3.9.2 Pomiar rezystancji przewodów ochronnych i połączeń wyrównawczych prądem ± 200 mA

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

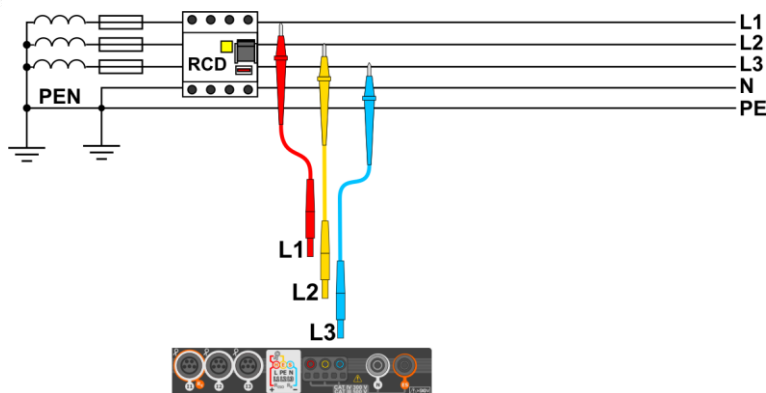
1



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

2

Podłączyć przyrząd do instalacji wg rysunku



3

14:41:23 | 2018-03-01



Schemat pomiaru kolejności faz



W TOKU



$U_{L1-L2} = 109,3 \text{ V}$

$U_{L2-L3} = 120,4 \text{ V}$

$U_{L3-L1} = 149,0 \text{ V}$

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

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

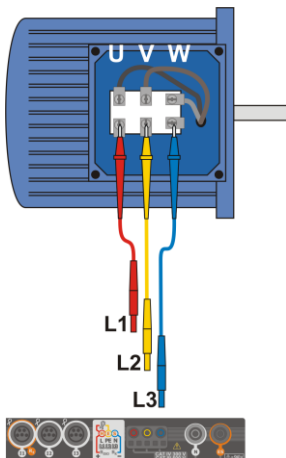
3.11 Kierunek wirowania silnika

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

14:51:09 | 2018-03-01 |



Wirowanie silnika



W TOKU



$U_U = 13,1 \text{ V}$

$U_V = 48,6 \text{ V}$

$U_W = 26,0 \text{ V}$

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**.

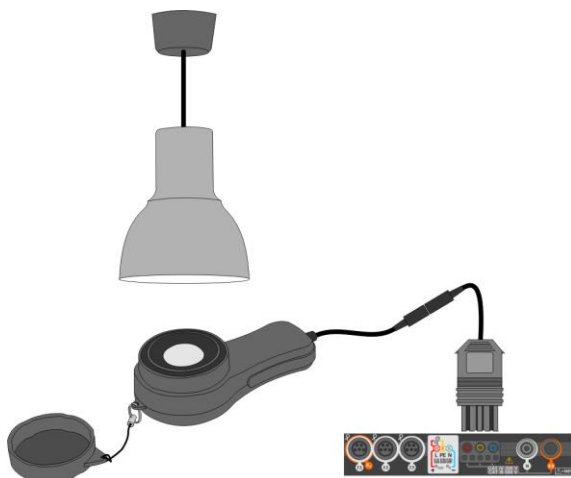
3.12 Natężenie oświetlenia

1



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

2

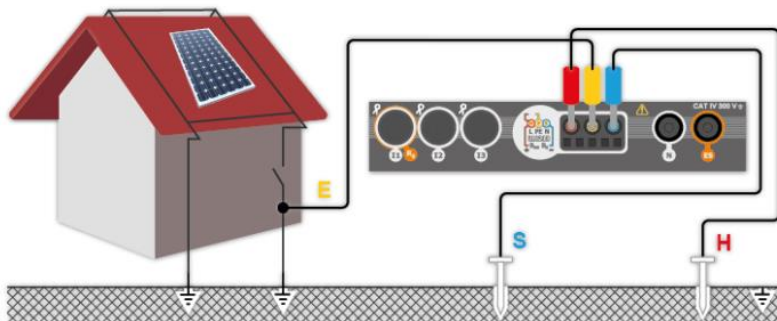


Podłączyć sondę optyczną i umieścić w badanej płaszczyźnie. Miernik wskaże pomiar.

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

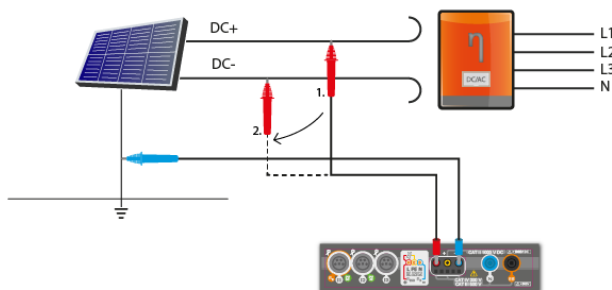
- Przy pomiarach rezystancji izolacji, na końcówkach przewodów pomiarowych miernika występuje niebezpieczne napięcie do 1 kV.
- **Niedopuszczalne** jest odłączanie przewodów pomiarowych przed zakończeniem pomiaru. Grozi to porażeniem prądem elektrycznym o wysokim napięciu i uniemożliwia rozładowanie badanego obiektu.



R_{ISO} PV

Pomiaru dokonuje się analogicznie jak w **rozdz. 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

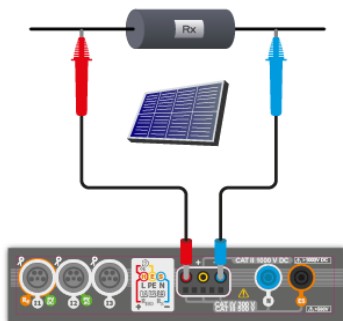
Wybranie paska ▶ chowa menu.

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



R_{CONT}

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



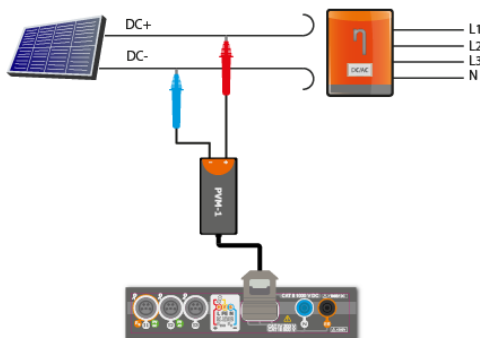
3.16 MPI-540-PV Napięcie DC otwartego obwodu U_{OC}

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^* ,

ΔU_{OC} – różnica napięcia obwodu otwartego (zmierzonego i przeliczonego do warunków STC) i tegoż napięcia deklarowanego przez producenta panelu, również przeliczonego do warunków STC .

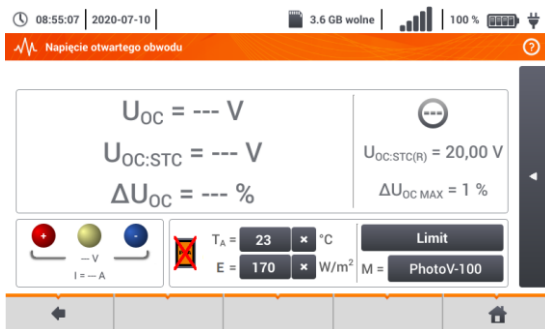


OSTRZEŻENIE

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 (**rozdz. 2.2.1**),

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

E – irradiancja,

Limit – ustawienie wartości $\Delta U_{OC,MAX}$,

M – moduł fotowoltaiczny wybierany z bazy miernika (**rozdz. 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 ΔU_{OC}



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

4



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

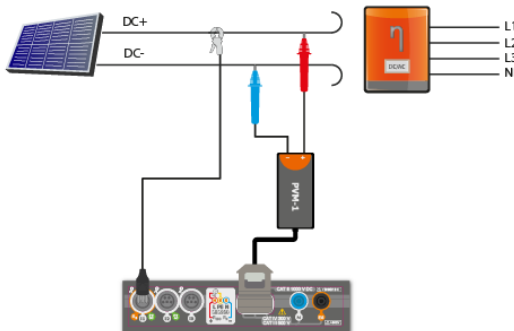
3.17 MPI-540-PV Prąd DC zwarcia I_{sc}

1



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

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:

I_{sc} – prąd zwarcia

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

ΔI_{sc} – różnica prądu zwarcia (zmierzzonego i przeliczonego do warunków STC) i tegoż prądu deklarowanego przez producenta panelu, również przeliczonego do warunków STC.

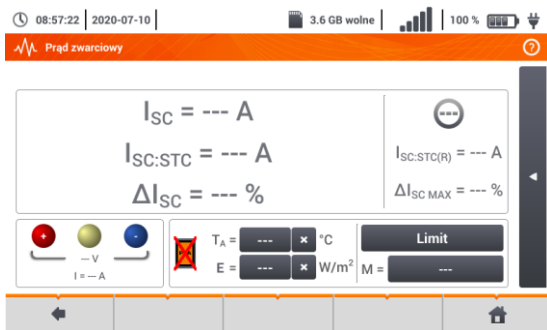
*STC (Standard Test Conditions) – warunki odniesienia, dla których producent podaje wszystkie parametry modułów.



OSTRZEŻENIE

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

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 ΔI_{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. Naciśnąć przycisk **START**, aby rozpocząć pomiar.

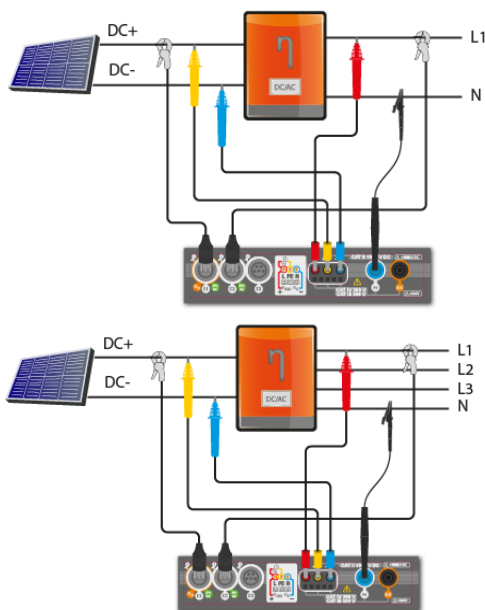
3.18 MPI-540-PV Test panelu inwertera η , P , I

1



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

2

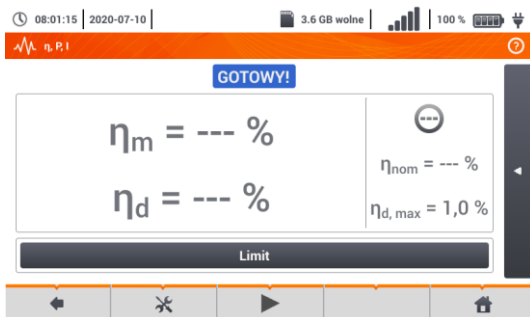


Podłączyć miernik do badanego obiektu. Mierzone będą parametry:

- 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 (η_m) i różnicę między sprawnościami inwertera: zmierzoną oraz deklarowaną przez producenta (η_d).

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

W razie potrzeby ponownie wyzerować cęgi.

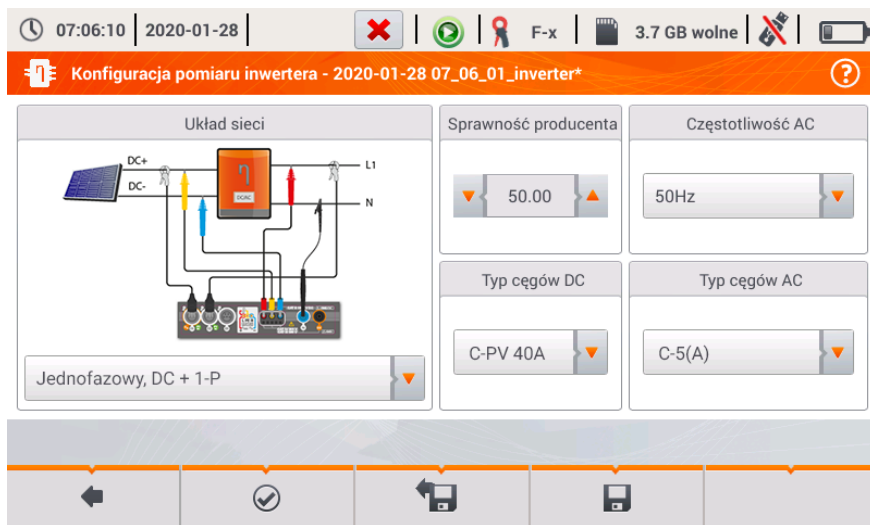
Ikona ▶ przejść do konfiguracji pomiaru. Zob. rozdz. 3.18.1, 3.18.2.

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

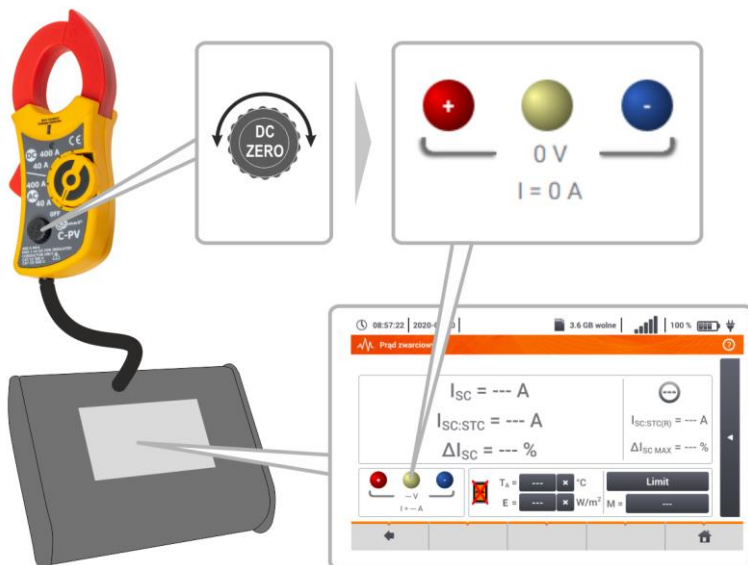
Po przejściu do ekranu odczytów bieżących w widoku tabelarycznym prezentowane są wszystkie parametry mierzonego obwodu inwertera.

| | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----------------|-----------------|----------|-------------------------|-------------------------|----------------|----------|---|
| 🕒 07:08:01 | 📅 2020-01-28 | H | 🔄 | 🔒 | F-x | 💾 3.7 GB wolne | 📶 | 🔋 |
| 📄 Odczyty bieżące - pomiary | | | | | | | | |
| | η_m [%] | η_d [%] | U [V] | U _{h01} [V] | U _{DC} [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

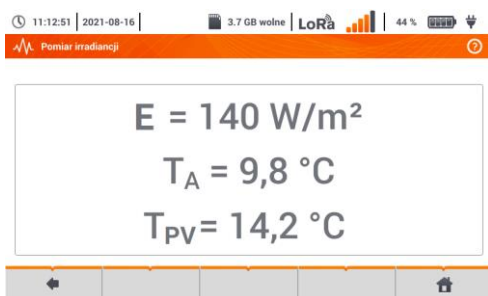
1 Sparować przyrząd i miernik irradiancji zgodnie z rozdz. 2.3.2.

2



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

3



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

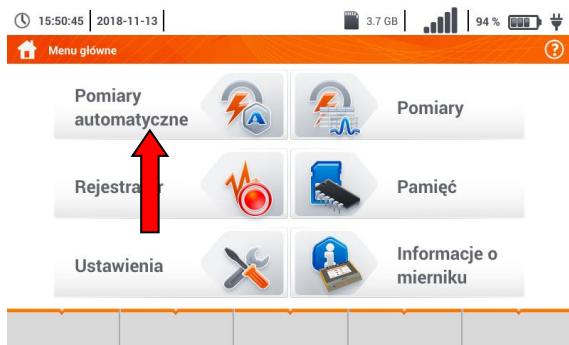
E – irradiancja,

TA – temperatura otoczenia,

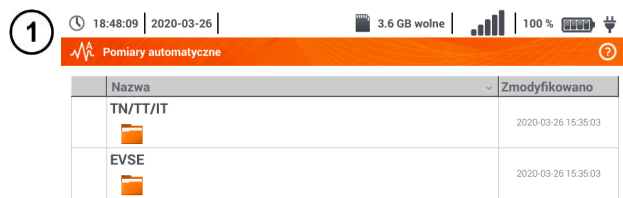
TPV – temperatura modułu PV.

4 Pomiary automatyczne

W mierniku zawarte są procedury testów automatycznych.



4.1 Wykonywanie pomiarów automatycznych



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.



Podłączyć miernik do układu pomiarowego.

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

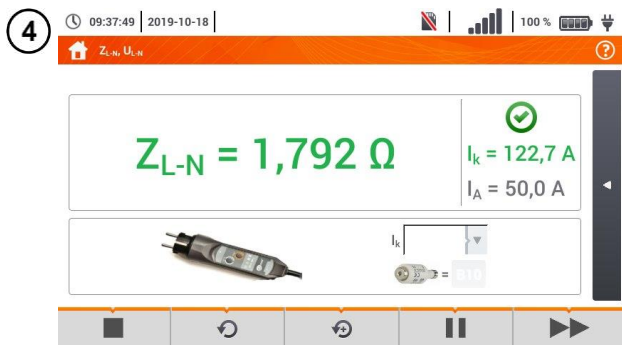
Opis ikon funkcyjnych

- 🔍 pomoc dotycząca danego pomiaru
- ↕ zwijanie 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 rozdz. 2.2.1.

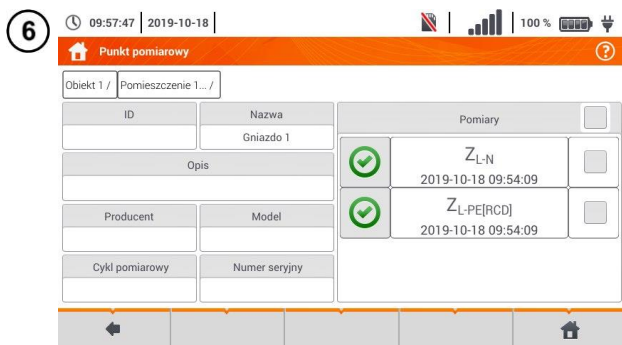


◀ Ekran podsumowania.

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 rozdz. 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 % 🔋

📶 Pomiar automatyczny

?

| 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 % 🔋

📶 Pomiar automatyczny - auto_1

?

+

📶

⬅️

+

↖️

💾

🏠

2

Z-L-N, L-L

Z-L-PE

Z-L-PE[RCD]

R_{ISO}

RCD I_A

RCD t_A

RCD_{AUTO}

R_{CONT}

R_E

Ω_m

Lux

Komunikat

Test wizualny

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

- ⇒ komunikat tekstowy,
- ⇒ test wizualny.

3

16:34:11 | 2020-03-26 | 3.6 GB wolne | 100 %

Pomiary automatyczne - auto_1*

Z_{L-PE(RCD)}

Akcesorium L 1.2 m EV I_k (Un)

I_a = B16

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.

4

16:40:49 | 2020-03-26 | 3.6 GB wolne | 100 %

Pomiary automatyczne - auto_1*

Z_{L-PE(RCD)}

Komunikat

R_{ISO}

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

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

5

16:43:38 | 2020-03-26 | 3.6 GB wolne | 100 %

Pomiary automatyczne

| Nazwa | Zmodyfikowano |
|-----------|---------------------|
| TN/TT/IT | 2020-03-26 15:35:03 |
| EVSE | 2020-03-26 15:35:03 |
| Pomiary 1 | 2020-03-26 16:43:18 |

Procedura będzie dostępna z menu głównego autoprotocur. 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 przełączyć miernik w tryb analizatora jakości zasilania należy na ekranie głównym wybrać opcję **Rejestrator**.

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

Moduł analizatora wykorzystuje następujące gniazda wejściowe miernika:

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



Rys. 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 napięcia i prądów (do 40-tej),
- współczynniki zniekształceń harmonicznych THD_F 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 _{DC} | Składowa stała napięcia | • | | • | • | | | • | • | • | | | • | • | • | |
| I | Prąd skuteczny | • | | • | • | • | | • | • | • | • | | • | • | • | |
| I _{DC} | Składowa stała prądu | • | • | • | • | • | | • | • | • | • | | • | • | • | |
| f | Częstotliwość | • | | • | | | | • | | | | | • | | | |
| P | Moc czynna | • | | • | • | | • | • | • | • | | • | | | | • |
| Q ₁ | Moc bierna | • | | • | • | | • | • | • | • | | • | | | | • ⁽¹⁾ |
| D, S _N | Moc odkształcenia | • | | • | • | | • | • | • | • | | • | | | | |
| S | Moc pozorna | • | | • | • | | • | • | • | • | | • | | | | • |
| PF | Współczynnik mocy | • | | • | • | | • | • | • | • | | • | | | | • |
| tgφ | Współczynnik tangensφ | • | | • | • | | • | • | • | • | | • | | | | • ⁽¹⁾ |
| THD _F U | Współczynnik zawartości harmonicznych napięcia | • | | • | • | | | • | • | • | | | • | • | • | |
| THD _F I | Współczynnik zawartości harmonicznych prądu | • | • | • | • | • | | • | • | • | • | | • | • | • | |
| E _{P+} , E _{P-} | Energia czynna (pobrana i oddana) | • | | • | • | | • | • | • | • | | • | | | | • |
| E _{Q1+} , E _{Q1-} , E _{QB+} , E _{QB-} | Energia bierna (pobrana i oddana) | • | | • | • | | • | • | • | • | | • | | | | • ⁽¹⁾ |
| E _S | Energia pozorna | • | | • | • | | • | • | • | • | | • | | | | • |
| U _{h1...U_{h40}} | Amplitudy harmonicznych napięcia | • | | • | • | | | • | • | • | | | • | • | • | |
| I _{h1...I_{h40}} | 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_N w zależności od typu parametru,


Σ oznacza wartość całkowitą systemu.

(1) W sieciach 3-przewodowych jako całkowita moc bierna wyliczana jest moc nieaktywna N.

(2) Tylko energia pobrana E_{P+}.

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
- Objasnienia 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:

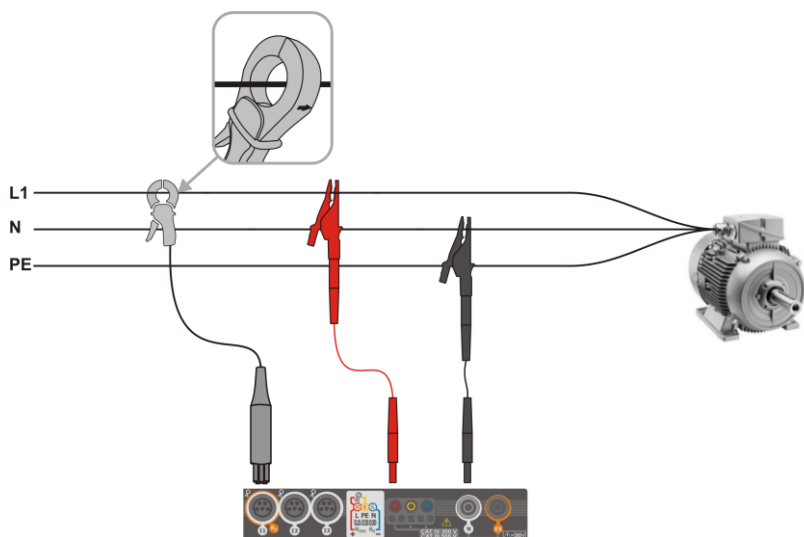
- jednofazowa (Rys. 5.3)
- dwufazowa (z dzielonym uzwojeniem transformatora, ang. *split phase*) (Rys. 5.4),
- trójfazowa 4-przewodowa (Rys. 5.5),
- trójfazowa 3-przewodowa (Rys. 5.6, Rys. 5.7).

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:

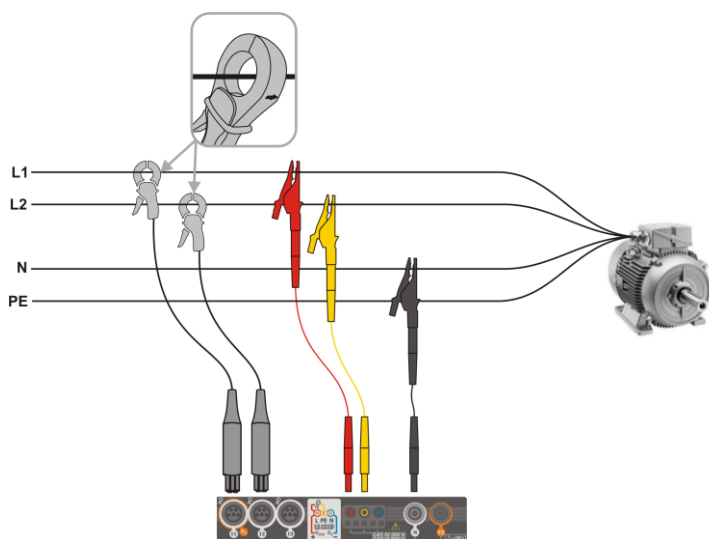
$$I_{L2} = -I_{L1} - I_{L3}$$

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**)

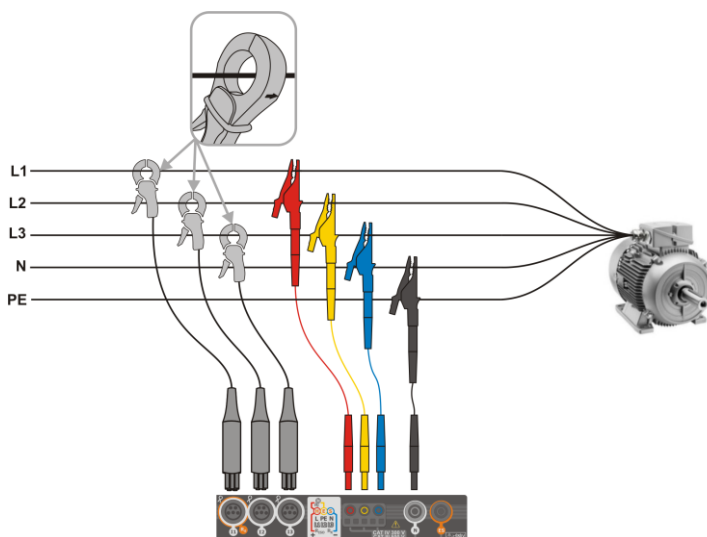
Poniższe rysunki przedstawiają schematycznie sposoby podłączenia analizatora do badanej sieci w zależności od jej typu.



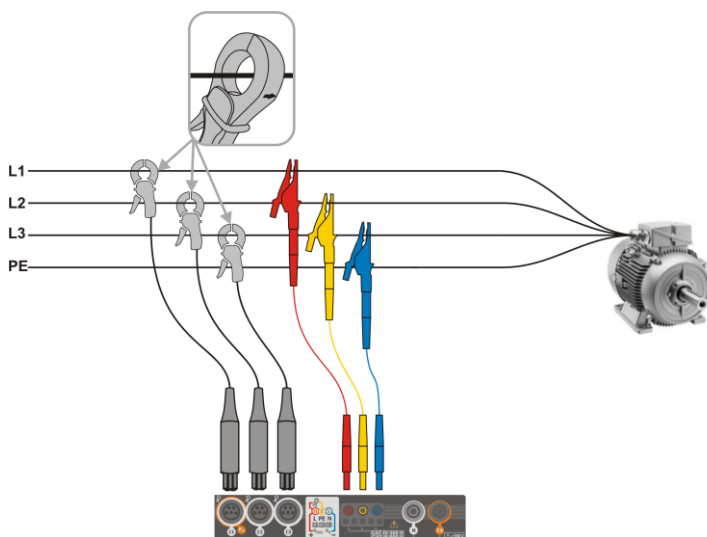
Rys. 5.3 Schemat podłączenia – układ jednofazowy



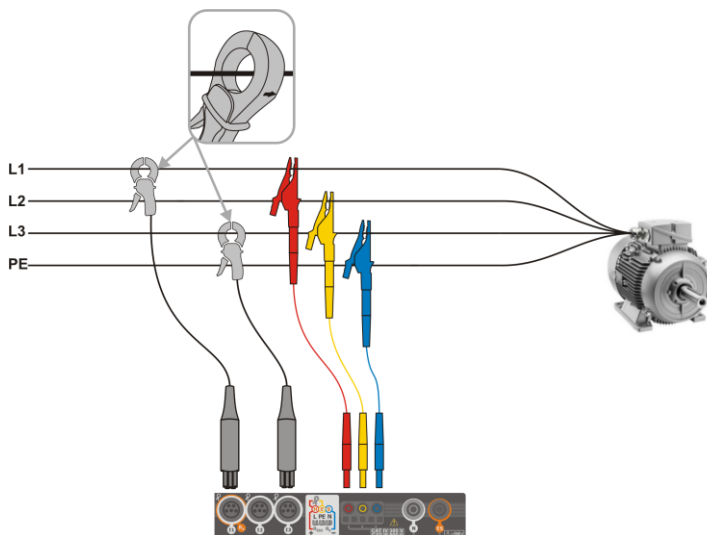
Rys. 5.4 Schemat podłączenia – układ dwufazowy



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



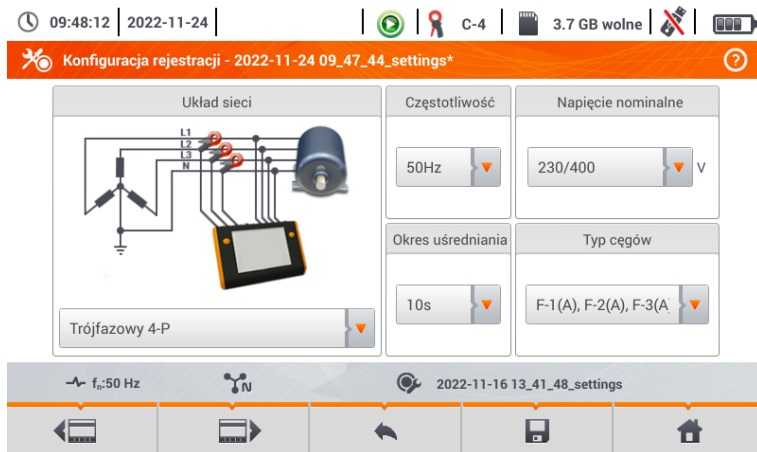
Rys. 5.6 Schemat podłączenia – układ trójfazowy z trzema przewodami roboczymi





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

Przyciski  oraz  na dolnym pasku menu służą do przełączania między kolejnymi ekranami.

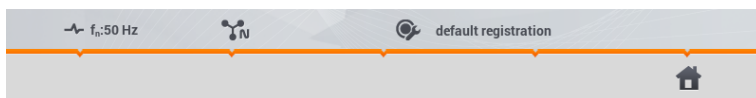
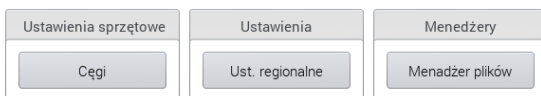
W tym miejscu można zdefiniować:

- **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-1(A), F-2(A), F-3(A)** – cęgi giętke (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.
- **Zdarzenia napięciowe: Rejestruj zdarzenia** – zaznaczenie tego pola powoduje włączenie detekcji zdarzeń napięciowych: wzrostu, zapadu, przerwy. Trzy pola z wartościami umożliwiającą wprowadzenie własnych progów dla tych trzech typów zdarzeń. Progi można wprowadzać w woltach lub procentach odniesionych do napięcia nominalnego sieci, np. ustawienie progu wzrostu na +10% przy napięciu nominalnym 230 V powoduje włączenie detekcji wzrostu po przekroczeniu napięcia ($RMS_{1/2}$) wartości 253 V. Zdarzenie kończy się w momencie spadku napięcia do wartości progu zmniejszonego o histerezę. Jeśli histereza w opisywanym przypadku wynosi 2%, to zakończenie zdarzenia nastąpi jeśli napięcie ($RMS_{1/2}$) będzie niższe niż 248,4 V (253 V – 4,6 V).
- **Zdarzenia prądowe: Rejestruj zdarzenia** – zaznaczenie powoduje włączenie detekcji zdarzeń prądowych. Wpisanie wartości 0 powoduje dezaktywację danego zdarzenia. Wartości mogą być wprowadzane z zakresu $0 \dots I_n$ (gdzie I_n jest zakresem pomiarowym prądu po uwzględnieniu przekładników).
 - **L max [A]** – próg przekroczenia wartości maksymalnej prądu L1, L2, L3 (w zależności od układu sieci). Zdarzenie jest generowane, jeżeli wartość $RMS_{1/2}$ prądu wzrośnie powyżej podanego progu.
 - **L min [A]** – próg przekroczenia wartości minimalnej prądu L1, L2, L3. Zdarzenie jest generowane, jeżeli wartość $RMS_{1/2}$ prądu spadnie poniżej podanego progu.
 - **N max [A]** – podobnie jak L max z tą różnicą, że dotyczy kanału prądowego N (prąd w przewodzie neutralnym).
 - **N min [A]** – podobnie jak L min z tą różnicą, że dotyczy kanału prądowego N (prąd w przewodzie neutralnym).
- **Ustawienia: Histereza** – wartość procentowa w zakresie 0,1 do 10, używana przy detekcji zdarzeń. Większe wartości pozwalają na ograniczenie liczby wykrytych zdarzeń, jeżeli wartość parametru oscyluje wokół progu. Typową wartością histerezy jest 2%.

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 **czerwony**).
- 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 zapełnieniu 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_{h01} [V] | wartość skuteczna składowej podstawowej napięcia, |
| U_{bc} [V] | składowa stała napięcia, |
| f [Hz] | częstotliwość sieci, |
| I [A] | wartość skuteczna prądu, |
| I_{h01} [A] | wartość skuteczna składowej podstawowej prądu, |
| I_{bc} [A] | składowa stała prądu, |
| P [W] | moc czynna, |
| Q1 lub QB [var] | moc bierna składowej podstawowej lub moc bierna wg Budeanu (w zależności od metody obliczania mocy biernej), |
| S [VA] | moc pozorna, |
| S_N [VA] lub D [var] | pozorna moc odkształcenia lub moc odkształcenia wg Budeanu (w zależności od metody obliczania mocy biernej), |
| E_{P+} [Wh] | energia czynna pobrana, |
| E_{P-} [Wh] | energia czynna oddana, |
| E_{oL+} [varh] | energia bierna indukcyjna pobrana, |
| E_{oC-} [varh] | energia bierna pojemnościowa oddana, |
| E_{oL-} [varh] | energia bierna indukcyjna oddana, |
| E_{oC+} [varh] | energia bierna pojemnościowa pobrana, |
| E_s [VAh] | energia pozorna, |
| PF | współczynnik mocy (ang. <i>Power Factor</i>), |
| cosφ | współczynnik przesunięcia fazowego, |
| tgφ_{L+} | współczynnik tangens φ energii biernej indukcyjnej pobranej, |
| tgφ_{C-} | współczynnik tangens φ energii biernej pojemnościowej oddanej, |
| tgφ_{L-} | współczynnik tangens φ energii biernej indukcyjnej oddanej, |
| tgφ_{C+} | współczynnik tangens φ energii biernej pojemnościowej pobranej, |
| Pst | krótkookresowy wskaźnik migotania światła, |
| PIt | długookresowy wskaźnik migotania światła, |
| U₀ [V] | składowa symetryczna zerowa napięcia, |
| U₁ [V] | składowa symetryczna zgodna napięcia, |

| | |
|---------------------|---|
| U_2 [V] | składowa symetryczna przeciwna napięcia, |
| U_2/U_1 [%] | współczynnik asymetrii składowej przeciwnej napięcia, |
| U_0/U_1 [%] | współczynnik asymetrii składowej zerowej napięcia, |
| I_0 [A] | składowa symetryczna zerowa prądu, |
| I_1 [A] | składowa symetryczna zgodna prądu, |
| I_2 [A] | składowa symetryczna przeciwna prądu, |
| I_2/I_1 [%] | współczynnik asymetrii składowej przeciwnej prądu, |
| I_0/I_1 [%] | współczynnik asymetrii składowej zerowej prądu. |


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 harmoniczných (uśredniona wartość za cały przedział rejestracji).

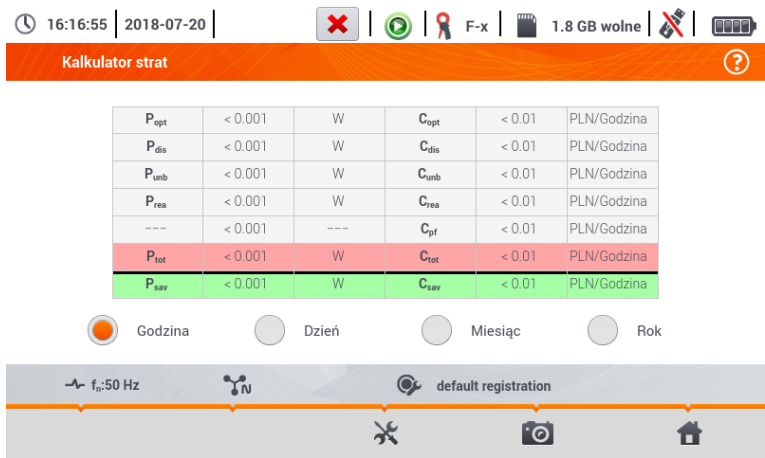
Możliwa jest analiza rejestracji zakończonych i zapisanych na karcie pamięci oraz rejestracji trwających.

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

5.8 Kalkulator strat energii

5.8.1 Opis funkcjonalny

W tym trybie można oszacować starty mocy czynnej oraz wiążące się z nimi koszty z tytułu złej jakości zasilania. Ekran analizy strat przedstawiono na **Rys. 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_{pf} | | C_{pf} | koszt związany z niskim współczynnikiem mocy (duży udział mocy biernej) |
| P_{tot} | straty całkowite (suma powyższych) | C_{tot} | koszt związany ze stratami P _{rea} |
| P_{sav} | straty, które można ograniczyć przez polepszenie parametrów jakościowych (np. skompensowanie harmonicznych, zlikwidowanie asymetrii), wynikające z relacji | 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 dotyczy analiza, to znaczy:

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

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

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

- koszt 1 kWh energii czynnej,
- koszt 1 kWh energii biernej przy współczynniku mocy PF ≥ 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

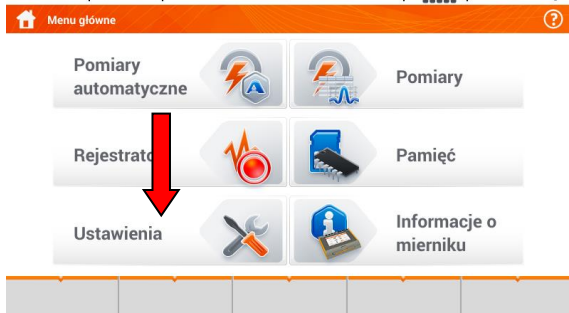
Patrz **rozdz. 3.18.1, 3.18.2**.

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.

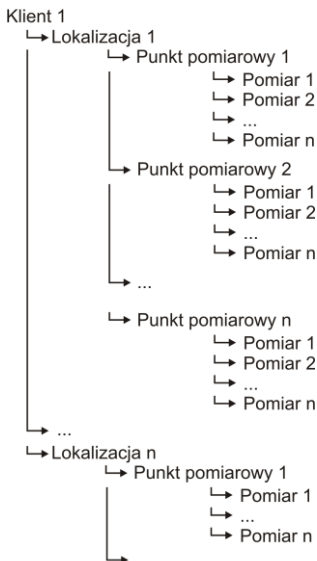
Opis ikon funkcyjnych

◀ 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 | 92 %

Z_{L-PE} (mΩ), U_{L-PE} (mV)


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

Z_{L-PE} = 3,14 Ω ✓ I_k = 73,2 A I_A = 50,0 A

U_{L-PE} = 240,2 V f = 50,0 Hz

I_k (Un)

R = 3,14 Ω X_L = 0,07 Ω U_{L-PE} = 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 **rozdz. 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 internetowej producenta).

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 ładowania akumulatora, który pozwala dokładnie wskazać rzeczywisty stopień jego naładowania, oraz czujnik temperatury.

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

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 zapalniczkowego. 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 | $\pm(2\% \text{ w.m.} + 4 \text{ cyfry})$ |
| 300 V...500 V | 1 V | $\pm(2\% \text{ w.m.} + 2 \text{ cyfry})$ |

- Zakres częstotliwości: 45...65 Hz

8.1.2 Pomiar częstotliwości

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

- 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 Ω ...1999,9 Ω |
| 5 m | 0,170 Ω ...1999,9 Ω |
| 10 m | 0,210 Ω ...1999,9 Ω |
| 20 m | 0,290 Ω ...1999,9 Ω |
| WS-03, WS-04 | 0,190 Ω ...1999,9 Ω |

Zakresy wyświetlania:

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

- Napięcie nominalne pracy U_{N-L}/U_{N-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 Ω dla przewodów 1,2 m, WS-03 i WS-04
- 0,51...1999 Ω dla przewodów 5 m, 10 m i 20 m

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

- Nie powoduje zadziałania wyłączników RCD o $I_{\Delta n} \geq 30 \text{ mA}$
- Napięcie nominalne pracy U_n : 110 V, 115 V, 127 V, 220 V, 230 V, 240 V
- Zakres roboczy 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 | | |
|--|----------------------------------|-------------------|---------------|------------------------------------|--|--|
| ▪ Ogólnego typu ▪ Krótkozwłoczny ▪ EV część AC | 0,5 I _{Δn} | 0..300 ms (TN/TT) | 1 ms | ±(2% w.m. + 2 cyfry) ¹⁾ | | |
| | 1 I _{Δn} | 0..400 ms (IT) | | | | |
| | 2 I _{Δn} | 0..150 ms | | | | |
| | 5 I _{Δn} | 0..40 ms | | | | |
| Selektywny | 0,5 I _{Δn} | 0..500 ms | | | | |
| | 1 I _{Δn} | | | | | |
| | 2 I _{Δn} | 0..200 ms | | | | |
| | 5 I _{Δn} | 0..150 ms | | | | |
| ▪ EV 6 mA DC ▪ RCM | 1 I _{Δn} | 0,0..10,0 s | 0,1 s | ±(2% w.m. + 3 cyfry) | | |
| | 10 I _{Δn} | 0..300 ms | 1 ms | | | |
| | 33 I _{Δn} ²⁾ | 0..100 ms | | | | |
| | 50 I _{Δn} 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 Ω ...1,99 k Ω dla napięcia pomiarowego 50 V oraz 0,56 Ω ...1,99 k Ω dla napięcia pomiarowego 25 V

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

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

Selektywny pomiar uziemienia z cęgami

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

* – przy maksymalnym prądzie zakłócającym 1 A

- Pomiar z dodatkowymi cęgami prądowymi C-3,
- Zakres pomiaru prądu zakłócającego do 9,99 A.

Selektywny pomiar uziemienia z dwoma cęgami

| Zakres | Rozdzielczość | Dokładność * |
|---------------|---------------|-----------------------|
| 0,00...0,35 Ω | 0,01 Ω | ±(10% w.m. + 10 cyfr) |
| 0,35...9,99 Ω | 0,01 Ω | ±(10% w.m. + 4 cyfry) |
| 10,0...19,9 Ω | 0,1 Ω | |
| 20,0...99,9 Ω | | ±(20% w.m. + 4 cyfry) |

* – przy maksymalnym prądzie zakłócającym 1 A

- Pomiar z cęgami nadawczymi N-1 i odbiorczymi C-3.
- Zakres pomiaru prądu zakłócającego do 9,99 A.

Pomiar rezystywności gruntu (ρ)

| Zakres | Rozdzielczość | Dokładność |
|--------------------------|-------------------|--------------------------------------|
| 0,0...99,9 Ωm | 0,1 Ωm | Zależna od dokładności pomiaru R_E |
| 100...999 Ωm | 1 Ωm | |
| 1,00...9,99 k Ωm | 0,01 k Ωm | |
| 10,0...99,9 k Ωm | 0,1 k Ωm | |

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

8.1.7 Niskonapięciowy pomiar ciągłości obwodu i rezystancji

Pomiar ciągłości połączeń ochronnych i wyrównawczych prądem ± 200 mA

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

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

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

Pomiar rezystancji małym prądem

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

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

8.1.8 Pomiar rezystancji izolacji

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

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

* – dla przewodów WS-03 i WS-04

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

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

* – dla przewodów WS-03 i WS-04

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

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

* – dla przewodów WS-03 i WS-04

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

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

* – dla przewodów WS-03 i WS-04

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

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

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

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

Wejścia prądowe

| | |
|--|--|
| Liczba wejść | 3 (L1, L2, L3) nieizolowane galwanicznie między sobą |
| Maksymalne szczytowe napięcie wejściowe | 5 V względem ziemi |
| Nominalne napięcie wejściowe (cęgi twarde) | 1 V _{RMS} |
| Szczytowe napięcie wejściowe (cęgi twarde, bez obcinania) | 3,6 V |
| Analogowe pasmo przenoszenia (-3dB) | 12 kHz |
| Impedancja wejściowa | Tor cęgów twardych: 100 kΩ Tor cęgów giętkich: 12,4 kΩ |
| Zakres pomiarowy (bez przekładników) | Cęgi giętkie F-1(A)/F-2(A)/F-3(A): 1..3000 A (10000 A szczytowo, 50 Hz) Cęgi twarde C-4(A), C-5(A): 1..1000 A (3600 A szczytowo) Cęgi twarde C-6(A): 0,01..10 A (36 A szczytowo) Cęgi twarde C-7(A): 0..100 A (360 A szczytowo) |
| Przekładniki | definiowane przez użytkownika |
| CMRR | 60 dB (50 Hz) |

8.2.2 Próbkowanie i zegar RTC

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

8.2.3 Pomiar napięcia

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

8.2.4 Pomiar prądu (True RMS)

| Prąd | Zakres i warunki | Rozdzielczość | Dokładność |
|----------------------|--|------------------|--|
| I_{RMS} (AC+DC) | Dokładność przyrządu | | |
| | $10\% I_{nom} \leq I_{RMS} < 100\% I_{nom}$ | $0,01\% I_{nom}$ | $\pm 2\%$ |
| | Cęgi giętkie F-1A/F-2A/F-3A | | |
| | $0..3000\text{ A}$ (10 kA_{p-p} @ 50Hz) | $0,01\% I_{nom}$ | Niepewność dodatkowa $\pm 1\%$ ($\pm 2\%$ z uwzględnieniem błędu dodatkowego od położenia) |
| | Cęgi twarde C-4A | | |
| | $0..1000\text{ A}$ (3600 A_{p-p}) | $0,01\% I_{nom}$ | Niepewność dodatkowa $0,1..10\text{ A: } \pm (3\% + 0,1\text{ A})$ $10\text{ A: } \pm 3\%$ $50\text{ A: } \pm 1,5\%$ $200\text{ A: } \pm 0,75\%$ $1000..1200\text{ A: } \pm 0,5\%$ |
| | Cęgi twarde C-5A | | |
| | $0..1000\text{ A}$ (3600 A_{p-p}) | $0,01\% I_{nom}$ | Niepewność dodatkowa $0,5..100\text{ A: } \leq (1,5\% + 1\text{ A})$ $100..800\text{ A: } \leq 2,5\%$ $800..1000\text{ A AC: } \leq 4\%$ $800..1400\text{ A DC: } \leq 4\%$ |
| | Cęgi twarde C-6A | | |
| Współczynnik szczytu | $0..10\text{ A}$ (36 A_{p-p}) | $0,01\% I_{nom}$ | Niepewność dodatkowa $0,01..0,1\text{ A: } \pm (3\% + 1\text{ mA})$ $0,1..1\text{ A: } \pm 2,5\%$ $1..12\text{ A: } \pm 1\%$ |
| | Cęgi twarde C-7A | | |
| | $0..100\text{ A}$ (360 A_{p-p}) | $0,01\% I_{nom}$ | Niepewność dodatkowa $0..100\text{ A: } \pm (0,5\% + 0,02\text{ A})$ (45..65 Hz) $0..100\text{ A: } \pm (1,0\% + 0,04\text{ A})$ (40..1000 Hz) |
| | $1..10$ (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 | $40..70\text{ Hz}$ $15\% U_{nom} \leq U_{RMS} \leq 120\% U_{nom}$ | $0,01\text{ Hz}$ | $\pm 0,05\text{ Hz}$ |

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} ≤ U _{RMS} < 120% U _{nom}) | | Rozdziel- czość | Dokładność |
|---|--|-------------|---|--|
| Moc czynna Energia czynna | 2% I _{nom} ≤ I _{RMS} < 5% I _{nom} | cosφ = 1 | zależna od U _{nom} i I _{nom} | ± √2,5 ² + δ _{ph} ² % |
| | 5% I _{nom} ≤ I _{RMS} ≤ I _{nom} | cosφ = 1 | | ± √2,0 ² + δ _{ph} ² % |
| | 5% I _{nom} ≤ I _{RMS} < 10% I _{nom} | cosφ = 0,5 | | ± √2,5 ² + δ _{ph} ² % |
| | 10% I _{nom} ≤ I _{RMS} ≤ I _{nom} | cosφ = 0,5 | | ± √2,0 ² + δ _{ph} ² % |
| Moc bierna Energia bierna | 2% I _{nom} ≤ I _{RMS} < 5% I _{nom} | sinφ = 1 | zależna od U _{nom} i I _{nom} | ± √4,0 ² + δ _{ph} ² % |
| | 5% I _{nom} ≤ I _{RMS} < I _{nom} | sinφ = 1 | | ± √3,0 ² + δ _{ph} ² % |
| | 5% I _{nom} ≤ I _{RMS} < 10% I _{nom} | sinφ = 0,5 | | ± √4,0 ² + δ _{ph} ² % |
| | 10% I _{nom} ≤ I _{RMS} < I _{nom} | sinφ = 0,5 | | ± √3,0 ² + δ _{ph} ² % |
| | 10% I _{nom} ≤ I _{RMS} < I _{nom} | sinφ = 0,25 | | ± √4,0 ² + δ _{ph} ² % |
| Moc pozorna Energia pozorna | 2% I _{nom} ≤ I _{RMS} < 5% I _{nom} | | zależna od U _{nom} i I _{nom} | ±2,5% |
| | 5% I _{nom} ≤ I _{RMS} ≤ I _{nom} | | | ±2,0% |
| Współczynnik mocy (PF) | 0...1 50% U _{nom} ≤ U _{RMS} < 150% U _{nom} 10% I _{nom} ≤ I _{RMS} < I _{nom} | | 0,01 | ±0,03 |
| Współczynnik przesu- nięcia fazowego (cosφ/DPF) | 0...1 50% U _{nom} ≤ U _{RMS} < 150% U _{nom} 10% I _{nom} ≤ I _{RMS} < I _{nom} | | 0,01 | ±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 _{ISO} lub R (dla akumulatora) | >1000 |
| s) | czas rejestracji (dla akumulatora) | 16 h |
| t) | wyświetlacz | kolorowy LCD TFT, dotykowy |
| | | 800 x 480 pikseli |
| | | przekątna 7" |
| u) | pamięć wyników pomiarów | nieograniczona |
| v) | pamięć rejestratora | nieograniczona |
| w) | transmisja wyników | łącze USB |
| x) | standard jakości opracowanie, projekt i produkcja zgodnie z ISO 9001, ISO 14001, 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).



SONEL S.A. niniejszym oświadcza, że typ urządzenia radiowego MPI-540 / MPI-540-PV jest zgodny z dyrektywą 2014/53/UE. Pełny tekst deklaracji zgodności UE jest dostępny pod następującym adresem internetowym: <https://www.sonel.pl/pl/pobierz/deklaracje-zgodnosci/>

NOTATKI

NOTATKI

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_e

NAPIĘCIE!

Zbyt wysokie napięcie na zaciskach miernika.

H!

Przerwa w obwodzie sondy prądowej.

S!

Przerwa w obwodzie sondy napięciowej.

R_e>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_B>U_L!

Napięcie dotykowe przekracza ustawioną wartość progową U_L .

!

Z prawej strony wyniku oznacza niesprawność RCD.

PE!

i ciągły sygnał dźwiękowy

Napięcia między elektrodą dotykową a PE przekracza dopuszczalną wartość progową U_L .

Pomiar R_{iso}



i ciągły sygnał dźwiękowy

Wykryto obecność napięcia na zaciskach miernika. Pomiar niemożliwy.

SZUM!

Na badanym obiekcie występuje napięcie zakłócające. Pomiar jest możliwy, jednak może być obciążony dodatkową niepewnością.

LIMIT!

Zadziałało ograniczenie prądowe. Wyświetleniu symbolu w czasie trwania pomiaru towarzyszy ciągły sygnał dźwiękowy. Jeżeli wyświetlany jest po pomiarze, wówczas oznacza, że wynik pomiaru uzyskano przy pracy na ograniczeniu prądowym (np. zwarcie badanego obiektu).



SONEL S.A.

ul. Wokulskiego 11
58-100 Świdnica

Biuro Obsługi Klienta

tel. +48 74 884 10 53

e-mail: bok@sonel.pl

www.sonel.pl