

INSTRUKCJA OBSŁUGI

MIERNIK PARAMETRÓW INSTALACJI

MPI-540 • MPI-540-PV

MPI-540 • MPI-540-PV

Gniazda cęgów
11, 12, 13 - rejestrator
R_E - pomiar uziemień

Gniazda pomiarowe

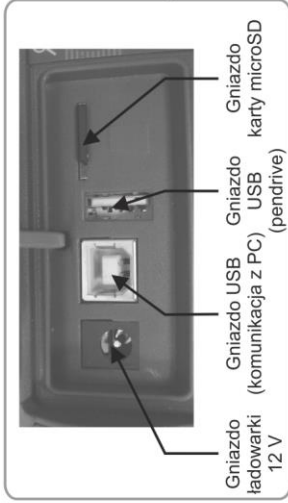
Gniazdo N rejestratora

Gniazdo ES do pomiaru rezystancji uzziemienia i rezystywności gruntu

Włączanie i wyłączanie miernika



Ucha do zapięcia szelek



Gniazdo ładowarki 12 V

Gniazdo USB (komunikacja z PC)

Gniazdo USB (pendrive)

Gniazdo karty microSD

Uruchamianie procedury pomiarowej

Elektroda dotykowa

Ekran dotykowy

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



INSTRUKCJA OBSŁUGI

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



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

Wersja 2.05 14.03.2022

Miernik MPI-540 / 540-PV jest nowoczesnym, wysokiej jakości przyrządem pomiarowym, łatwym i bezpiecznym w obsłudze. Jednak przeczytanie niniejszej instrukcji pozwoli uniknąć błędów przy pomiarach i zapobiegnie ewentualnym problemom przy obsłudze miernika.

SPIS TREŚCI

1	Bezpieczeństwo	7
2	Menu główne	8
2.1	Ustawienia miernika	9
2.1.1	Ustawienie daty i czasu	10
2.1.2	Automatyczne wyłączenie	11
2.1.3	Parametry wyświetlacza	12
2.2	Ustawienia pomiarów	13
2.2.1	Podmenu Pomiary	13
2.2.2	Podmenu Zabezpieczenia	14
a.	Dodawanie charakterystyki zabezpieczeń	14
b.	Dodawanie zabezpieczeń	19
2.2.3	MPI-540-PV Podmenu Moduły PV	21
2.3	Komunikacja	22
2.3.1	Komunikacja przez USB	22
2.3.2	Połączenie z siecią Wi-Fi	22
2.3.3	MPI-540-PV Połączenie z miernikiem irradiancji	22
2.3.4	Ustawienia e-mail	23
2.4	Aktualizacja oprogramowania	23
2.4.1	Aktualizacja przez USB	23
2.4.2	Aktualizacja przez Wi-Fi	24
2.5	Ustawienia regionalne	24
2.6	Informacje o mierniku	25
3	Pomiary	26
3.1	Diagnostyka przeprowadzana przez miernik – limity	27
3.2	Pomiar napięcia przemiennego i częstotliwości	27
3.3	Sprawdzenie poprawności wykonania połączeń przewodu ochronnego	28
3.4	Parametry pętli zwarcia	29
3.4.1	Ustawienia pomiarów	29
3.4.2	Parametry pętli zwarcia w obwodzie L-N i L-L	31
3.4.3	Parametry pętli zwarcia w obwodzie L-PE	34
3.4.4	Impedancja pętli zwarcia w obwodzie L-PE zabezpieczonym wyłącznikiem RCD	37
3.4.5	Spodziewany prąd zwarciaowy	40
3.4.6	Impedancja pętli zwarcia w sieciach IT	41
3.5	Spadek napięcia	42
3.6	Rezystancja uziemienia	44
3.6.1	Ustawienia pomiarów	44
3.6.2	Pomiar rezystancji uziemień metodą trójbiegunową (R_{E3P})	46
3.6.3	Pomiar rezystancji uziemień metodą czteroprzewodową (R_{E4P})	50
3.6.4	Pomiar rezystancji uziemień metodą trójbiegunową z dodatkowymi cęgami (R_{E3P+C})	54
3.6.5	Pomiar rezystancji uziemień metodą dwucęgową (2C)	58
3.7	Rezystywność gruntu	61
3.7.1	Ustawienia pomiarów	61
3.7.2	Główne elementy ekranu	62
3.7.3	Pomiary rezystywności gruntu (ρ)	63
3.8	Parametry wyłączników różnicowoprądowych RCD	67
3.8.1	Ustawienia pomiarów	67
3.8.2	Prąd zadziałania RCD	70
3.8.3	Czas zadziałania RCD	73

3.8.4	Pomiary w sieciach IT.....	76
3.9	Pomiary automatyczne wyłączników różnicowoprądowych RCD.....	77
3.9.1	Ustawienia pomiarów automatycznych RCD.....	77
3.9.2	Automatyczny pomiar RCD.....	78
3.10	Rezystancja izolacji.....	82
3.10.1	Ustawienia pomiarów.....	82
3.10.2	Pomiary z użyciem sond.....	86
3.10.3	Pomiary z użyciem adaptera UNI-Schuko (WS-03 i WS-04).....	88
3.10.4	Pomiary z użyciem AutoISO-1000c.....	91
3.11	Niskonapięciowy pomiar rezystancji.....	95
3.11.1	Pomiar rezystancji.....	95
3.11.2	Pomiar rezystancji przewodów ochronnych i połączeń wyrówn. prądem ± 200 mA.....	98
3.12	Kolejność faz.....	102
3.13	Kierunek wirowania silnika.....	103
3.14	Natężenie oświetlenia.....	105
3.15	MPI-540-PV Rezystancja uziemienia (PV).....	106
3.16	MPI-540-PV Rezystancja izolacji (PV).....	107
3.17	MPI-540-PV Ciągłość połączeń (PV).....	107
3.18	MPI-540-PV Napięcie DC otwartego obwodu U_{oc}	108
3.19	MPI-540-PV Prąd DC zwarcia I_{sc}	109
3.20	MPI-540-PV Test panelu inwertera η , P , I	110
3.20.1	Konfiguracja pomiaru.....	111
3.20.2	Odczyty bieżące.....	114
3.21	MPI-540-PV Zerowanie cęgów C-PV.....	115
3.22	MPI-540-PV Irradiancja i temperatura.....	115
4	Pomiary automatyczne.....	116
4.1	Wykonywanie pomiarów automatycznych.....	116
4.2	Tworzenie procedur pomiarowych.....	118
5	Rejestrator.....	120
5.1	Opis funkcjonalny.....	120
5.2	Główne elementy ekranu.....	122
5.2.1	Pasek górny.....	123
5.2.2	Pasek tytułowy.....	123
5.2.3	Okno główne.....	124
5.2.4	Pasek informacji o parametrach bieżącej sieci.....	124
5.2.5	Pomoc.....	124
5.3	Podłączenie układu pomiarowego.....	125
5.3.1	Układy pomiarowe.....	125
5.3.2	Kontrola poprawności podłączenia.....	128
5.4	Konfiguracja rejestracji.....	129
5.4.1	Konfiguracja za pomocą miernika.....	129
5.4.2	Konfiguracja rejestracji.....	130
5.5	Ustawienia analizatora.....	132
5.5.1	Ustawienia sprzętowe – cęgi (sposób podłączenia).....	132
5.5.2	Ustawienia – Ust. regionalne.....	133
5.5.3	Menedżery – menedżer plików.....	135
a.	Przeglądanie danych.....	135
b.	Podgląd danych.....	136
5.6	Podgląd bieżącej sieci (tryb LIVE).....	137
5.6.1	Przebiegi chwilowe napięć i prądów (oscylogramy).....	137
5.6.2	Wykres czasowy wartości skutecznych.....	139

5.6.3	Odczyty bieżące – widok tabelaryczny.....	140
5.6.4	Wykres wektorowy składowych podstawowych (wskazowy).....	142
5.6.5	Wykres/tabela harmoniczných.....	143
5.7	Włączanie i wyłączanie rejestracji.....	145
5.7.1	Przybliżone czasy rejestracji.....	145
5.7.2	Wskazówki dotyczące rejestracji.....	146
5.8	Analiza rejestracji.....	146
5.8.1	Wykres czasowy rejestracji.....	149
a.	Opis funkcjonalny.....	149
b.	Wybór parametrów do wykresu czasowego.....	151
c.	Tworzenie i zarządzanie wykresem czasowym.....	152
5.8.2	Wykres harmoniczných przebiegu.....	154
5.8.3	Kalkulator kosztów energii.....	156
a.	Opis funkcjonalny.....	156
b.	Konfiguracja taryfikatora energii.....	157
5.9	Kalkulator strat energii.....	159
5.9.1	Opis funkcjonalny.....	159
5.9.2	Konfiguracja kalkulatora strat.....	160
5.10	Sprawność inwertera.....	161
6	Pamięć miernika.....	162
6.1	Pamięć pomiarów.....	162
6.1.1	Ustawienia pamięci.....	162
6.1.2	Organizacja pamięci.....	163
a.	Podstawy poruszania się po menu Pamięć.....	164
b.	Dodawanie nowego drzewa pomiarów.....	166
6.1.3	Zapis wyniku pomiaru.....	171
6.1.4	Przeglądanie zapisanych pomiarów.....	172
6.1.5	Udostępnianie zapisanych pomiarów.....	174
6.1.6	Przeszukiwanie pamięci miernika.....	175
6.2	Pamięć rejestratora.....	176
6.2.1	Karta pamięci microSD.....	176
6.2.2	Pamięć zewnętrzna USB (pendrive).....	176
6.2.3	Współpraca z programem Sonel Analiza.....	176
6.2.4	Połączenie z PC i transmisja danych.....	177
7	Zasilanie miernika.....	178
7.1	Monitorowanie rozładowania akumulatorów.....	178
7.2	Wymiana akumulatorów.....	178
7.3	Ładowanie akumulatorów.....	179
7.4	Ogólne zasady użytkowania akumulatorów litowo-jonowych (Li-Ion).....	180
8	Czyszczenie i konserwacja.....	181
9	Magazynewanie.....	181
10	Rozbiórka i utylizacja.....	181
11	Dane techniczne.....	182
11.1	Dane podstawowe.....	182
11.1.1	Pomiar napięć przemienných (True RMS).....	182
11.1.2	Pomiar częstotliwości.....	182
11.1.3	Pomiar impedancji pętli zwarcia Z_{L-PE} , Z_{L-N} , Z_{L-L}	182
11.1.4	Pomiar impedancji pętli zwarcia $Z_{L-PE[RCD]}$ (bez wyzwalania wyłącznika RCD).....	183
11.1.5	Pomiar parametrów wyłączników RCD.....	184

11.1.6	Pomiar rezystancji uziemienia R_E	186
11.1.7	Niskonapięciowy pomiar ciągłości obwodu i rezystancji	187
11.1.8	Pomiar rezystancji izolacji	188
11.1.9	Pomiar oświetlenia.....	189
11.1.10	Kolejność faz	190
11.1.11	Wirowanie silnika.....	190
11.1.12	MPI-540-PV Pomiar napięcia DC obwodu otwartego U_{OC}	190
11.1.13	MPI-540-PV Pomiar prądu DC zwarcia I_{sc}	190
11.2	Dane rejestratora	190
11.2.1	Wejścia	190
11.2.2	Próbkowanie i zegar RTC	191
11.2.3	Pomiar napięcia	191
11.2.4	Pomiar prądu (True RMS).....	192
11.2.5	Pomiar częstotliwości	192
11.2.6	Pomiar harmonicznych.....	193
11.2.7	Asymetria	193
11.2.8	Pomiar mocy i energii	193
11.2.9	Szacowanie niepewności pomiaru mocy i energii	194
11.3	Pozostałe dane techniczne	195
11.4	Dane dodatkowe	195
11.4.1	Niepewności dodatkowe wg IEC 61557-2 (R_{ISO}).....	195
11.4.2	Niepewności dodatkowe wg IEC 61557-3 (Z)	196
11.4.3	Niepewności dodatkowe wg IEC 61557-4 ($R \pm 200$ mA)	196
11.4.4	Niepewności dodatkowe pomiaru rezystancji uziemienia (R_E).....	196
11.4.5	Niepewności dodatkowe wg IEC 61557-6 (RCD).....	197
11.5	Wykaz spełnianych norm	197
12	Akcesoria.....	198
12.1	Akcesoria standardowe.....	198
12.2	Akcesoria opcjonalne.....	200
12.2.1	Cęgi C-3	205
12.2.2	Cęgi C-4A	206
12.2.3	Cęgi C-5A	207
12.2.4	Cęgi C-6A	209
12.2.5	Cęgi C-7A	210
12.2.6	Cęgi F-1A, F-2A, F-3A	211
12.2.7	MPI-540-PV Cęgi C-PV	213
12.2.8	Cęgi N-1	214
13	Położenia pokrywy miernika.....	215
14	Producent	215
15	Usługi laboratoryjne	216

1 Bezpieczeństwo

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

- Przed rozpoczęciem eksploatacji miernika należy dokładnie zapoznać się z niniejszą instrukcją oraz zastosować się do przepisów bezpieczeństwa i zaleceń producenta.
- Zastosowanie miernika inne niż podane w niniejszej instrukcji może spowodować uszkodzenie przyrządu i być źródłem poważnego niebezpieczeństwa dla użytkownika.
- Mierniki MPI-540 mogą być używane jedynie przez wykwalifikowane osoby posiadające wymagane uprawnienia do prac przy instalacjach elektrycznych. Posługiwanie się miernikiem przez osoby nieuprawnione może spowodować uszkodzenie przyrządu i być źródłem poważnego niebezpieczeństwa dla użytkownika.
- Stosowanie niniejszej instrukcji nie wyłącza konieczności przestrzegania przepisów BHP i innych właściwych przepisów przeciwpożarowych, wymaganych przy wykonywaniu prac danego rodzaju. Przed przystąpieniem do pracy przy stosowaniu urządzenia w warunkach specjalnych – np. o atmosferze niebezpiecznej pod względem wybuchowym i pożarowym – niezbędne jest przeprowadzenie konsultacji z osobą odpowiedzialną za bezpieczeństwo i higienę pracy.
- Niedopuszczalne jest używanie:
 - ⇒ miernika, który uległ uszkodzeniu i jest całkowicie lub częściowo niesprawny,
 - ⇒ przewodów z uszkodzoną izolacją,
 - ⇒ miernika przechowywanego zbyt długo w złych warunkach (np. zawilgoconego). Po przeniesieniu miernika z otoczenia zimnego do ciepłego o dużej wilgotności nie wykonywać pomiarów do czasu ogrzania miernika do temperatury otoczenia (ok. 30 minut).
- W przypadku rozładowania akumulatora do poziomu uniemożliwiającego dalsze pomiary miernik wyświetla stosowny komunikat, a następnie się wyłącza.
- Pozostawienie wyładowanych baterii w mierniku grozi ich wylaniem i uszkodzeniem miernika.
- Przed rozpoczęciem pomiaru należy sprawdzić, czy przewody podłączone są do odpowiednich gniazd pomiarowych.
- Nie wolno używać miernika z niedomkniętą lub otwartą pokrywą baterii (akumulatorów) ani zasilacza ze źródeł innych niż wymienione w niniejszej instrukcji.
- Wejścia **R_{ISO}** miernika są zabezpieczone elektronicznie przed przeciążeniem (np. na skutek przyłączenia do obwodu będącego pod napięciem) do 463 V RMS przez 60 sekund.
- Naprawy mogą być wykonywane wyłącznie przez autoryzowany serwis.



UWAGA!

Należy używać wyłącznie akcesoriów przeznaczonych dla danego przyrządu, wymienionych w **rozdz. 12**. Stosowanie innych akcesoriów może spowodować zagrożenie dla użytkownika, uszkodzenie gniazda pomiarowego oraz wprowadzać dodatkowe błędy pomiarowe.

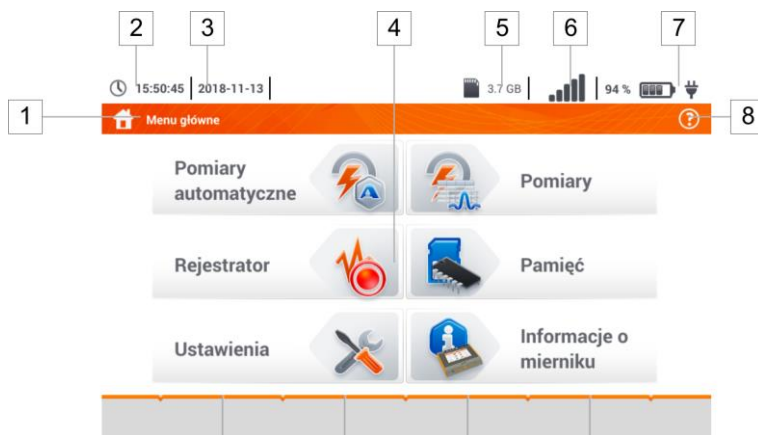


W związku z ciągłym rozwijaniem oprogramowania przyrządu, wygląd wyświetlacza dla niektórych funkcji może różnić się od tego przedstawionego w niniejszej instrukcji.

2 Menu główne

Ekran główny jest dostępny:

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



Rys. 2.1 Główne elementy ekranu

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



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

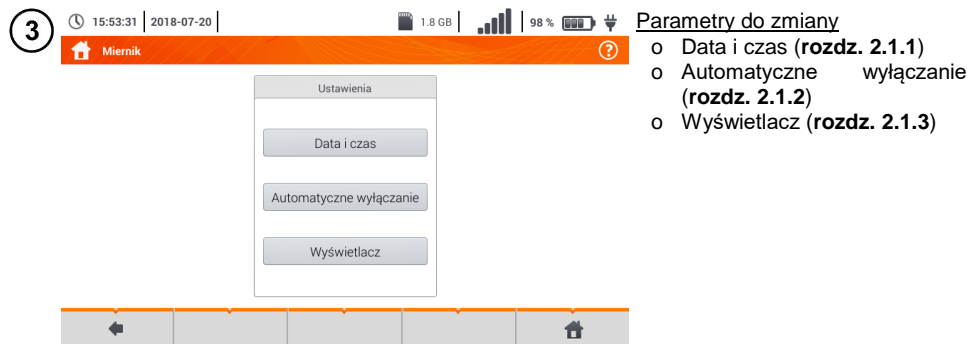
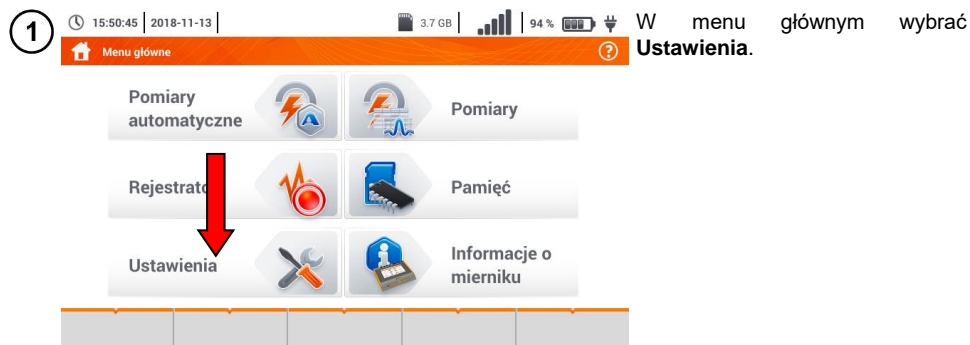
Dotknięcie wybranej pozycji w menu głównym przekierowuje do menu niższego poziomu. Dostępne opcje:

- **Rejestrator** – pomiar parametrów elektrycznych badanej sieci. Opis trybu rejestracji omówiono w **rozd. 5**,
- **Ustawienia** – przejście do ustawień głównych funkcji miernika oraz jego parametrów,
- **Pomiary** – wybór funkcji pomiarowej. Opis poszczególnych funkcji zawarto w **rozd. 3**,

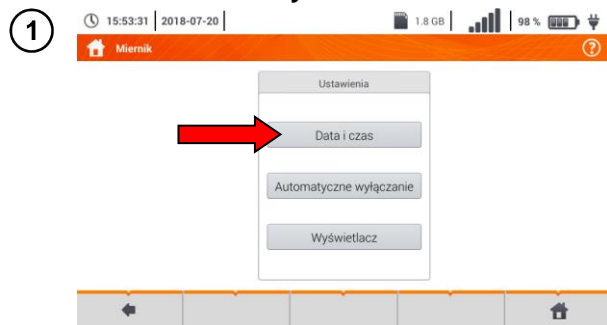
- **Pamięć** – przeglądanie i zarządzanie zapisanymi wynikami pomiarów. Szczegółowy opis funkcji zawarto w **rozd. 6.1**,
- Informacje o mierniku.

2.1 Ustawienia miernika

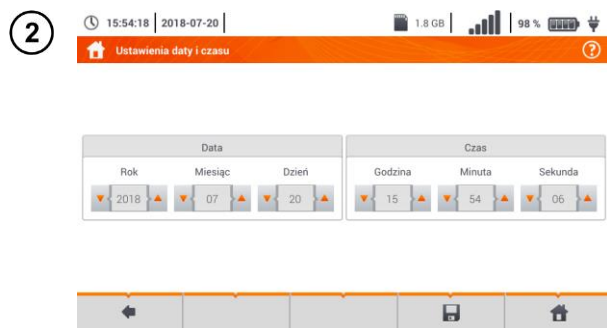
Z poziomu ekranu **Ustawienia miernika** można ustawić **datę**, **czas** i **jasność** wyświetlacza.



2.1.1 Ustawienie daty i czasu



Wybrać pozycję **Data i czas**.

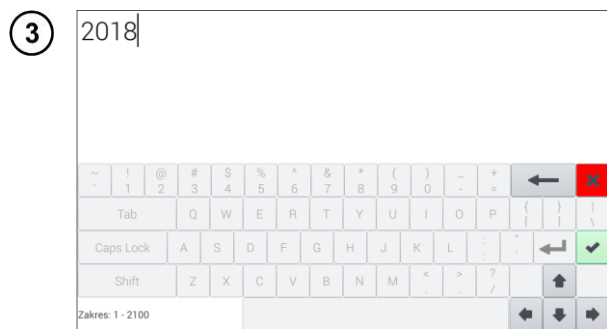


Dotknąć odpowiedniej ikony celem modyfikacji wybranego parametru:

▲ zwiększenie wartości o 1,

▼ zmniejszenie wartości o 1,

2018 dotknięcie wywołuje pole do ręcznego wprowadzenia wartości (krok 3).



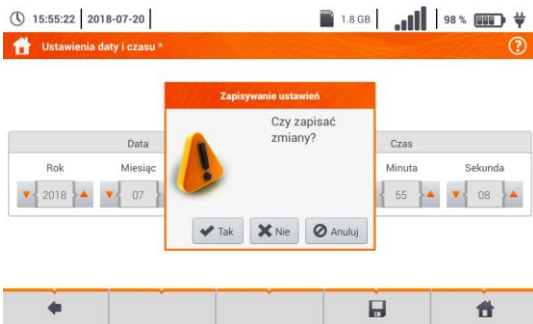
Skasować istniejący wpis i ręcznie wprowadzić żądaną wartość.

Funkcje ikon

✖ odrzucenie zmian i powrót do kroku 2

✓ akceptacja zmian i przejście do kroku 4

4



Opis ikon funkcyjnych

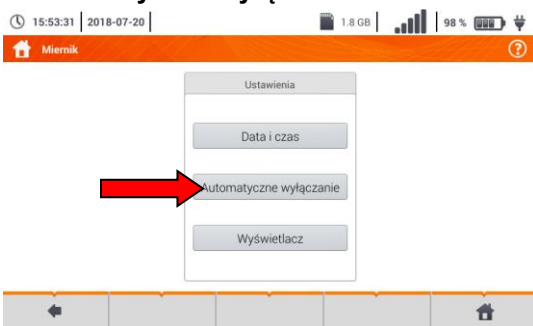
← powrót do poprzedniego ekranu. Pod dotknięciu może pojawić się monit o zapisanie bądź odrzucenie zmiany (rysunek):

Tak – akceptacja wyboru,
Nie – odrzucenie zmian,
Anuluj – anulowanie akcji

📄 zapisanie zmian
 🏠 powrót do menu głównego

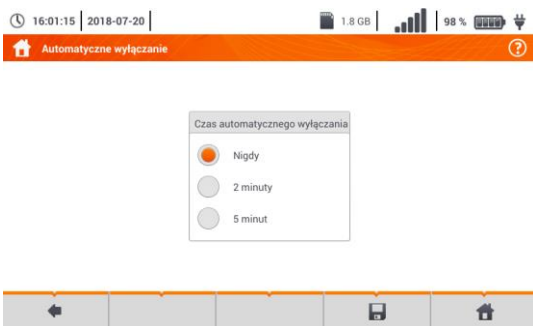
2.1.2 Automatyczne wyłączenie

1



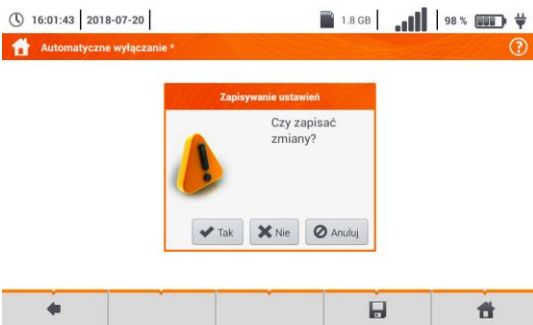
Wybrać pozycję **Automatyczne wyłączenie**.

2



Ustawić żądaną opcję.

3



Opis ikon funkcyjnych

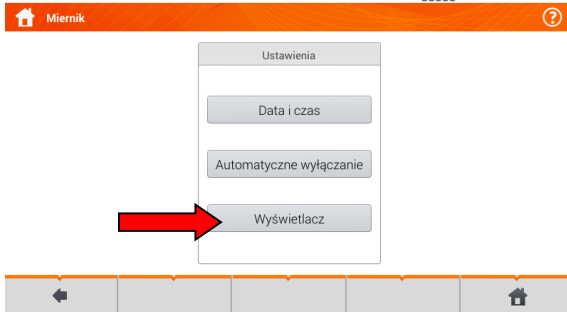
← powrót do poprzedniego ekranu. Pod dotknięciu może pojawić się monit o zapisanie bądź odrzucenie zmiany:

Tak – akceptacja wyboru,
Nie – odrzucenie zmian,
Anuluj – anulowanie akcji

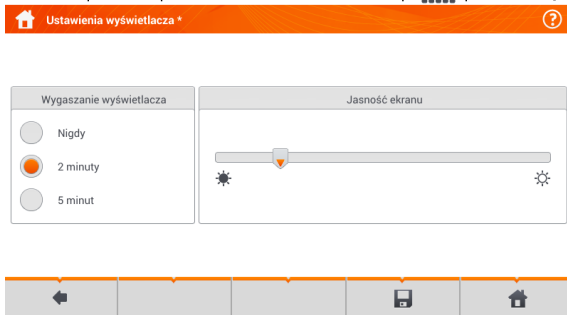
📄 zapisanie zmian
 🏠 powrót do menu głównego

2.1.3 Parametry wyświetlacza

1 15:53:31 | 2018-07-20 | 1.8 GB | 98 % | Wybrać pozycję **Wyświetlacz**.



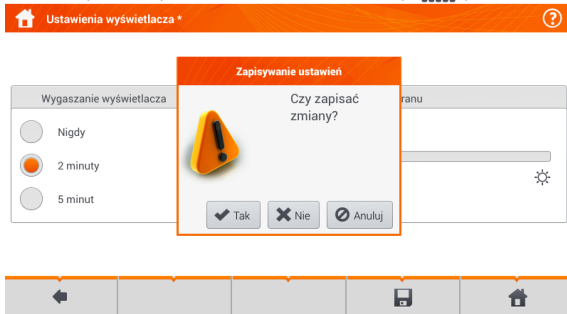
2 15:57:12 | 2018-07-20 | 1.8 GB | 98 % | Parametry podlegające zmianie



- o **czas**, po którym następuje wygaszenie wyświetlacza – wybrać żadaną opcję
- o **jasność** wyświetlacza – przesunąć wskaźnik suwaka



3 15:57:33 | 2018-07-20 | 1.8 GB | 98 % | Opis ikon funkcyjnych



- ← powrót do poprzedniego ekranu. Pod dotknięciu może pojawić się monit o zapisanie bądź odrzucenie zmiany:
 - Tak** – akceptacja wyboru,
 - Nie** – odrzucenie zmian,
 - Anuluj** – anulowanie akcji
- 📄 zapisanie zmian
- 🏠 powrót do menu głównego

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.

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

Ustawienie **Autoinkrementacji** jako aktywnej (→) sprawia, że każdy zapisany pomiar (**rozdz. 6.1.3**) umieszczany jest w automatycznie tworzonemu, nowym punkcie pomiarowym (**rozdz. b** krok (14)).

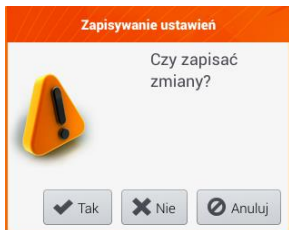
Licznik czasu w pomiarach automatycznych określa odstęp czasowy, w jakim startują kolejne kroki procedury pomiarowej.

①



- Ikoną  rozwinąć listę wyboru.
- Wybrać żądaną wartość parametru.

2



Opis ikon funkcyjnych

← powrót do poprzedniego ekranu. Po dotknięciu może pojawić się monit o zapisanie bądź odrzucenie zmiany:

Tak – akceptacja wyboru,

Nie – odrzucenie zmian,

Anuluj – anulowanie akcji

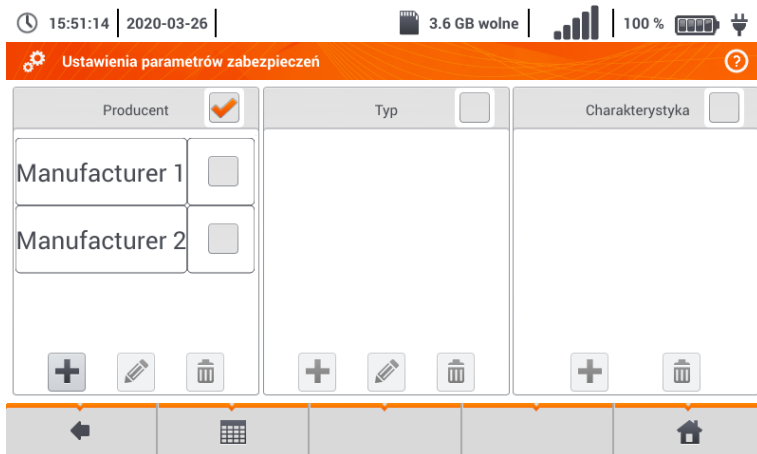
zapisanie zmian

powrót do menu głównego

2.2.2 Podmenu Zabezpieczenia

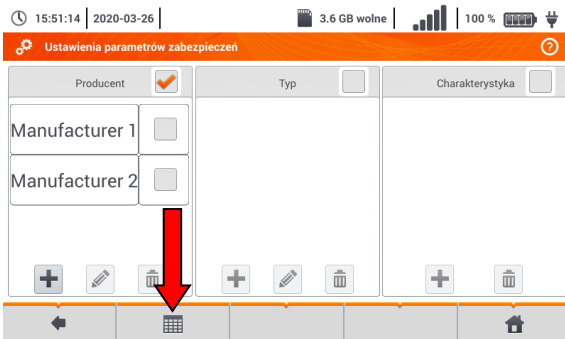
Na ekranie **Zabezpieczenia** można zdefiniować i edytować parametry wyłączników nadprądowych, to jest:

- producenta,
- model (typ) zabezpieczenia,
- charakterystykę zabezpieczenia.



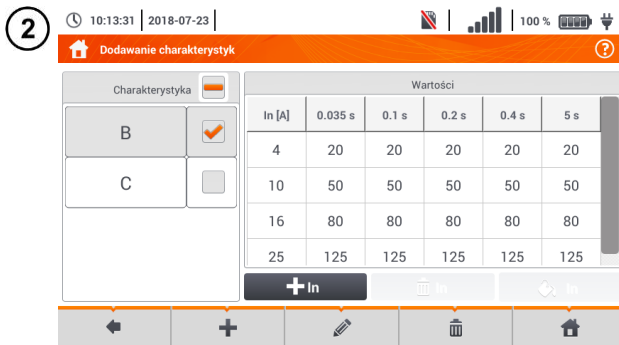
a. Dodawanie charakterystyki zabezpieczeń

1



• Wybrać ikonę

• Pojawi się menu dodawania charakterystyk czasowo-prądowych zabezpieczeń.

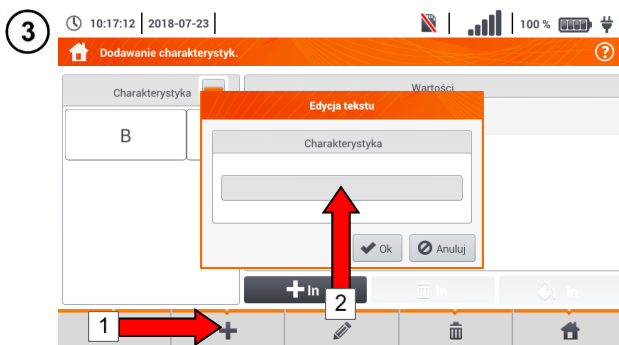


Dostępne opcje

- In dodanie charakterystyki dla wybranego prądu znamionowego zabezpieczenia.
- In usunięcie charakterystyki dla wybranego prądu znamionowego zabezpieczenia.
- In wklejenie ustawionej wartości dla rekordów w całym wierszu lub tabeli.

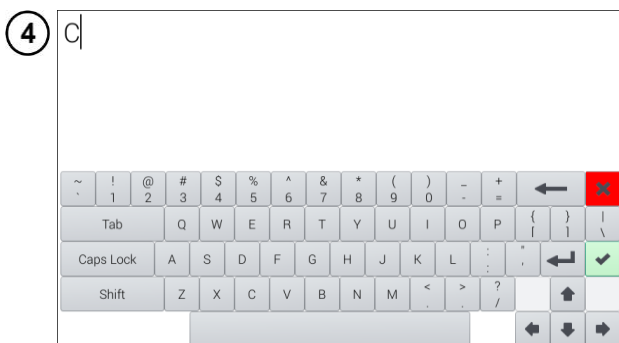
Opis ikon funkcyjnych

- charakterystyka nieaktywna
- charakterystyka aktywna
- dodanie nowej charakterystyki
- edycja nazwy aktywnej charakterystyki
- usunięcie aktywnej charakterystyki
- powrót do poprzedniego ekranu
- przejście do menu głównego



Aby utworzyć nową charakterystykę:

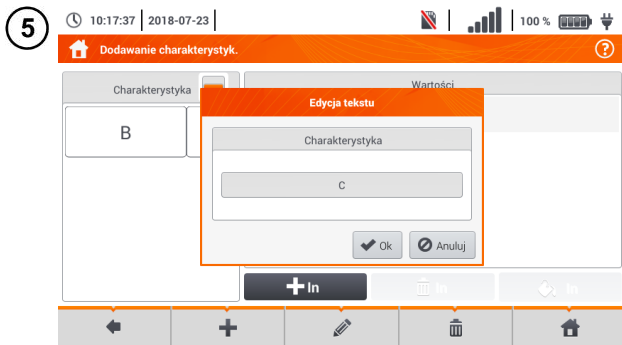
- wybrać ikonę ,
- dotknąć pole wyboru nazwy.



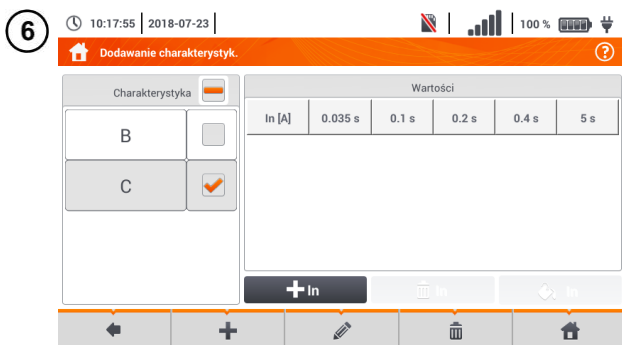
Wprowadzić nazwę z klawiatury dotykowej (dłuższe przytrzymanie niektórych przycisków wywołuje polskie znaki).



Funkcje ikon

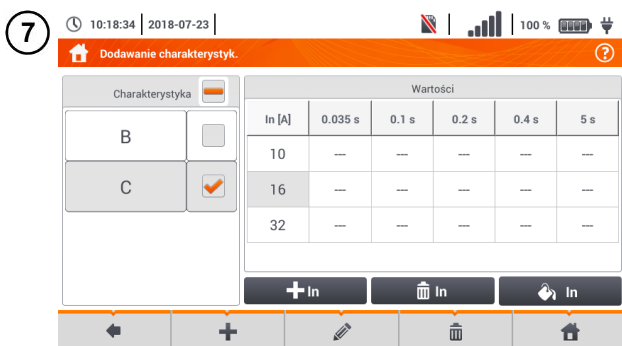
- odrzucenie zmian i powrót do kroku 3
- akceptacja zmian i przejście do kroku 5





Opis ikon funkcyjnych
Ok – akceptacja nazwy
Anuluj – anulowanie akcji

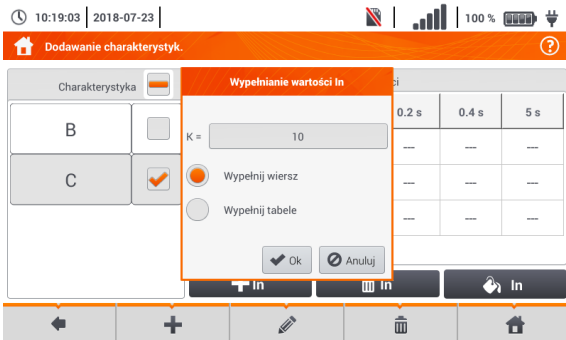


- Uaktywnić utworzoną charakterystykę .
- Ikoną  dodać prąd znamionowy zabezpieczenia.
- Edytując dane zabezpieczeń, postępować analogicznie jak w krokach **3** **4** **5**.



- Wybrać dowolną pozycję w wierszu, aby uaktywnić wiersz z danymi.
- Uaktywnią się ikony  In  In.

8



Po wybraniu dostępne są opcje:

- o **parametr K** – ustawienie krotności prądu znamionowego zabezpieczenia (parametr charakterystyki czasowo-prądowej),
- o **wypełnij wiersz** – skopiowanie wartości K do wybranego wiersza,
- o **wypełnij tabelę** – skopiowanie wartości K do wszystkich rekordów.

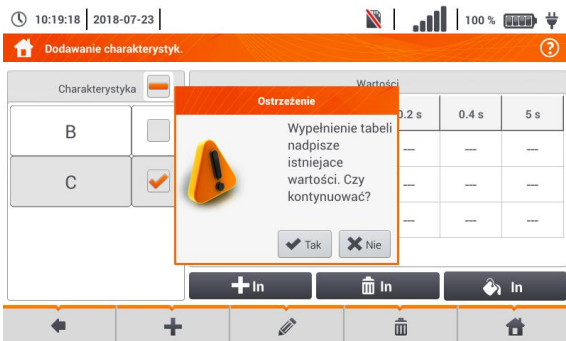
- Dotknąć pola edycji parametru K.
- Wprowadzić wartość parametru analogicznie jak w kroku 4.

Opis ikon funkcyjnych

Ok – akceptacja wyboru

Anuluj – anulowanie zmian

9



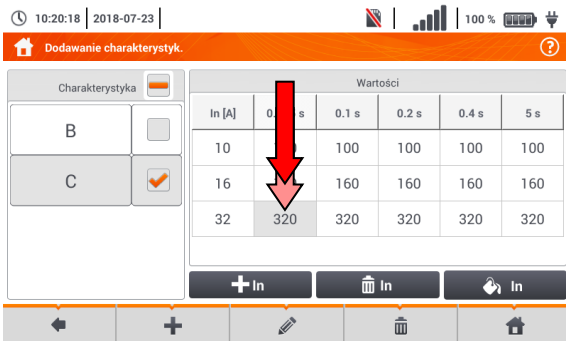
Pojawi się monit potwierdzenia wyboru.

Opis ikon funkcyjnych

Tak – akceptacja wyboru

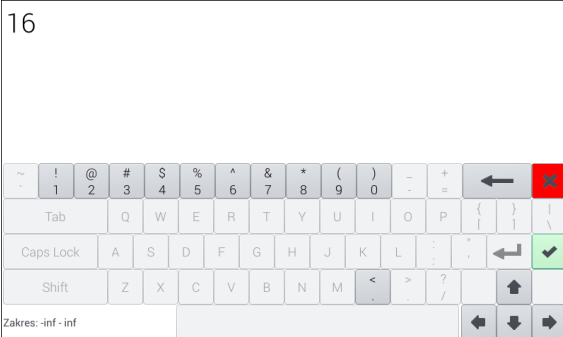
Nie – odrzucenie zmian

10



Aby zmienić zawartość wybranej komórki, dotknąć ją **dwukrotnie**.

11

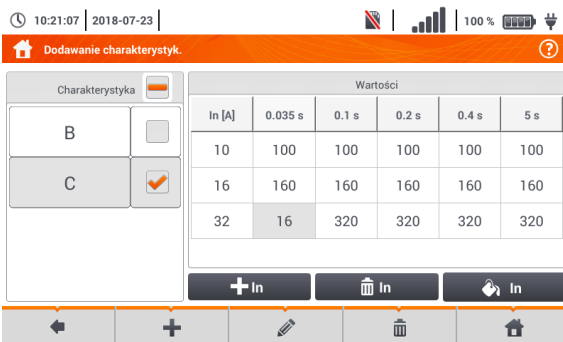


Pojawi się klawiatura ekranowa. Skasować dotychczasowy wpis i wprowadzić żądany.

Funkcje ikon

- ✖ odrzucenie zmian i powrót do menu dodawania charakterystyk
- ✓ akceptacja zmian i powrót do menu dodawania charakterystyk

12



Wybrać ikonę , aby wrócić do menu zabezpieczeń.

b. Dodawanie zabezpieczeń



1

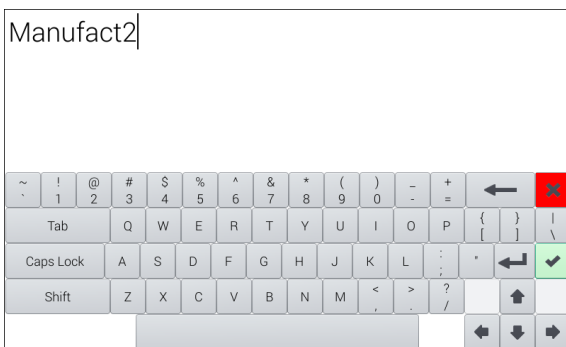


Dodać producenta

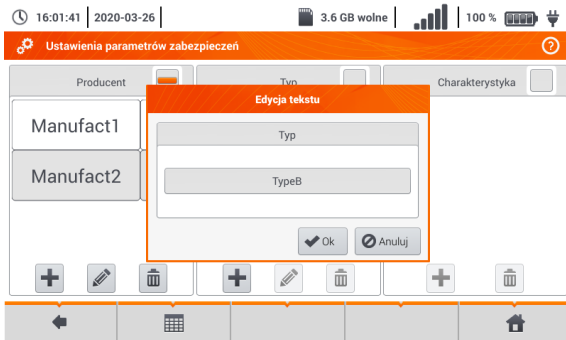
- W kolumnie **Producent** wybrać ikonę **+**.
- Dotknąć pola wprowadzania nazwy.
- Wprowadzić nazwę z klawiatury dotykowej (dłuższe przytrzymanie niektórych przycisków wywołuje polskie znaki).

Funkcje ikon

-  odrzucenie zmian
-  akceptacja zmian i przejście do kroku 2

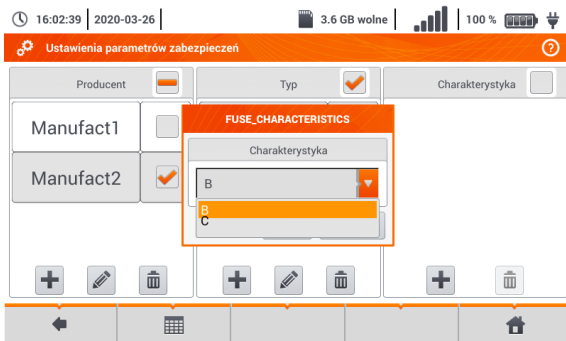


2



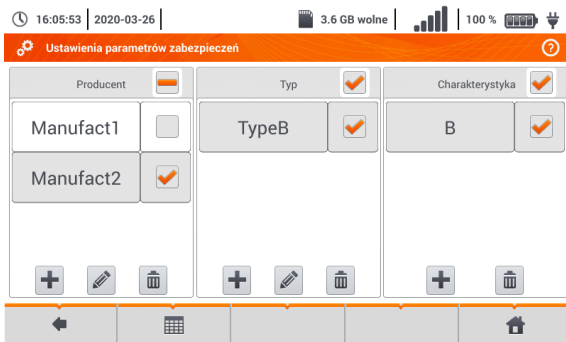
- Zaznaczyć producenta.
- W kolumnie **Typ** wybrać **+**.
- Wprowadzić typ zabezpieczenia analogicznie jak w kroku ①.

3



- Zaznaczyć typ zabezpieczenia, do którego wprowadzana będzie charakterystyka.
- W kolumnie **Charakterystyka** wybrać **+**.
- Wybrać z listy żadaną charakterystykę.

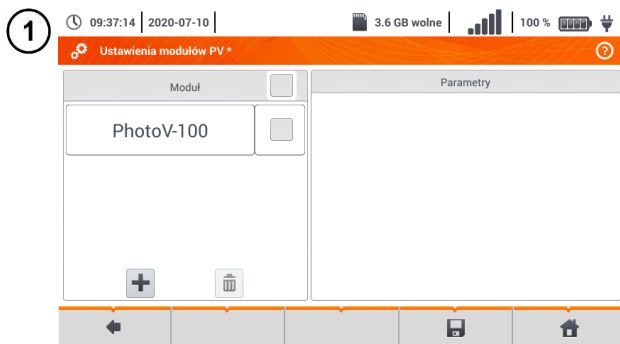
4



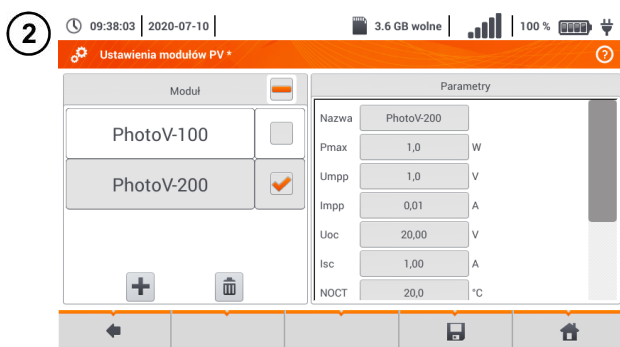
Opis ikon funkcyjnych

- rekord nieaktywny
- rekord aktywny
- +** dodać nowego rekordu
- edycja nazwy aktywnego rekordu
- usunięcie aktywnego rekordu
- powrót do poprzedniego ekranu
- powrót do menu głównego

2.2.3 MPI-540-PV Podmenu Moduły PV



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



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 rezystancja modułu PV

* MPP – punkt mocy maksymalnej

2.3 Komunikacja

2.3.1 Komunikacja przez USB

Zabudowany w mierniku port USB typu B służy do podłączenia miernika do komputera celem zczytania danych zapisanych w jego pamięci. Dane można pobrać i odczytać za pomocą oprogramowania dostarczanego przez producenta.

- **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.


Szczególne informacje dostępne są u producenta i dystrybutorów.

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



Aktualne wersje oprogramowania można znaleźć na stronie internetowej producenta.

2.3.2 Połączenie z siecią Wi-Fi

- 1 Przejdź do sekcji **Ustawienia** ► **Ustawienia komunikacji** ► **Wi-Fi**.
- 2 Włączyć Wi-Fi (na górnym pasku powinna pojawić się ikona statusu Wi-Fi .
- 3 Wybrać na liście sieć z dostępem do Internetu. Dotknąć jej dwukrotnie i - jeżeli jest zabezpieczona - wpisać hasło. W celu wylogowania się z sieci również należy dotknąć ją dwukrotnie.
- 4 Wybrać **Ok** i sprawdzić, miernik połączył się z siecią. Ikona statusu Wi-Fi wskaże wówczas siłę sygnału.

2.3.3 Połączenie z miernikiem irradiancji

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

2.3.4 Ustawienia e-mail

Ustawienia E-MAIL

E-mail: example.email@example.xyz

Hasło: []

Host: smtp.example.com

Port: 465

Typ połączenia: TcpConnection

Wyslij do: example.email@example.xyz

Test: TEST

- Przejdź do sekcji **Ustawienia**
 - ▶ **Ustawienia komunikacji**
 - ▶ **Ustawienia e-mail**.
- Uzupełnić pola na ekranie:
 - o parametry skrzynki nadawczej,
 - o adres skrzynki docelowej.
- Nacisnąć **TEST**, aby wysłać testowego e-maila.



Funkcja działa z wybranymi dostawcami poczty elektronicznej. Lista dostawców znajduje się na stronie internetowej producenta.

2.4 Aktualizacja oprogramowania



UWAGA!

- Przed aktualizacją oprogramowania należy naładować akumulatory.
- W czasie aktualizacji nie wolno wyłączać miernika.

2.4.1 Aktualizacja przez USB

- 1 Ze strony internetowej producenta (www.sonel.pl) pobrać plik aktualizacji.
- 2 Nagrać plik na pamięć USB. Pamięć musi posiadać system plików w formacie FAT32.
- 3 Wybrać **Ustawienia** ▶ **Aktualizacja**, by przejść do menu aktualizacji.

Aktualizacja oprogramowania

Aktualizacja

Proszę wstrzymać aktualizację

Czy chcesz zaktualizować miernik z wersji 1.04 do wersji 1.05?

Ok Anuluj

0%

- Włożyć pamięć USB do gniazda USB typu A w mierniku. Pojawi się ekran informacyjny.
- Aby rozpocząć proces aktualizacji, wybrać **Ok** w oknie informacyjnym.



Alternatywnie można nacisnąć przycisk **Aktualizuj przez Wi-Fi**. Wówczas należy postępować zgodnie z **rozdz. 2.4.2**.

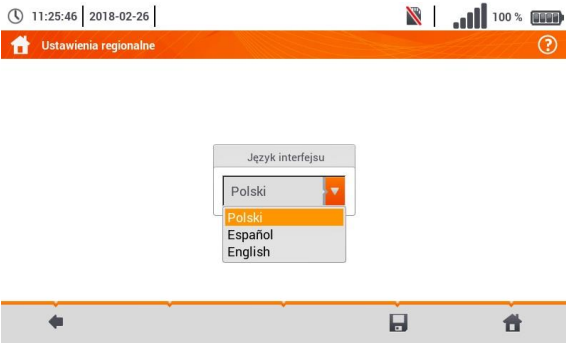
2.4.2 Aktualizacja przez Wi-Fi

- 1 Połączyć się z siecią Wi-Fi zgodnie z **rozd. 2.3.2**.
- 2 Wybrać jedno z poniższych.
 - Przejsz do **Ustawienia ► Aktualizacja** i wybrać **Aktualizuj przez Wi-Fi**.
 - Uruchomić ponownie miernik.
- 3 Przyrząd automatycznie sprawdzi, czy jest dostępna aktualizacja oprogramowania. Jeżeli jest, wyświetli się okno z prośbą o akceptację aktualizacji.
- 4 Aby rozpocząć proces aktualizacji, wybrać **Ok** w oknie informacyjnym.



Zabezpieczenia wewnątrz niektórych sieci mogą sprawić, że miernik nie zdoła się połączyć z serwerem aktualizacji producenta – wówczas wyświetli się komunikat **Nie można przeprowadzić aktualizacji Wi-Fi...**

2.5 Ustawienia regionalne

- 1  • Wybrać **Ustawienia ► Regionalne**, aby przejść do menu wyboru języka.
 - 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

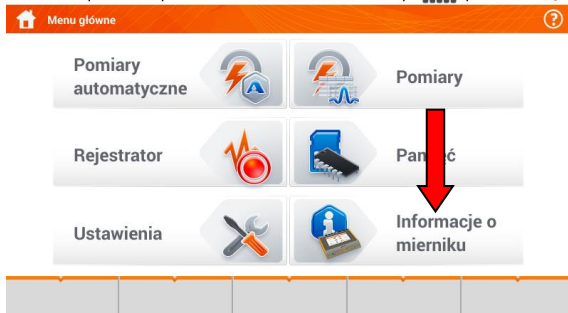
- 2  Jeżeli nie zapisano zmian, ale wybrano ikonę **◀** powrót do poprzedniego ekranu, pojawi się monit potwierdzenia wyboru.

Opis ikon funkcyjnych

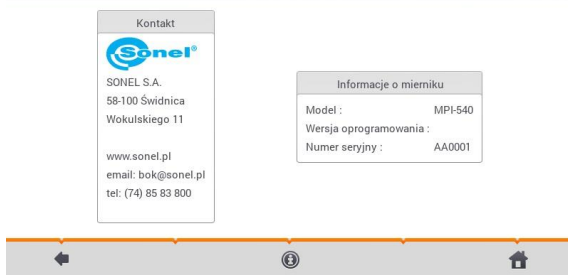
- Tak** – akceptacja wyboru
- Nie** – odrzucenie wyboru
- Anuluj** – anulowanie akcji

2.6 Informacje o mierniku

1 15:50:45 | 2018-11-13 | 3.7 GB | 94 % W menu głównym wybrać **Informacje o mierniku**.



2 11:30:47 | 2018-02-26 | 100 % Menu zawiera informacje o produkcji i mierniku.



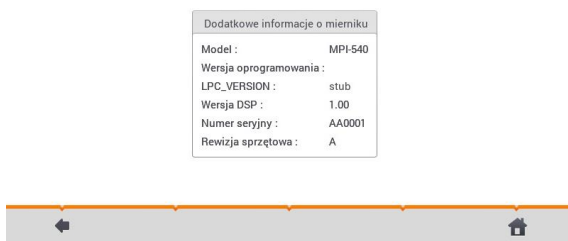
Opis ikon funkcyjnych

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

ⓘ wyświetlenie informacji szczegółowych

🏠 powrót do menu głównego

3 11:33:35 | 2018-02-26 | 100 % Ekran po wybraniu ikony ⓘ.



3 Pomiary

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 ,
- irradancja I_{rr} .



OSTRZEŻENIE

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



- Należy dokładnie zapoznać się z treścią tego rozdziału. Zostały w nim opisane **układy pomiarowe, sposoby wykonywania** pomiarów i podstawowe zasady **interpretacji wyników**.
- W czasie trwania dłuższych pomiarów wyświetlany jest pasek postępu.
- Wynik ostatniego pomiaru jest wyświetlany, dopóki nie nastąpi:
 - o uruchomienie kolejnego pomiaru,
 - o zmiana parametrów pomiaru,
 - o zmiana funkcji pomiarowej,
 - o wyłączenie miernika.
- Ostatni pomiar można przywołać ponownie ikoną .

3.1 Diagnostyka przeprowadzana przez miernik – limity

Miernik ma możliwość oceny, czy wynik pomiaru mieści się w dopuszczalnych granicach dla wybranego urządzenia ochronnego lub wartości granicznej. W tym celu można ustawić limit, czyli graniczną wartość, jakiej wynik nie powinien przekroczyć. Jest to możliwe dla wszystkich funkcji pomiarowych **za wyjątkiem**:

- pomiarów RCD (I_A , t_A), dla których limity są włączone na stałe,
- pomiarów impedancji pętli zwarcia, gdzie limit wyznaczany jest pośrednio, przez wybór odpowiedniego zabezpieczenia nadprądowego, dla którego przyporządkowane są standardowe wartości graniczne,
- rejestratora.

Dla pomiarów rezystancji izolacji i oświetlenia limit jest wartością **minimalną**. Dla pomiarów impedancji pętli zwarcia, rezystancji uziemienia oraz rezystancji przewodów ochronnych i połączeń wyrównawczych – wartością **maksymalną**.

Limity ustawia się w danym menu pomiarowym. Po każdym pomiarze miernik wyświetla symbole:



wynik mieści się w granicach wyznaczonych przez limit,



wynik nie mieści się w granicach wyznaczonych przez limit,



brak możliwości oceny poprawności wyniku. Symbol jest wyświetlany m.in. gdy nie ma jeszcze wyniku, np. w czasie trwania pomiaru lub gdy nie został jeszcze wykonany żaden pomiar.

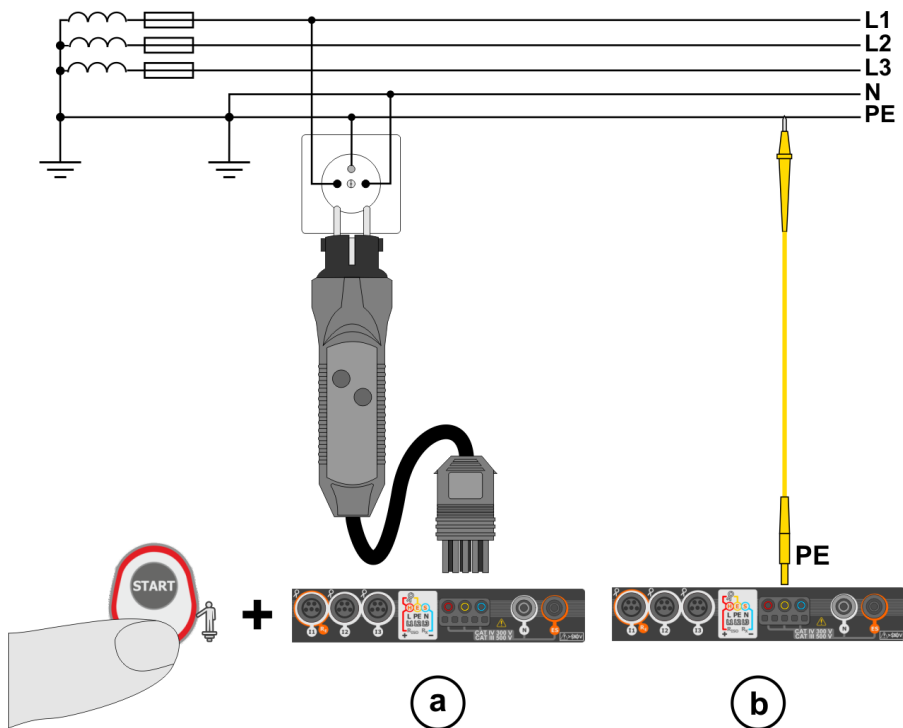
Sposób ustawiania limitów jest opisany w rozdziałach dotyczących danych pomiarów.

3.2 Pomiar napięcia przemiennego i częstotliwości

Miernik mierzy i wyświetla napięcie przemiennie i częstotliwość sieci w wybranych funkcjach pomiarowych zgodnie z poniższą tabelą.

Funkcja pomiarowa	U	f
Z _{L-N}	•	•
Z _{L-PE}	•	•
Z _{L-PE} [RCD]	•	•
R _{ISO}	•	
RCD I _A	•	•
RCD t _A	•	•
R _x		
R _{CONT}		
Kolejność faz	•	
Wirowanie silnika	•	
Rezystancja uziemienia	•	
R _E		
Rezystywność gruntu	•	
Natężenie oświetlenia		
Rejestrator	•	•

3.3 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.
- Jeżeli w **rozdz. 2.2.1** krok ① wybrano sieć IT, elektroda dotykowa jest **nieaktywna**.

3.4 Parametry pętli zwarcia



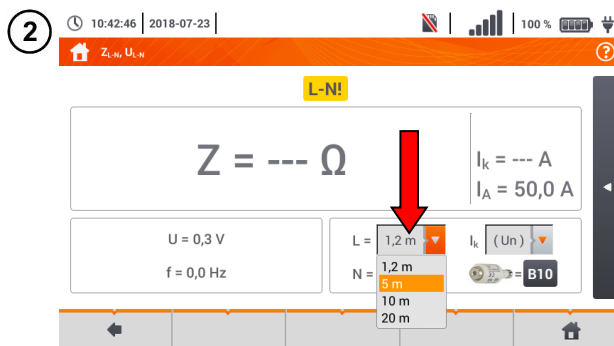
UWAGA!

- Jeżeli w badanej sieci występują wyłączniki różnicowoprądowe, to na czas trwania pomiaru impedancji należy je pominąć poprzez zmostkowanie (wykonanie obejścia). Trzeba jednak pamiętać, że w ten sposób dokonuje się zmian w mierzonym obwodzie i wyniki mogą się minimalnie różnić od rzeczywistych.
- Każdorazowo po pomiarach należy usunąć z instalacji zmiany wykonane na czas pomiarów i sprawdzić działanie wyłącznika różnicowoprądowego.
- Powyższe uwagi **nie dotyczą** pomiarów impedancji pętli przy użyciu funkcji **Z_{L-PE}[RCD]**.
- Pomiary impedancji pętli zwarcia **za falownikami** są **nieskuteczne**, a wyniki pomiarów **niewiarygodne**. Wynika to ze zmienności impedancji wewnętrznej układów falownika podczas jego pracy. Nie należy wykonywać pomiarów impedancji pętli zwarcia bezpośrednio za falownikami.

3.4.1 Ustawienia pomiarów



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



Poprawność pomiaru jest uzależniona od prawidłowego ustawienia długości przewodów pomiarowych.

Jeżeli do miernika **nie podłączono adaptera typu WS**, w menu dostępne są długości standardowych przewodów pomiarowych producenta.

- W takiej sytuacji dotknąć pole listy rozwijanej.
- Wybrać żądaną długość przewodów.

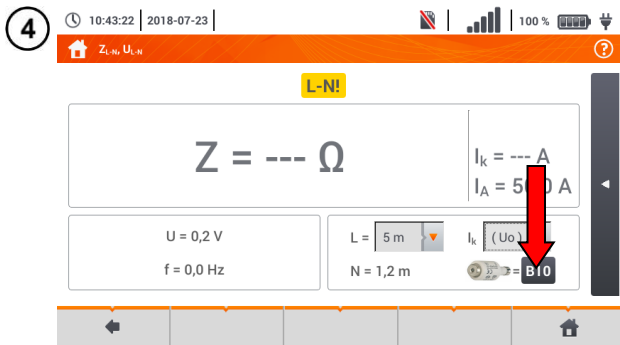


Spodziewany prąd zwarcia I_k może być wyliczony na podstawie jednej z dwóch wielkości:

- o napięcia znamionowego sieci U_n ,
- o napięcia zmierzonego przez miernik U_0 .

Sens fizyczny parametru przedstawiono w **rozd. 3.4.5**.

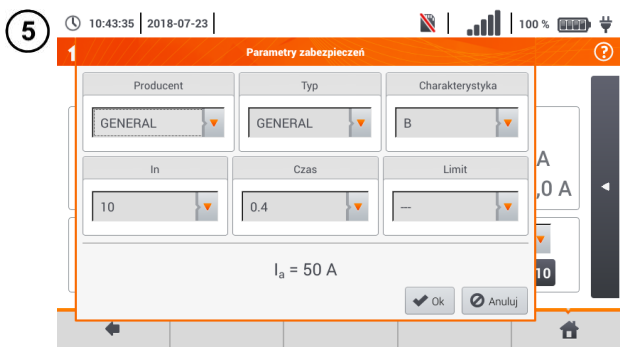
- Dotknąć pola listy rozwijanej.
- Wybrać żądaną wielkość.



Wynik pomiaru można porównać z kryterium dopuszczalnej impedancji pętli zwarcia Z_{sdop} , określonej na podstawie parametrów zabezpieczenia mierzonego obwodu:

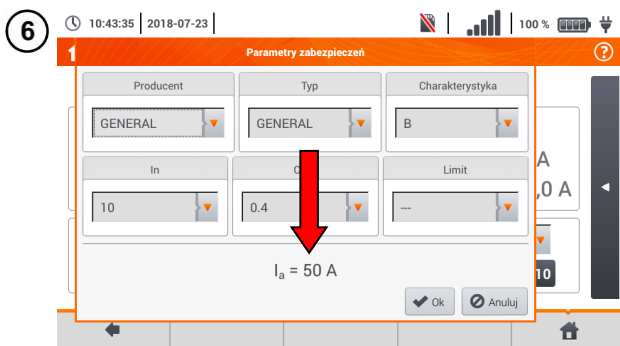
- o charakterystyki,
- o prądu znamionowego.

- Dotknąć pola z typem zabezpieczenia.



Opcje do wyboru

- **Producent**
 - o GENERAL – brak określonego producenta
 - o producenci zdefiniowani w pamięci miernika (**rozd. 2.2.2**)
- **Typ**
 - o GENERAL – brak określonego typu
 - o typy zdefiniowane w pamięci miernika (**rozd. 2.2.2**)
- **Charakterystyka czasowo-prądowa**
- **Prąd znamionowy I_n**
- **Dopuszczalny czas zadziałania**
- **Limit** – limit wynikający z normy EN 60364-6
 - o --- – I_a jest jak w tabelach normy – bez korekcji
 - o **2/3Z** – I_a jest powiększany o wartość $0,5I_a$



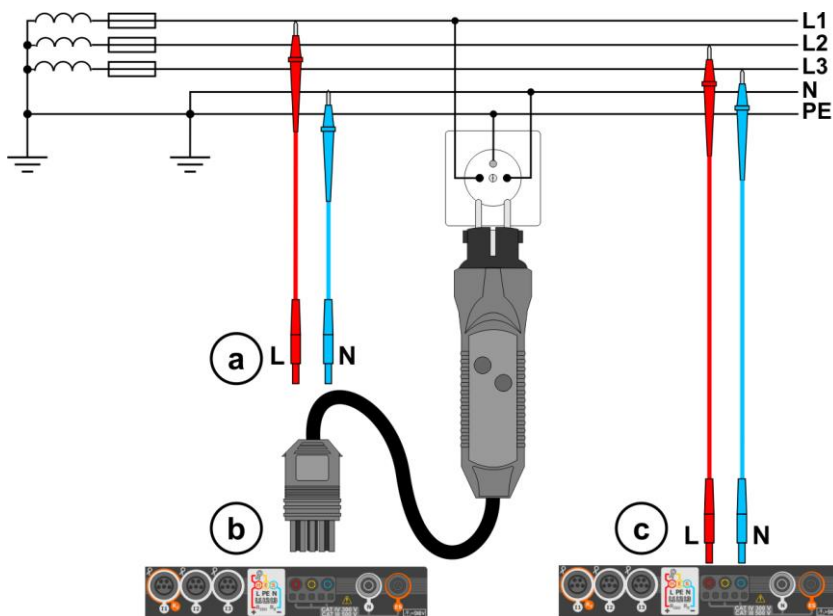
Po ustawieniu parametrów w krokach (6) (7) wyliczony zostaje prąd. I_a – prąd zapewniający samoczynne zadziałanie urządzenia ochronnego w wymaganym czasie.

Opis ikon funkcyjnych

- Ok** – akceptacja ustawień zabezpieczenia
- Anuluj** – anulowanie akcji

3.4.2 Parametry pętli zwarcia w obwodzie L-N i L-L

- 1 Podłączyć przewody pomiarowe wg rysunku:
(a) lub (b) dla pomiaru w obwodzie L-N,
(c) dla pomiaru w obwodzie L-L.

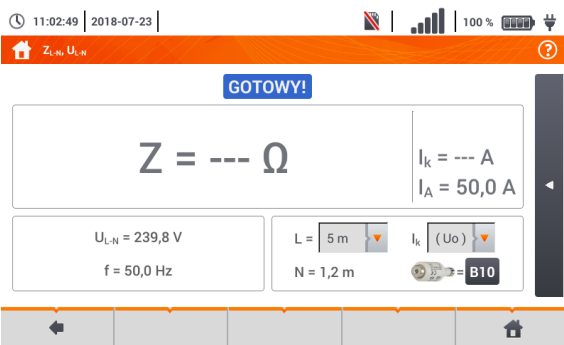


2



Wybrać pozycję $Z_{L-N, L-L}$.

3



Pojawi się ekran pomiarowy.

Odczyty bieżące

U_{L-N} – aktualne napięcie między przewodem fazowym a neutralnym
 f – aktualna częstotliwość na mierzonym obiekcie

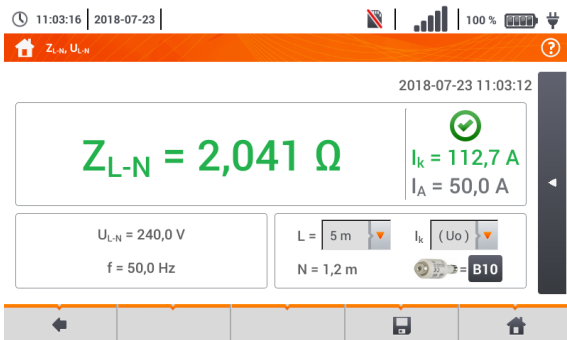
- 4 Wprowadzić nastawy pomiaru zgodnie z rozdz. 3.4.1.

5



Aby wykonać pomiar, nacisnąć **START**.

6



Odczytać wynik.

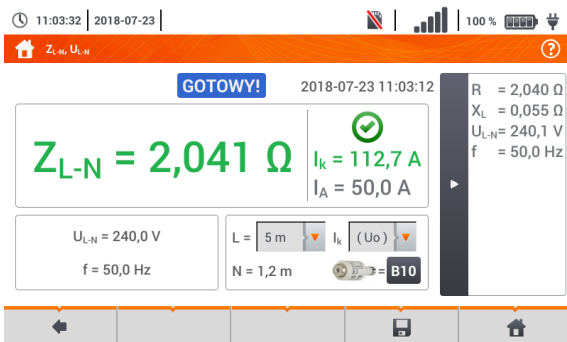
Z_{L-N} – wynik główny
I_k – spodziewany prąd zwarcia wraz z sygnalizacją spełnienia kryterium dopuszczalnej pętli (**rozdz. 3.4.1**, krok 6):

- spełnione
- niespełnione
- brak możliwości oceny

I_A – prąd zapewniający samoczynne zadziałanie wybranego urządzenia ochronnego w wymaganym czasie

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

7



R – rezystancja mierzonego obwodu
X_L – reaktancja mierzonego obwodu
U_{L-N} – napięcie względem przewodu neutralnego
f – częstotliwość

Wybranie paska chowa menu.

8

Ikona zapisać pomiar do pamięci miernika. Szczegółowy opis zarządzania pamięcią zawarto w **rozdz. 6.1.3**. Ostatni pomiar można przywołać ponownie ikoną .



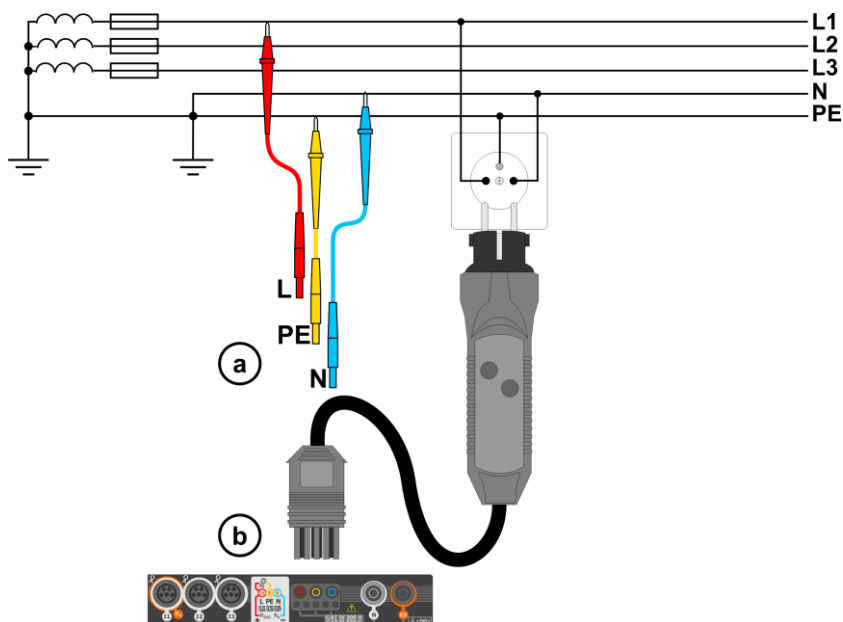
- Wykonywanie dużej ilości pomiarów w krótkich odstępach czasu powoduje, że w mierniku może wydzielać się duża ilość ciepła. W związku z tym obudowa przyrządu może się rozgrzewać. Jest to zjawisko **normalne**. Ponadto miernik posiada zabezpieczenie przed osiągnięciem zbyt wysokiej temperatury.
- Po ok. 15 kolejnych pomiarach pętli zwarcia należy poczekać do ostygnięcia przyrządu. Ograniczenie to jest spowodowane pomiarem dużym prądem i wielofunkcyjnością miernika.
- Minimalny **odstęp** między kolejnymi pomiarami wynosi **5 sekund**. Wyświetlenie komunikatu **GOTOWY!** informuje o możliwości wykonania kolejnego pomiaru. Do czasu wyświetlenia napisu miernik uniemożliwia wykonywanie pomiarów.

Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

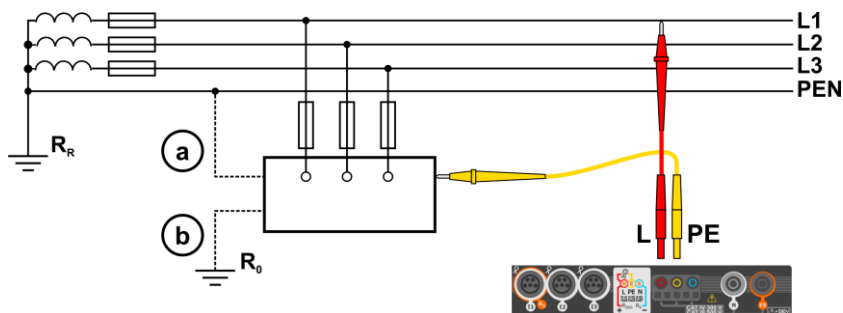
GOTOWY!	Miernik gotowy do wykonania pomiaru.
W TOKU	Pomiar w toku.
L-N!	Napięcie U_{L-N} jest niepoprawne do wykonania pomiaru.
L-PE!	Napięcie U_{L-PE} jest niepoprawne do wykonania pomiaru.
N-PE!	Napięcie U_{N-PE} przekracza dopuszczalną wartość 50 V.
L ↔ N	Faza podłączona do zacisku N zamiast L (np. zamiana L i N w gniazdku sieciowym).
TEMPERATURA!	Przekroczona temperatura wewnątrz miernika.
f!	Częstotliwość sieci jest poza zakresem 45...65 Hz.
BŁĄD!	Błąd w czasie wykonywania pomiaru. Wyświetlenie poprawnego wyniku jest 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 (rozdz. 2.2.1 krok ①).
LIMIT!	Zbyt niska wartość spodziewanego prądu zwarcia I_k dla ustawionego zabezpieczenia i jego czasu zadziałania.

3.4.3 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



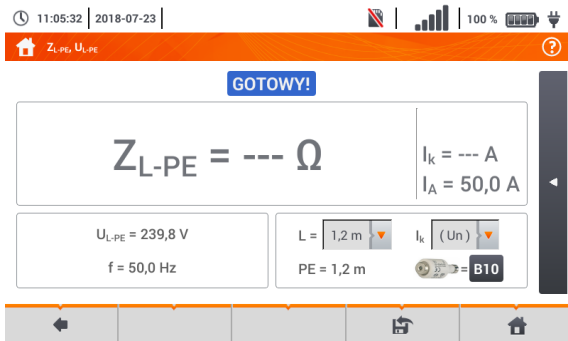
Rys. 3.2 Sprawdzanie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej obudowy urządzenia w przypadku: (a) sieci TN lub (b) sieci TT

2



Wybrać pozycję **ZL-PE**.

3



Pojawi się ekran pomiarowy.

Odczyty bieżące

U_{L-PE} – aktualne napięcie między przewodem fazowym a przewodem ochronnym

f – aktualna częstotliwość na mierzonej obiekcie

4

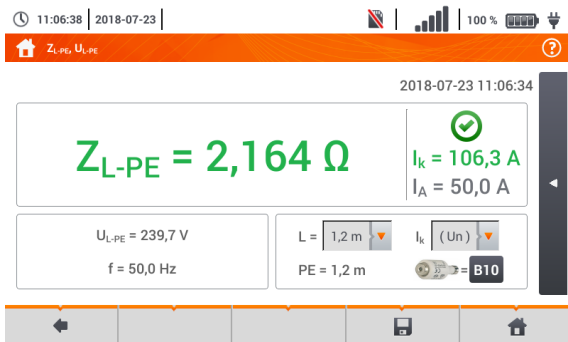
Wprowadzić nastawy pomiaru zgodnie z **rozd. 3.4.1**.

5



Aby wykonać pomiar, nacisnąć przycisk **START**.

6




Odczytać wynik.

Z_{L-PE} – wynik główny

I_k – spodziewany prąd zwarcia wraz z sygnalizacją spełnienia kryterium dopuszczalnej pętli (**rozd. 3.4.1**, krok **6**):

- spełnione
- niespełnione
- brak możliwości oceny

I_a – prąd zapewniający samoczynne zadziałanie wybranego urządzenia ochronnego w wymaganym czasie

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

7

11:06:51 | 2018-07-23 | Z_{L-PE}, U_{L-PE}

GOTOWY! 2018-07-23 11:06:34

Z_{L-PE} = 2,164 Ω I_k = 106,3 A
I_A = 50,0 A

U_{L-PE} = 239,8 V
f = 50,0 Hz

L = 1,2 m I_k (Un)
PE = 1,2 m B10

R = 2,162 Ω
X_L = 0,096 Ω
U_{L-PE} = 240,0 V
f = 50,0 Hz

R – rezystancja mierzonego obwodu

X_L – reaktancja mierzonego obwodu

U_{L-PE} – napięcie względem przewodu ochronnego

f – częstotliwość

Wybranie paska chowa menu.

8

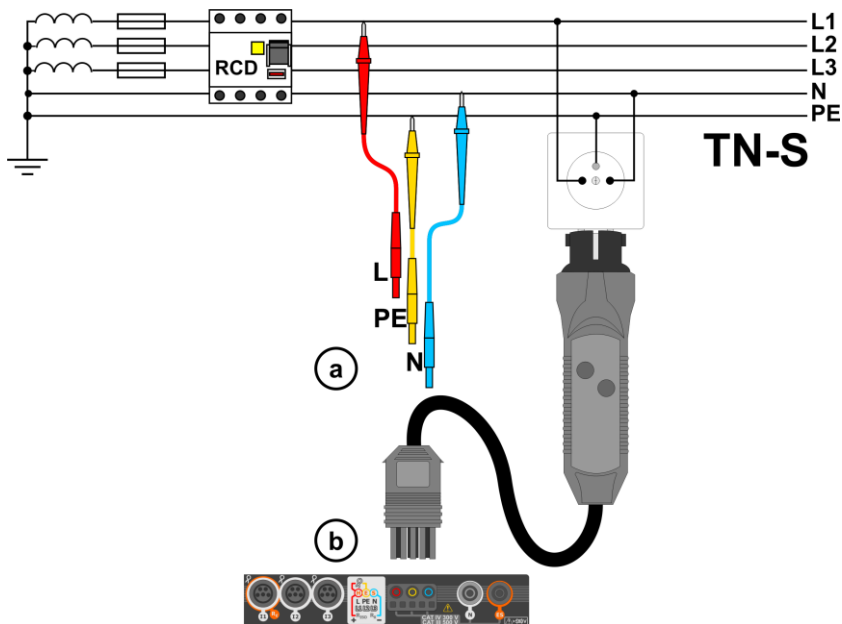
Ikona zapisać pomiar do pamięci miernika. Szczegółowy opis zarządzania pamięcią zawarto w **rozdz. 6.1.3**. Ostatni pomiar można przywołać ponownie ikoną .



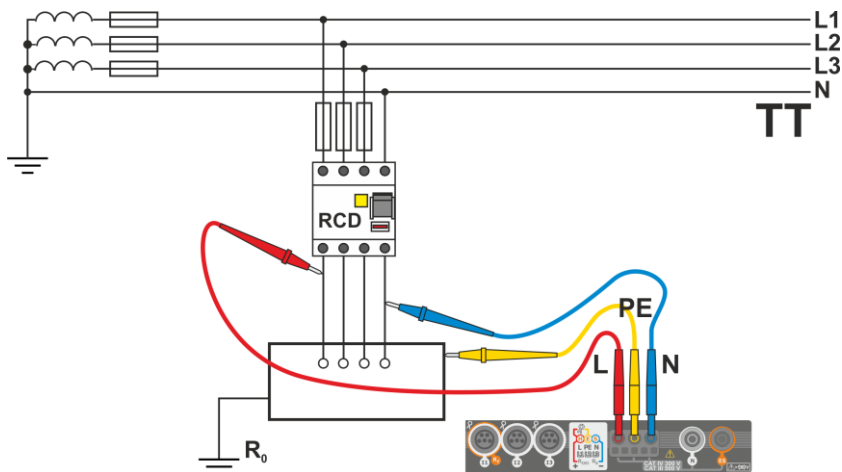
- Pomiar dwuprzewodowy nie jest dostępny dla adaptera UNI-Schuko.
- Wykonywanie dużej ilości pomiarów w krótkich odstępach czasu powoduje, że w mierniku może wydzielać się duża ilość ciepła. W związku z tym obudowa przyrządu może się rozgrzewać. Jest to zjawisko **normalne**. Ponadto miernik posiada zabezpieczenie przed osiągnięciem zbyt wysokiej temperatury.
- Po ok. 15 kolejnych pomiarach pętli zwarcia należy poczekać do ostygnięcia przyrządu. Ograniczenie to jest spowodowane pomiarem dużym prądem i wielofunkcyjnością miernika.
- Minimalny **odstęp** między kolejnymi pomiarami wynosi **5 sekund**. Wyświetlenie komunikatu **GOTOWY!** informuje o możliwości wykonania kolejnego pomiaru. Do czasu wyświetlenia napisu miernik uniemożliwia wykonywanie pomiarów.

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

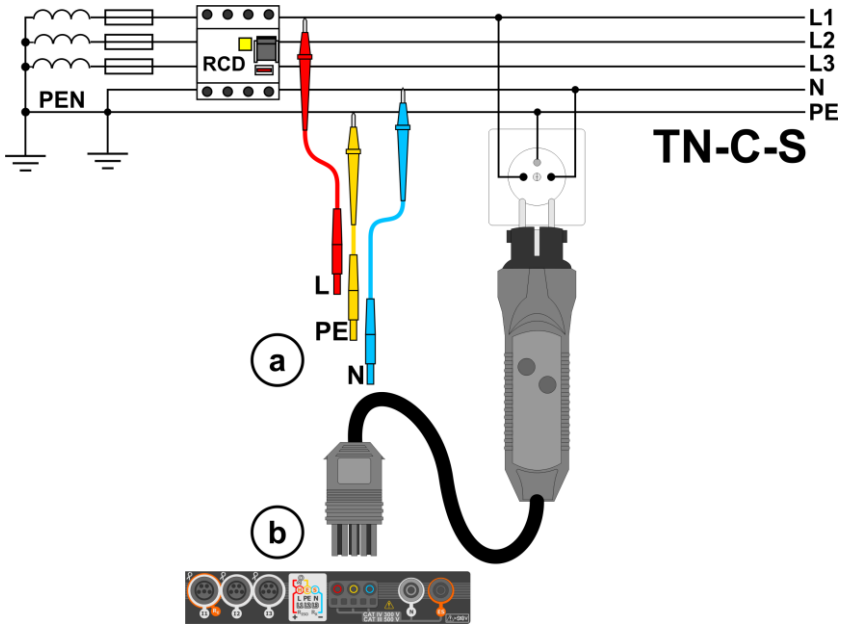
- 1 Podłączyć przewody pomiarowe wg Rys. 3.3, Rys. 3.4 lub Rys. 3.5.



Rys. 3.3 Pomiar w układzie TN-S



Rys. 3.4 Pomiar w układzie TT



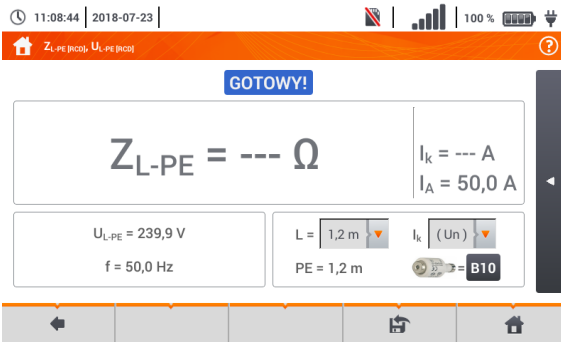
Rys. 3.5 Pomiar w układzie TN-C-S

2



Wybrać pozycję $Z_{L-PE(RCD)}$.

3



Pojawi się ekran pomiarowy.

Odczyty bieżące

U_{L-PE} – aktualne napięcie między przewodem fazowym a przewodem ochronnym
 f – aktualna częstotliwość na mierzonej obiekcie

4

Wprowadzić nastawy pomiaru zgodnie z rozdz. 3.4.1.

5



Aby wykonać pomiar, nacisnąć przycisk **START**.

6

11:09:47 | 2018-07-23

Z_{L-PE} (RCD), U_{L-PE} (RCD)

GOTOWY! 2018-07-23 11:09:36

Z_{L-PE} = 3,32 Ω ✔ **I_k = 69,4 A**
I_A = 50,0 A

U_{L-PE} = 239,9 V ✔
f = 50,0 Hz

L = 1,2 m ✔ I_k (Un) ✔
PE = 1,2 m ✔ B10

Odczytać wynik.

Z_{L-PE} – wynik główny
I_k – spodziewany prąd zwarcia wraz z sygnalizacją spełnienia kryterium dopuszczalnej pętli (**rozdz.**

3.4.1, krok ⑥):

- ✔ spełnione
- ✘ niespełnione
- ⊖ brak możliwości oceny

I_a – prąd zapewniający samoczynne zadziałanie wybranego urządzenia ochronnego w wymaganym czasie

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

7

11:10:06 | 2018-07-23

Z_{L-PE} (RCD), U_{L-PE} (RCD)

GOTOWY! 2018-07-23 11:09:36

Z_{L-PE} = 3,32 Ω ✔ **I_k = 69,4 A**
I_A = 50,0 A

U_{L-PE} = 239,5 V ✔
f = 50,0 Hz

L = 1,2 m ✔ I_k (Un) ✔
PE = 1,2 m ✔ B10

R = 3,31 Ω
X_L = 0,09 Ω
U_{L-PE} = 239,7 V
f = 50,0 Hz

R – rezystancja mierzonego obwodu

X_L – reaktancja mierzonego obwoduU_{L-PE} – napięcie względem przewodu ochronnego

f – częstotliwość

Wybranie paska chowa menu.

8

Ikona zapisać pomiar do pamięci miernika. Szczegółowy opis zarządzania pamięcią zawarto w **rozdz. 6.1.3**. Ostatni pomiar można przywołać ponownie ikoną .



- Pomiar trwa maksymalnie kilka sekund. Można go przerwać przyciskiem .
- W instalacjach, w których zostały zastosowane wyłączniki różnicowoprądowe o prądzie znamionowym 30 mA, może się zdarzyć, że suma prądów upływowych instalacji i prądu pomiarowego spowoduje wyłączenie RCD. Należy wtedy spróbować zmniejszyć prąd upływu badanej sieci (np. odłączając odbiorniki energii).
- Funkcja działa dla wyłączników różnicowoprądowych o prądzie znamionowym ≥ 30 mA.
- Wykonywanie dużej ilości pomiarów w krótkich odstępach czasu powoduje, że w mierniku może wydzielać się duża ilość ciepła. W związku z tym obudowa przyrządu może się rozgrzewać. Jest to zjawisko **normalne**. Ponadto miernik posiada zabezpieczenie przed osiągnięciem zbyt wysokiej temperatury.
- Po ok. 15 kolejnych pomiarach pętli zwarcia należy zaczekać do ostygnięcia przyrządu. Ograniczenie to jest spowodowane pomiarem dużym prądem i wielofunkcyjnością miernika.
- Minimalny **odstęp** między kolejnymi pomiarami wynosi **5 sekund**. Wyświetlenie komunikatu **GOTOWY!** informuje o możliwości wykonania kolejnego pomiaru. Do czasu wyświetlenia napisu miernik uniemożliwia wykonywanie pomiarów.

3.4.5 Spodziewany prąd zwarcioowy

Miernik mierzy impedancję pętli zwarcia Z_S , a wyświetlony prąd zwarcioowy jest wyliczany według wzoru:

$$I_k = \frac{U}{Z_S}$$

gdzie:

Z_S – zmierzona impedancja,

U – napięcie zależne od ustawień napięcia znamionowego sieci U_n (**rozdz. 3.4.1** punkt ④):

$I_k(U_n)$	$U = U_n$
$I_k(U_0)$	$U = U_0$ dla $U_0 < U_n$
	$U = U_n$ dla $U_0 \geq U_n$

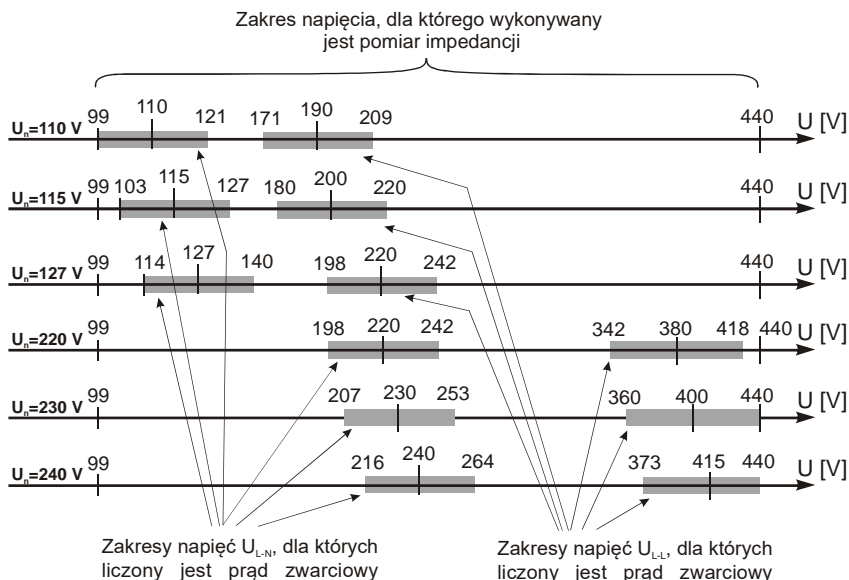
gdzie:

U_n – napięcie nominalne sieci,

U_0 – napięcie zmierzone przez miernik.

Na podstawie wybranego napięcia znamionowego U_n (**rozdz. 2.2.1**) miernik automatycznie rozpoznaje pomiar przy napięciu fazowym lub międzyfazowym i uwzględnia to w obliczeniach.

W przypadku, gdy napięcie mierzonej sieci jest poza zakresem tolerancji, miernik nie będzie w stanie określić właściwego napięcia znamionowego do obliczenia prądu zwarcioowego. W takim przypadku zamiast wartości prądu zwarcioowego wyświetlony zostanie odczyt – – -. Na **Rys. 3.6** przedstawiono zakresy napięć, dla których liczony jest prąd zwarcioowy.



Rys. 3.6 Zakresy napięcia pomiarowego

3.4.6 Impedancja pętli zwarcia w sieciach IT

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



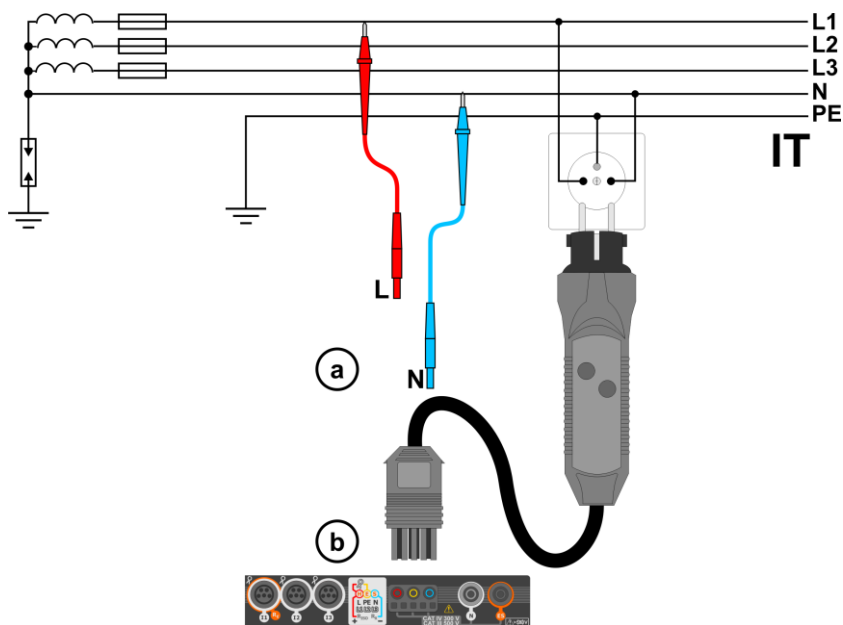
UWAGA!

- 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. 3.7**.

Sposób, w jaki należy dokonywać pomiarów pętli zwarcia, opisano w **rozdz. 3.4.2**.

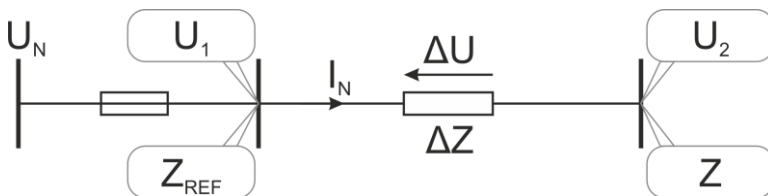
Zakres roboczy napięć: **95 V ... 440 V**.



Rys. 3.7 Pomiar w układzie IT

3.5 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).



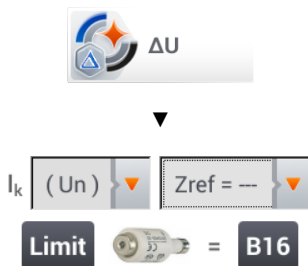
Spadek napięcia jest wyliczany zgodnie ze wzorem:

$$\Delta U = \frac{(Z - Z_{REF}) \cdot I_N}{U_N} \cdot 100\%$$

gdzie:

- Z – impedancja pętli zwarcia w punkcie docelowym,
- Z_{REF} – impedancja pętli zwarcia w punkcie referencyjnym,
- I_N – znamionowy prąd zabezpieczenia,
- U_N – znamionowe napięcie sieci.

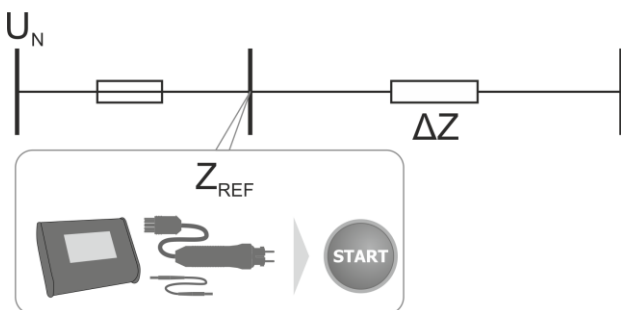
1



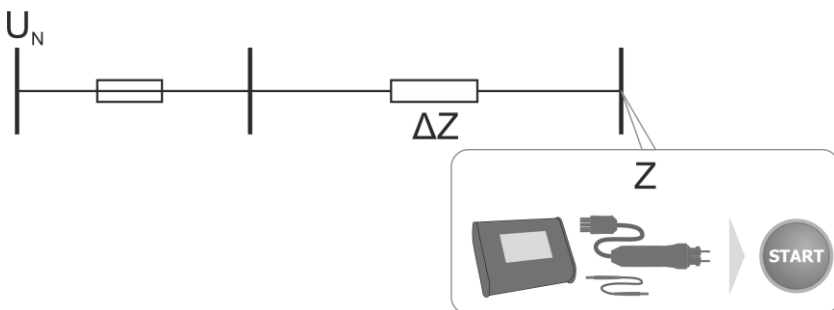
- Wybrać pozycję **ΔU**.
- Ustawieniem **Zref=---** wyzerować poprzedni pomiar, jeśli nie zostało to zrobione wcześniej.
- Wprowadzić **limit** spadku napięcia **ΔU_{MAX}**.
- Wprowadzić **typ zabezpieczenia** zabezpieczającego badany obwód.

2

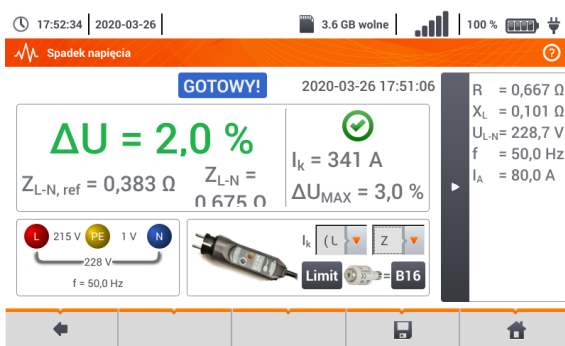
- Podłączyć miernik do punktu referencyjnego badanej sieci jak przy pomiarze Z_{L-N}.
- Nacisnąć **START**.



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



- 4 • Odczytać wynik.



ΔU – wynik główny wraz z sygnalizacją spełnienia kryterium ΔU_{MAX} :

- kolor **zielony**: $\Delta U \leq \Delta U_{MAX}$
- kolor **czerwony**: $\Delta U > \Delta U_{MAX}$

I_k – spodziewany prąd zwarcia

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

- R – rezystancja mierzonego obwodu
- X_L – reaktancja mierzonego obwodu
- U_{L-N} – napięcie względem przewodu neutralnego
- f – częstotliwość
- I_A – prąd zadziałania zabezpieczenia

Wybranie paska ▶ chowa menu.

- 5 Ikoną zapisać pomiar do pamięci miernika. Szczegółowy opis zarządzania pamięcią zawarto w **rozdz. 6.1.3**. Ostatni pomiar można przywołać ponownie ikoną .



Jeżeli Z_{REF} jest większa niż Z , to miernik wskazuje $\Delta U = 0\%$.

3.6 Rezystancja uziemienia

3.6.1 Ustawienia pomiarów

1  Wybrać pozycję **Rezystancja uziemienia R_E**.

2  Dotknąć menu rozwijane parametru **Un** (wybór napięcia pomiarowego).

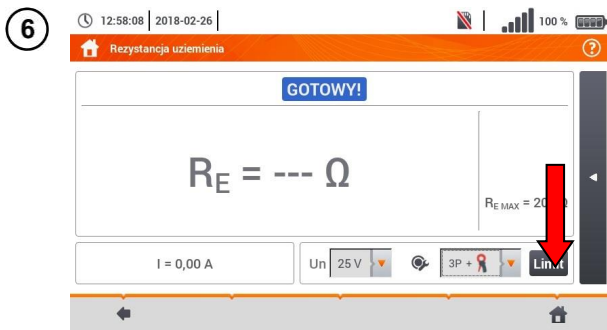
3  Wybrać z listy żądane napięcie pomiarowe.

4  Dotknąć menu rozwijane wyboru metody pomiarowej.

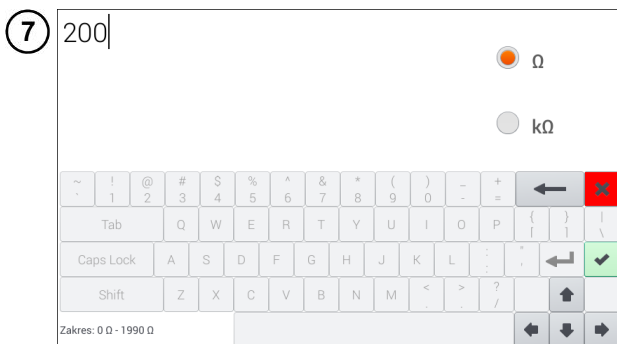


Dostępne metody pomiarowe

- o 3-przewodowa
- o 4-przewodowa
- o 3-przewodowa + cęgi odbiorcze
- o 2-cęgowa (cęgi nadawcze + odbiorcze)



Aby ustawić limit rezystancji, wybrać **Limit**.



- Wybrać jednostkę.
- Wprowadzić żądaną wartość limitu rezystancji:
 - o 0...1990 dla Ω,
 - o 0...2 dla kΩ.

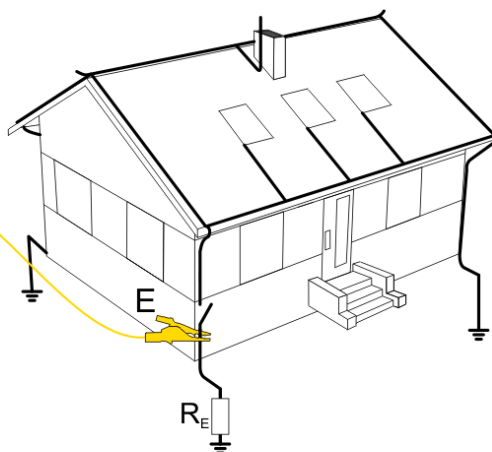
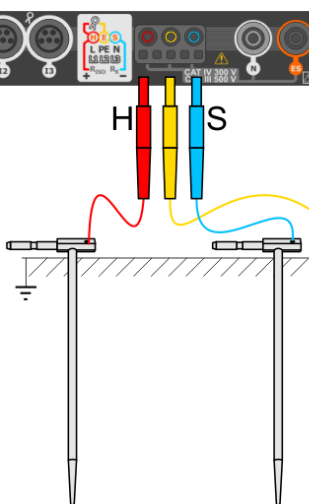
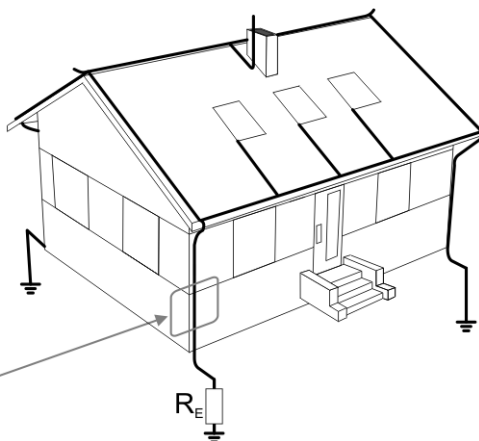
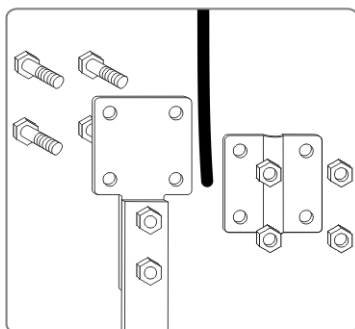
Funkcje ikon

- odrzucenie zmian i wyjście do poprzedniego ekranu
- akceptacja zmian

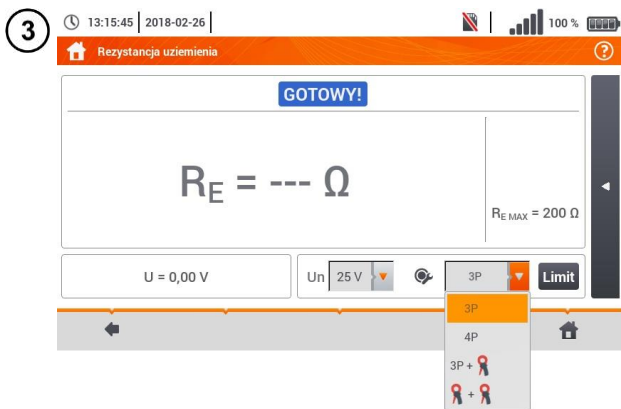
3.6.2 Pomiar rezystancji uziemień metodą trójbiegunową (R_E3P)

Podstawowym rodzajem pomiaru rezystancji uziemienia jest metoda trójprzewodowa.

1 Badany uziom odłączyć od instalacji obiektu



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



• W menu pomiarowym wybrać opcję 3P.

• Dobrać pozostałe nastawy zgodnie z rozdz. 3.6.1.



Miernik jest gotowy do pomiaru.

Odczyty bieżące

U – napięcie zakłócające, będące aktualnie na obiekcie

Limity

R_E MAX – aktualnie ustawiony limit rezystancji uziemienia




Aby uruchomić pomiar, nacisnąć **START**.

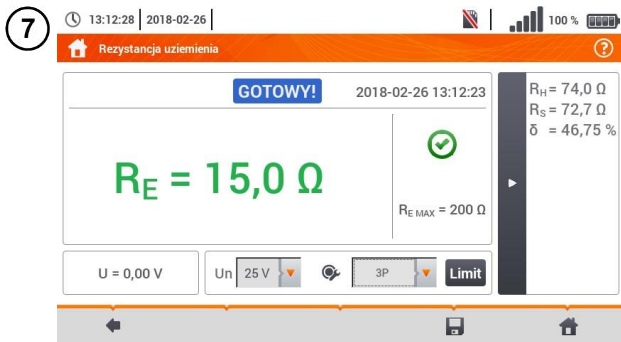


Odczytać wynik.

Kontrolki spełnienia limitu (rozdz. 3.6.1 krok 6)

- ✔️ wynik mieści się w ustawionym limicie
- ❌ wynik nie mieści się w ustawionym limicie
- ⊖ brak możliwości oceny

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





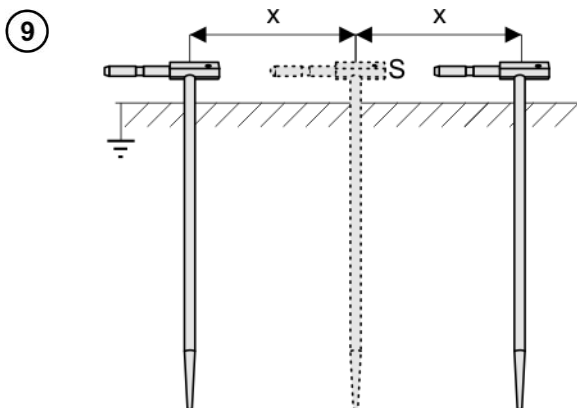
R_H – rezystancja elektrody prądowej

R_S – rezystancja elektrody napięciowej

δ – niepewność dodatkowa wnoszona przez rezystancję elektrod

Wybranie paska  chowa menu.

8 Ikoną  zapisać pomiar do pamięci miernika. Szczegółowy opis zarządzania pamięcią zawarto w **rozdz. 6.1.3**. Ostatni pomiar można przywołać ponownie ikoną .



Powtórzyci kroki **2** **5** **6** dla dwóch dodatkowych lokalizacji elektrody napięciowej **S**:

- **oddalonej** o pewną odległość od mierzonego uziomu,
- **zbliżonej** o taką samą odległość do mierzonego uziomu.

Procedura ma na celu potwierdzenie, że elektrodę **S** wbito w ziemię odniesienia. Jeżeli tak jest, **różnica wartości** R_E między pomiarem bazowym a każdym z dodatkowych **nie powinna** przekroczyć 3%.

Jeżeli wyniki pomiarów R_E różnią się od siebie o więcej niż 3%, to należy znacznie **zwiększyć odległość** elektrody prądowej od mierzonego uziomu i ponowić pomiar.




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.



- Zaleca się, aby badany **uziom** oraz elektrody **H** i **S** były umieszczone w jednej linii. Nie zawsze jest to możliwe ze względu na różne warunki terenowe. Na stronie www.sonel.pl oraz w literaturze branżowej omówiono szczególne przypadki rozmieszczenia sond.
- Należy zwrócić szczególną uwagę na jakość połączenia badanego obiektu z przewodem pomiarowym – miejsce kontaktowe musi być oczyszczone z farby, rdzy itp.
- Jeżeli **rezystancja sond** pomiarowych jest **zbyt duża**, pomiar uziomu R_E zostanie **obciążony dodatkową niepewnością**. Szczególnie duża niepewność pomiaru powstaje, gdy badana rezystancja jest niewielka, a sondy mają słaby kontakt z gruntem (sytuacja taka ma często miejsce, gdy uziom jest dobrze wykonany, ale górna część gleby jest sucha i słabo przewodząca). Wówczas stosunek rezystancji sond do rezystancji mierzonego uziemienia jest bardzo duży i zależąca od tego niepewność pomiaru δ również.
- Aby zmniejszyć niepewność pomiaru δ , można poprawić kontakt sondy z gruntem, np. poprzez:
 - o zwilżenie wodą miejsca wbicia sondy,
 - o wbicie sondy w innym miejscu
 - o zastosowanie sondy 80 cm.Należy również sprawdzić przewody pomiarowe, czy:
 - o nie jest uszkodzona izolacja
 - o kontakty przewód – wtyk bananowy – sonda nie są skorodowane lub poluzowane.W większości przypadków osiągnięta dokładność pomiarów jest wystarczająca, jednak zawsze należy mieć na uwadze wielkość niepewności, jaką obciążony jest pomiar.

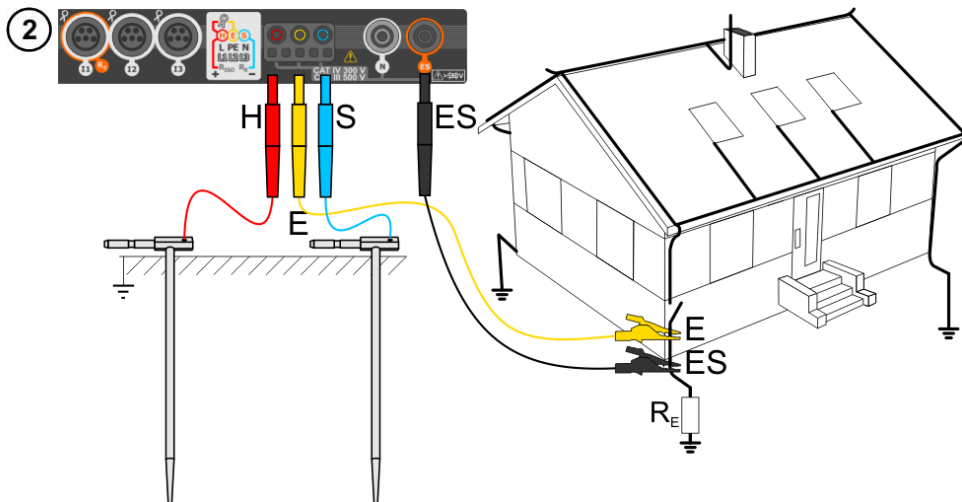
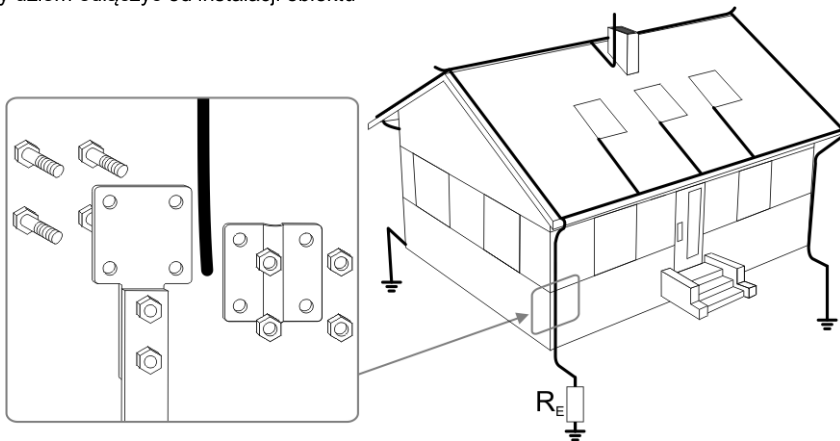
Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

GOTOWY!	Miernik gotowy do wykonania pomiaru.
W TOKU	Pomiar w toku.
NAPIĘCIE!	Zbyt wysokie napięcie na zaciskach miernika.
H!	Przerwa w obwodzie sondy prądowej.
S!	Przerwa w obwodzie sondy napięciowej.
$R_E > 1,99k\Omega$	Przekroczony zakres pomiarowy.
SZUM!	Zbyt mała wartość stosunku sygnał/szum (zbyt duży sygnał zakłócający).
LIMIT!	Błąd od rezystancji elektrod $> 30\%$ (do obliczenia niepewności brane są wartości zmierzone).
	Przerwa w obwodzie pomiarowym lub rezystancja sond pomiarowych większa niż $60k\Omega$.

3.6.3 Pomiar rezystancji uziemień metodą czteroprzewodową (R_{E4P})

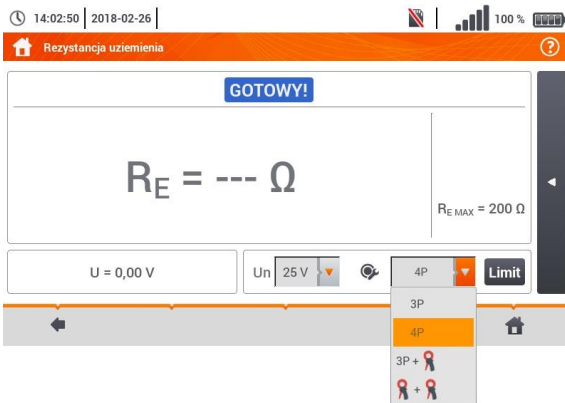
Metoda czterobiegunowa jest zalecana do stosowania przy pomiarach rezystancji uziemień o bardzo małych wartościach. Pozwala ona na eliminację wpływu rezystancji przewodów pomiarowych na wynik pomiaru. Nadaje się również do określania rezystywności gruntu, jednakże zaleca się, aby dla tego pomiaru zastosowano dedykowaną funkcję (**rozdz. 3.7**).

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



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

- Dobrać pozostałe ustawienia zgodnie z **rozd. 3.6.1**.

4



Miernik jest gotowy do pomiaru.

Odczyty bieżące

U – napięcie zakłócające, będące aktualnie na obiekcie

Limity

R_E MAX – aktualnie ustawiony limit rezystancji uziemienia

5



Aby uruchomić pomiar, nacisnąć **START**.

6

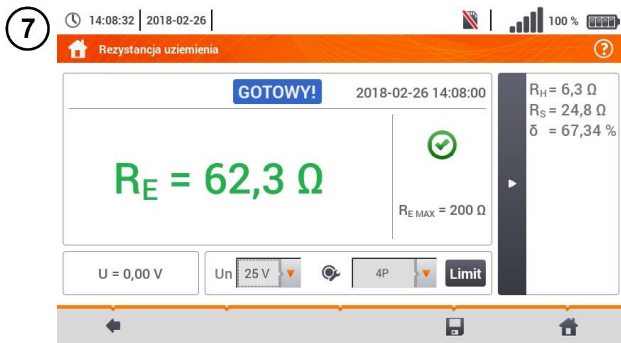


Odczytać wynik.

Kontrolki spełnienia limitu (**rozd. 3.6.1** krok **6**):

- ✔️ wynik mieści się w ustawionym limicie
- ❌ wynik nie mieści się w ustawionym limicie
- ⋯ brak możliwości oceny

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





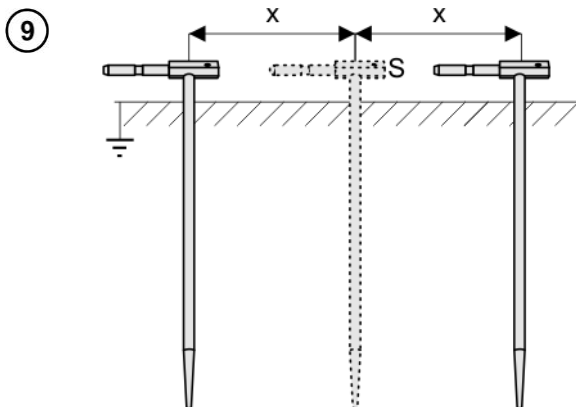
R_H – rezystancja elektrody prądowej

R_S – rezystancja elektrody napięciowej

δ – niepewność dodatkowa wnoszona przez rezystancję elektrod

Wybranie paska  chowa menu.

8 Ikoną  zapisać pomiar do pamięci miernika. Szczegółowy opis zarządzania pamięcią zawarto w **rozdz. 6.1.3**. Ostatni pomiar można przywołać ponownie ikoną .



Powtórzyć kroki **2** **5** **6** dla dwóch dodatkowych lokalizacji elektrody napięciowej:

- **oddalonej** o pewną odległość od mierzonego uziomu,
- **zbliżonej** o taką samą odległość do mierzonego uziomu.

Procedura ma na celu potwierdzenie, że elektrodę **S** wbito w ziemię odniesienia. Jeżeli tak jest, **różnica wartości** R_E między pomiarem bazowym a każdym z dodatkowych **nie powinna** przekroczyć 3%.

Jeżeli wyniki pomiarów R_E różnią się od siebie o więcej niż 3%, to należy znacznie **zwiększyć odległość** elektrody prądowej od mierzonego uziomu i ponowić pomiar.




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.



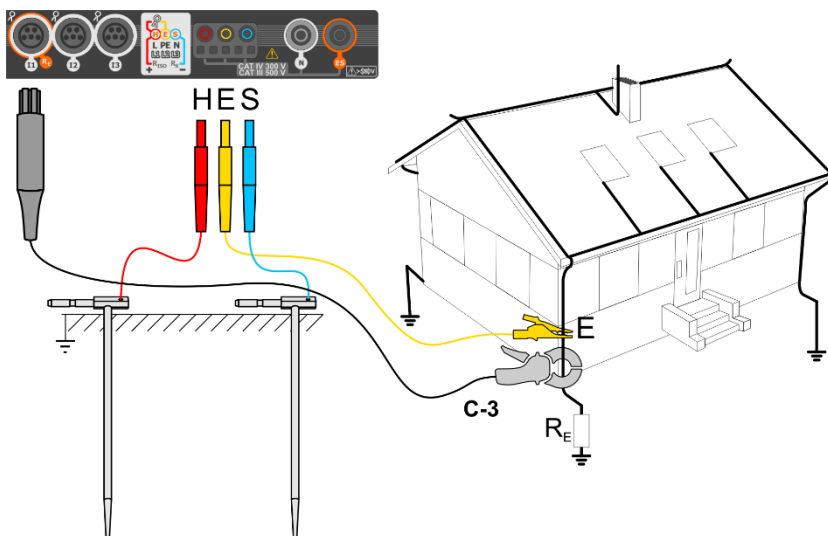
- Zaleca się, aby badany **uziom** oraz elektrody **H** i **S** były umieszczone w jednej linii. Nie zawsze jest to możliwe ze względu na różne warunki terenowe. Na stronie www.sonel.pl oraz w literaturze branżowej omówiono szczególne przypadki rozmieszczenia sond.
- Należy zwrócić szczególną uwagę na jakość połączenia badanego obiektu z przewodem pomiarowym – miejsce kontaktowe musi być oczyszczone z farby, rdzy itp.
- Jeżeli **rezystancja sond** pomiarowych jest **zbyt duża**, pomiar uziomu R_E zostanie **obarczony dodatkową niepewnością**. Szczególnie duża niepewność pomiaru powstaje, gdy badana rezystancja jest niewielka, a sondy mają słaby kontakt z gruntem (sytuacja taka ma często miejsce, gdy uziom jest dobrze wykonany, ale górna część gleby jest sucha i słabo przewodząca). Wówczas stosunek rezystancji sond do rezystancji mierzonego uziemienia jest bardzo duży i zależąca od tego niepewność pomiaru δ również. Wówczas, zgodnie ze wzorami z **rozd. 11.4.4**, można dokonać obliczeń, które pozwolą oszacować wpływ warunków pomiarowych.
- Aby zmniejszyć niepewność pomiaru δ , można poprawić kontakt sondy z gruntem, np. poprzez:
 - o zwilżenie wodą miejsca wbicia sondy,
 - o wbicie sondy w innym miejscu
 - o zastosowanie sondy 80 cm.Należy również sprawdzić przewody pomiarowe, czy:
 - o nie jest uszkodzona izolacja
 - o kontakty: przewód – wtyk bananowy – sonda nie są skorodowane lub poluzowane.W większości przypadków osiągnięta dokładność pomiarów jest wystarczająca, jednak zawsze należy mieć na uwadze wielkość niepewności, jaką obarczony jest pomiar.

Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

GOTOWY!	Miernik gotowy do wykonania pomiaru.
W TOKU	Pomiar w toku.
NAPIĘCIE!	Zbyt wysokie napięcie na zaciskach miernika.
H!	Przerwa w obwodzie sondy prądowej.
S!	Przerwa w obwodzie sondy napięciowej.
RE>1,99kΩ	Przekroczony zakres pomiarowy.
SZUM!	Zbyt mała wartość stosunku sygnał/szum (zbyt duży sygnał zakłócający).
LIMIT!	Błąd od rezystancji elektrod > 30% (do obliczenia niepewności brane są wartości zmierzone).
	Przerwa w obwodzie pomiarowym lub rezystancja sond pomiarowych większa niż 60 kΩ.

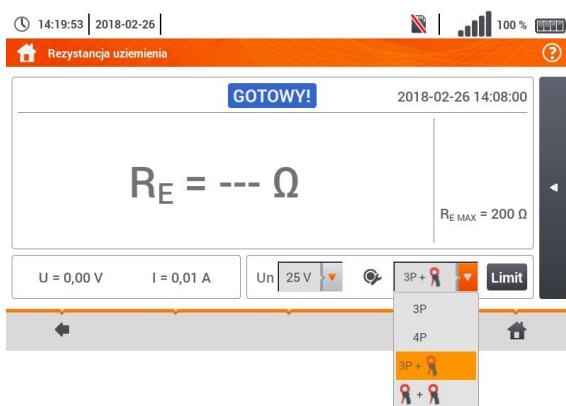
3.6.4 Pomiar rezystancji uziemień metodą trójbiegunową z dodatkowymi cęgami (R_E3P+C)

1



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

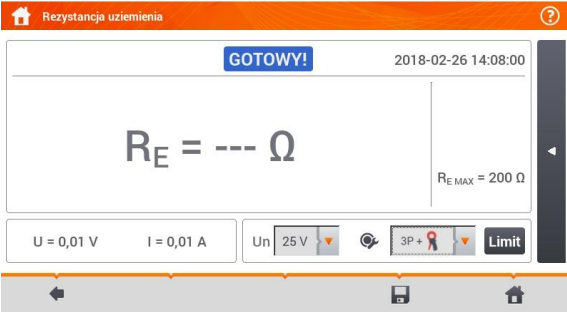
2



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

Dobrać pozostałe ustawienia zgodnie z **rozdz. 3.6.1**.

3 14:24:53 | 2018-02-26 | 100% Miernik jest gotowy do pomiaru.



Rezystancja uziemienia

GOTOWY! 2018-02-26 14:08:00

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

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

U = 0,01 V I = 0,01 A Un 25 V 3P+ Limit

Odczyty bieżące
U – napięcie zakłócające, będące aktualnie na obiekcie
I – prąd zakłócający, płynący aktualnie przez obiekt

Limity
R_{E MAX} – aktualnie ustawiony limit rezystancji uziemienia

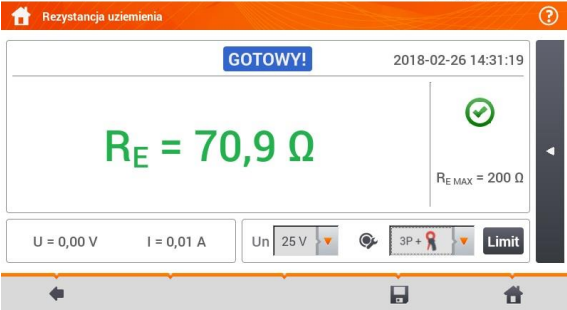
4



START

Aby uruchomić pomiar, naciśnięć **START**.

5 14:31:25 | 2018-02-26 | 100% Odczytać wynik.






Rezystancja uziemienia


GOTOWY! 2018-02-26 14:31:19

$R_E = 70,9 \Omega$

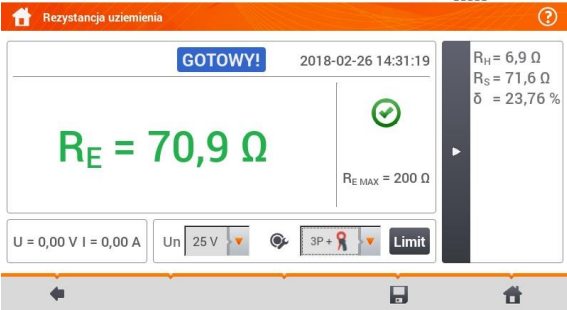
$R_{E \text{ MAX}} = 200 \Omega$

U = 0,00 V I = 0,01 A Un 25 V 3P+ Limit

Kontrolki limitu (rozd. 3.6.1 krok 6)
 wynik mieści się w ustawionym limicie
 wynik nie mieści się w ustawionym limicie
 brak możliwości oceny

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

6 14:32:16 | 2018-02-26 | 100%



Rezystancja uziemienia

GOTOWY! 2018-02-26 14:31:19


$R_E = 70,9 \Omega$



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

U = 0,00 V I = 0,00 A Un 25 V 3P+ Limit

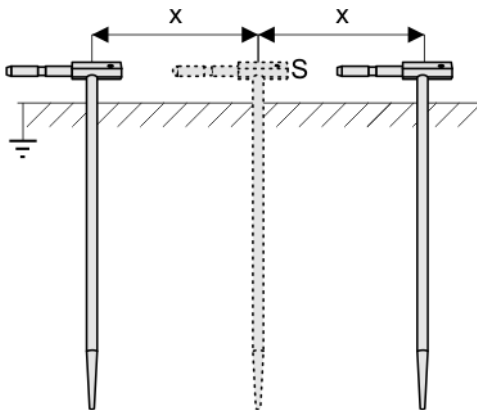
$R_H = 6,9 \Omega$
 $R_S = 71,6 \Omega$
 $\delta = 23,76 \%$

R_H – rezystancja elektrody prądowej
R_S – rezystancja elektrody napięciowej
δ – niepewność dodatkowa wnoszona przez rezystancję elektrod

Wybranie paska  chowa menu.

7 Ikoną  zapisać pomiar do pamięci miernika. Szczegółowy opis zarządzania pamięcią zawarto w **rozd. 6.1.3**. Ostatni pomiar można przywołać ponownie ikoną .

8



Powtórzyć kroki ②⑤⑥ dla dwóch dodatkowych lokalizacji elektrody napięciowej:

- **oddalonej** o pewną odległość od mierzonego uziomu,
- **zbliżonej** o taką samą odległość do mierzonego uziomu.

Procedura ma na celu potwierdzenie, że elektrodę **S** wbito w ziemię odniesienia. Jeżeli tak jest, **różnica wartości** R_E między pomiarem bazowym a każdym z dodatkowych **nie powinna** przekroczyć 3%.

Jeżeli wyniki pomiarów R_E różnią się od siebie o więcej niż 3%, to należy znacznie **zwiększyć odległość** elektrody prądowej od mierzonego uziomu i ponowić pomiaru.



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.**



- Zaleca się, aby badany **uziom** oraz elektrody **H** i **S** były umieszczone w jednej linii. Nie zawsze jest to możliwe ze względu na różne warunki terenowe. Na stronie www.sonel.pl oraz w literaturze branżowej omówiono szczególne przypadki rozmieszczenia sond.
 - Do pomiaru należy stosować **cegi C-3**.
 - Maksymalny prąd zakłócający: 1 A.
 - Należy zwrócić szczególną uwagę na jakość połączenia badanego obiektu z przewodem pomiarowym – miejsce kontaktowe musi być oczyszczone z farby, rdzy itp.
 - Jeżeli **rezystancja sond** pomiarowych jest **zbyt duża**, pomiar uziomu R_E zostanie **obciążony dodatkową niepewnością**. Szczególnie duża niepewność pomiaru powstaje, gdy mierzymy małą wartość rezystancji uziemienia sondami o słabym kontakcie z gruntem (sytuacja taka ma często miejsce, gdy uziom jest dobrze wykonany, a górna część gleby jest sucha i słabo przewodząca). Wówczas stosunek rezystancji sond do rezystancji mierzonego uziemienia jest bardzo duży i zależąca od tego niepewność pomiaru również. Wówczas, zgodnie ze wzorami z **rozd. 11.4.4**, można dokonać obliczeń, które pozwolą oszacować wpływ warunków pomiarowych. Aby zmniejszyć niepewność pomiaru δ , można poprawić kontakt sondy z gruntem, np. poprzez:
 - o zwilżenie wodą miejsca wbicia sondy,
 - o wbicie sondy w innym miejscu,
 - o zastosowanie sondy 80 cm.
- Należy również sprawdzić przewody pomiarowe, czy:

- o nie jest uszkodzona izolacja
 - o kontakty: przewód – wtyk bananowy – sonda nie są skorodowane lub poluzowane.
- W większości przypadków osiągnięta dokładność pomiarów jest wystarczająca, jednak zawsze należy mieć na uwadze wielkość niepewności, jaką obarczony jest pomiar.
- Kalibracja wykonana przez producenta nie uwzględnia rezystancji przewodów pomiarowych. Wynik wyświetlany przez miernik jest sumą rezystancji obiektu mierzonego i rezystancji przewodów.

Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

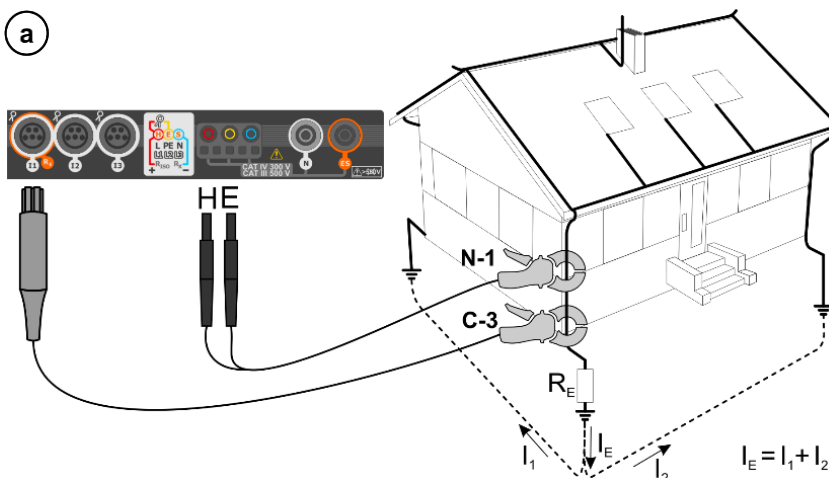
GOTOWY!	Miernik gotowy do wykonania pomiaru.
W TOKU	Pomiar w toku.
NAPIĘCIE!	Zbyt wysokie napięcie na zaciskach miernika.
$R_E > 1,99 k\Omega$	Przekroczony zakres pomiarowy.
SZUM!	Zbyt mała wartość stosunku sygnał/szum (zbyt duży sygnał zakłócający).
LIMIT!	Błąd od rezystancji elektrod $> 30\%$ (do obliczenia niepewności brane są wartości zmierzone).
	Przerwa w obwodzie pomiarowym lub rezystancja sond pomiarowych większa niż 60 k Ω .
H!	Przerwa w obwodzie sondy prądowej.
S!	Przerwa w obwodzie sondy napięciowej.
	Zbyt mały prąd pomiarowy.
	Brak ciągłości w obwodzie cęgów prądowych.

3.6.5 Pomiar rezystancji uziemień metodą dwucęgową (2C)

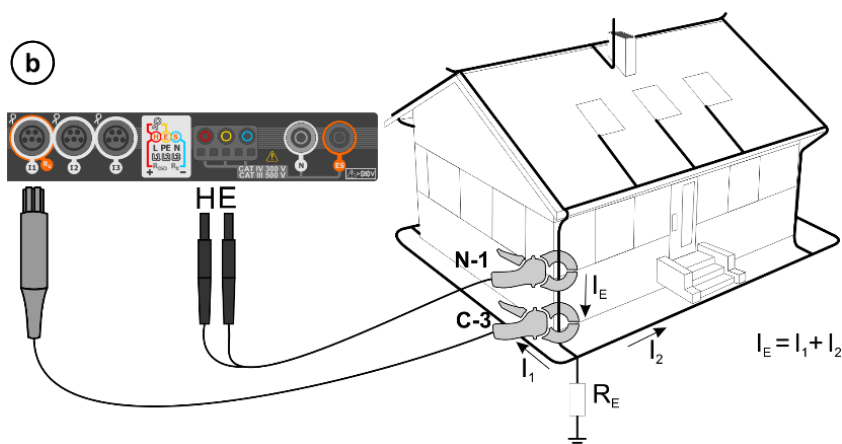


- Pomiar dwucęgowy znajduje zastosowanie tam, gdzie nie ma możliwości użycia elektrod wbijanych w ziemię.
- Metodę dwucęgową można stosować tylko przy pomiarze **uziemień wielokrotnych** (konieczność zapewnienia drogi powrotnej dla prądu probierczego).
- W przypadku uziomów otokowych (krok 1) wariant (b) metoda pozwala **wyłącznie na stwierdzenie ciągłości** mierzonego punktu uziomu z resztą tego uziomu.

1 a



b



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



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

• Dobrać pozostałe ustawienia wg z **rozdz. 3.6.1**.



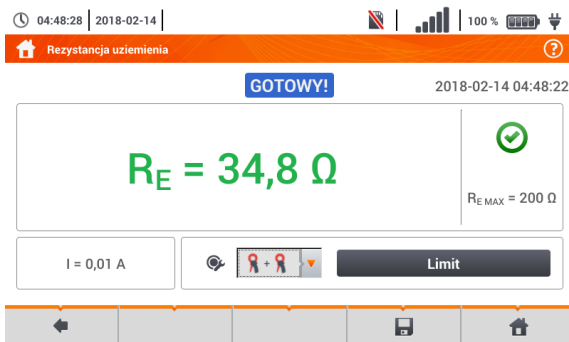
Miernik jest gotowy do pomiaru.

Odczyty bieżące
I – prąd zakłócający, płynący aktualnie przez obiekt

Limity
R_E MAX – aktualnie ustawiony limit rezystancji uziemienia








Aby uruchomić pomiar, nacisnąć **START**.



Odczytać wynik.

Kontrolki limitu
(**rozdz. 3.6.1** krok **6**)



-  wynik mieści się w ustawionym limicie
-  wynik nie mieści się w ustawionym limicie
-  brak możliwości oceny

5 Ikoną  zapisać pomiar do pamięci miernika. Szczegółowy opis zarządzania pamięcią zawarto w **rozdz. 6.1.3**. Ostatni pomiar można przywołać ponownie ikoną .



- Pomiaru mogą być wykonywane w obecności prądu zakłócającego o wartości nie przekraczającej 1 A RMS i częstotliwości zgodnej z ustawioną w podmenu **Ustawienia pomiarów** (rozdz. 2.2.1 krok ①).
- Do pomiaru należy stosować cęgi N-1 jako nadawcze i C-3 jako odbiorcze.
- Jeżeli prąd cęgów pomiarowych jest zbyt mały, miernik wyświetla stosowny komunikat: „**Prąd zmierzony cęgami jest zbyt mały. Pomiar niemożliwy!**”.
- Maksymalny prąd zakłócający: 1 A.

Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

GOTOWY!	Miernik gotowy do wykonania pomiaru.
W TOKU	Pomiar w toku.
Re>99,9Ω	Przekroczony zakres pomiarowy.
SZUM!	Zbyt mała wartość stosunku sygnał/szum (zbyt duży sygnał zakłócający).
LIMIT!	Błąd od rezystancji elektrod > 30% (do obliczenia niepewności brane są wartości zmierzone).
	Zbyt mały prąd pomiarowy.
	Brak ciągłości w obwodzie cęgów prądowych.

3.7 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 uziemia, zawiera jednak dodatkową procedurę wpisywania odległości pomiędzy elektrodami. Wynikiem pomiaru jest wartość rezystywności obliczana automatycznie według wzoru stosowanego w metodzie pomiarowej Wennera:

$$\rho = 2\pi LR_E$$

gdzie:

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

R_E – zmierzona rezystancja.

3.7.1 Ustawienia pomiarów

1



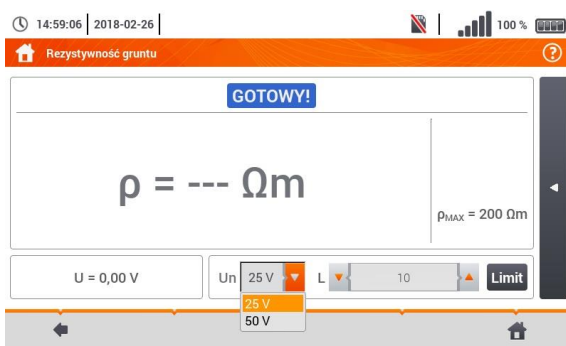
Wybrać pozycję **Rezystywność gruntu**.

2



Dotknąć menu rozwijane parametru **Un** (wybór napięcia pomiarowego).

3



Wybrać z listy żądane napięcie pomiarowe.

4 14:54:44 | 2018-02-26 | 100% Aby ustawić limit rezystywności gruntu, wybrać **Limit**.



5 200

- Wybrać jednostkę.
 - Wprowadzić żadaną wartość limitu rezystancji
 - o **Ωm**: 0...99 900,
 - o **kΩm**: 0...100.

Funkcje ikon

- odrzucenie zmian i wyjście do poprzedniego ekranu
- akceptacja zmian

3.7.2 Główne elementy ekranu



Wybrać pozycję **Rezystywność gruntu**.



Pojawi się ekran pomiarowy.

Odczyty bieżące
U – napięcie zakłócające

Limity
ρ_{MAX} – limit rezystywności gruntu

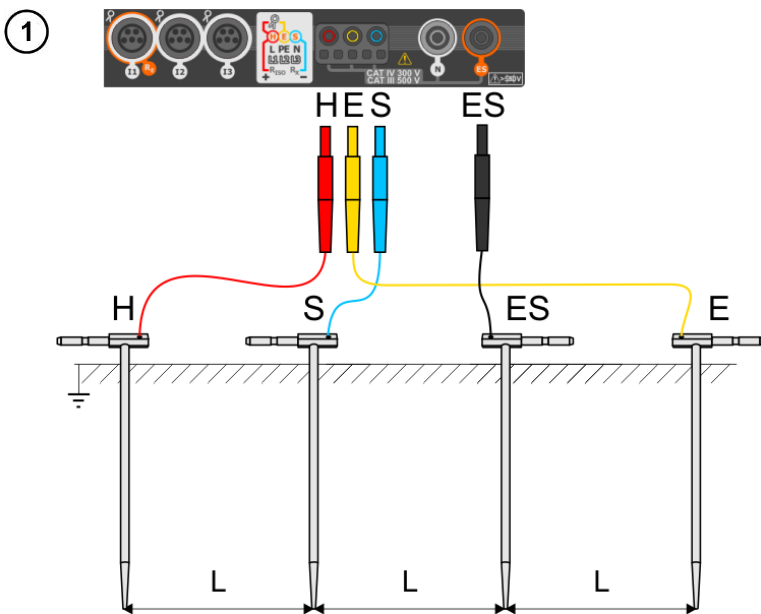
Po wybraniu paska po prawej stronie ekranu wysunie się menu z dodatkowymi wynikami pomiaru.



R_H – rezystancja elektrody prądowej
 R_S – rezystancja elektrody napięciowej
 δ – niepewność dodatkowa wnoszona przez rezystancję elektrod

Wybranie paska ► chowa menu.

3.7.3 Pomiary rezystywności gruntu (ρ)



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

2

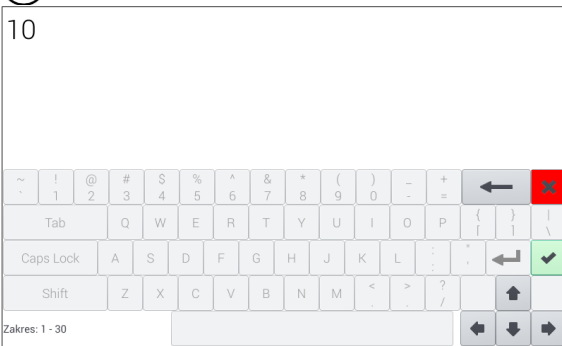


- Wywołać menu pomiarowe.
- Dobrać pozostałe nastawy zgodnie z rozdz. 3.7.1.



3





a



Ustawić odległość **L** między elektrodami pomiarowymi:

- a) strzałkami  ,
- b) z klawiatury po dotknięciu pola z wartością odległości (zakres 1...30 m)

Funkcje ikon

-  odrzucenie zmian i wyjście do poprzedniego ekranu
-  akceptacja zmian

4



Miernik jest gotowy do pomiaru.

5



Aby uruchomić pomiar, nacisnąć **START**.

6



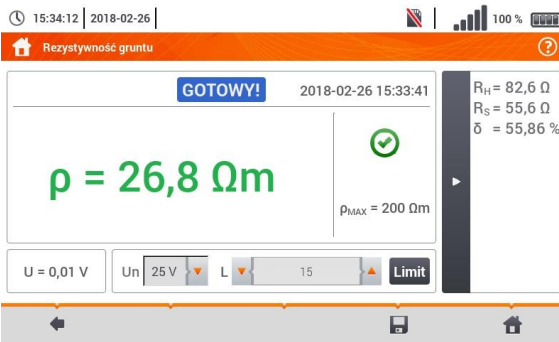
Odczytać wynik.

Kontrolki spełnienia limitu (**rozdz. 3.7.1** krok (4)):

- wynik mieści się w ustawionym limicie
- wynik nie mieści się w ustawionym limicie
- brak możliwości oceny

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

7



R_H – rezystancja elektrody prądowej

R_S – rezystancja elektrody napięciowej

δ – niepewność dodatkowa wnoszona przez rezystancję elektrod

Wybranie paska chowa menu.

8

Ikoną zapisać pomiar do pamięci miernika. Szczegółowy opis zarządzania pamięcią zawarto w **rozdz. 6.1.3**. Ostatni pomiar można przywołać ponownie ikoną .



OSTRZEŻENIE

- Pomiar rezystywności 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.



- W obliczeniach przyjmuje się, że odległości pomiędzy poszczególnymi elektrodami pomiarowymi są równe (metoda Wennera). Jeśli tak nie jest, należy wykonać pomiar rezystancji uziemień metodą czterobiegunową i wyliczyć wartość rezystywności ze wzoru:

$$\rho = 2\pi LR_E$$

gdzie:


L – odległość między elektrodami

R_E – zmierzona rezystancja

- Należy zwrócić szczególną uwagę na jakość połączenia badanego obiektu z przewodem pomiarowym – miejsce kontaktowe musi być oczyszczone z farby, rdzy itp.
- Jeżeli **rezystancja sond** pomiarowych jest **zbyt duża**, pomiar rezystywności zostanie **obarczony dodatkową niepewnością**. Szczególnie duża niepewność pomiaru powstaje, gdy mierzymy małą wartość rezystancji sondami o słabym kontakcie z gruntem. Wówczas stosunek rezystancji sond do mierzonej rezystancji jako składowej wzoru do obliczania rezystywności jest bardzo duży i zależna od tego niepewność pomiaru również. Wówczas, zgodnie ze wzorami z **rozdz. 11.4.4**, można dokonać obliczeń, które pozwolą oszacować wpływ warunków pomiarowych.
- Aby zmniejszyć niepewność pomiaru δ , można poprawić kontakt sondy z gruntem, np. poprzez:
 - o zwilżenie wodą miejsca wbicia sondy,
 - o wbicie sondy w innym miejscu
 - o zastosowanie sondy 80 cm.Należy również sprawdzić przewody pomiarowe, czy:
 - o nie jest uszkodzona izolacja
 - o kontakty: przewód – wtyk bananowy – sonda nie są skorodowane lub poluzowane.

W większości przypadków osiągnięta dokładność pomiarów jest wystarczająca, jednak zawsze należy mieć na uwadze wielkość niepewności, jaką obarczony jest pomiar.

Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

GOTOWY!	Miernik gotowy do wykonania pomiaru.
W TOKU	Pomiar w toku.
NAPIĘCIE!	Zbyt wysokie napięcie na zaciskach miernika.
H!	Przerwa w obwodzie sondy prądowej.
S!	Przerwa w obwodzie sondy napięciowej.
RE>1,99kΩ	Przekroczony zakres pomiarowy.
SZUM!	Zbyt mała wartość stosunku sygnał/szum (zbyt duży sygnał zakłócający).
LIMIT!	Błąd od rezystancji elektrod > 30% (do obliczenia niepewności brane są wartości zmierzone).
	Przerwa w obwodzie pomiarowym lub rezystancja sond pomiarowych większa niż 60 kΩ.

3.8 Parametry wyłączników różnicowoprądowych RCD



Pomiar U_B , R_E odbywa się zawsze prądem sinusoidalnym $0,4 I_{\Delta n}$ niezależnie od ustawień kształtu i krotności $I_{\Delta n}$.

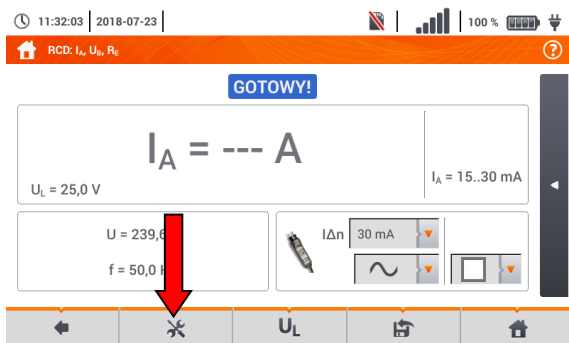
3.8.1 Ustawienia pomiarów

1



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

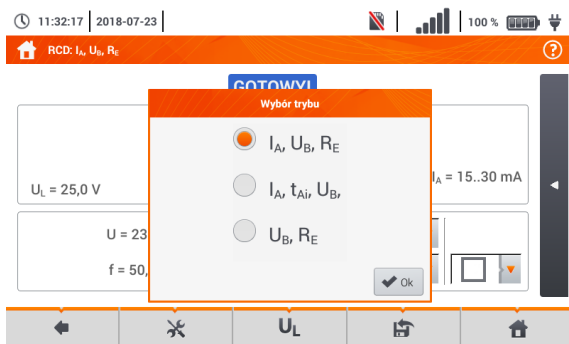
2



Ikona ✘ określić wyświetlane składowe pomiaru:

- a) jeżeli wybrano **RCD I_A** ,
- b) jeżeli wybrano **RCD t_A** .

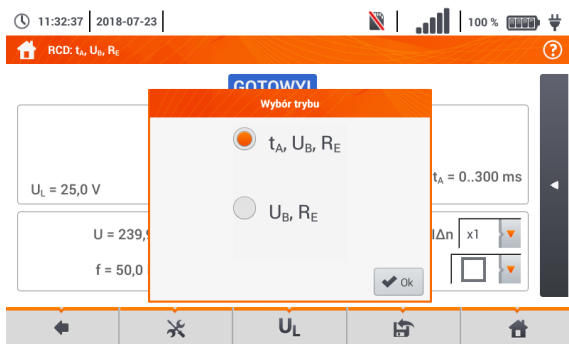
3a



Dla **RCD I_A** dostępne są parametry:

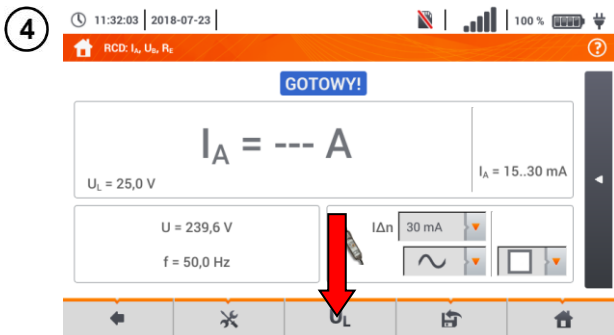
I_A – prąd zadziałania RCD,
 U_B – napięcie zmierzone na PE,
 R_E – ciągłość PE,
 t_{A_i} – czas zadziałania RCD podczas pomiaru prądu zadziałania.

3b

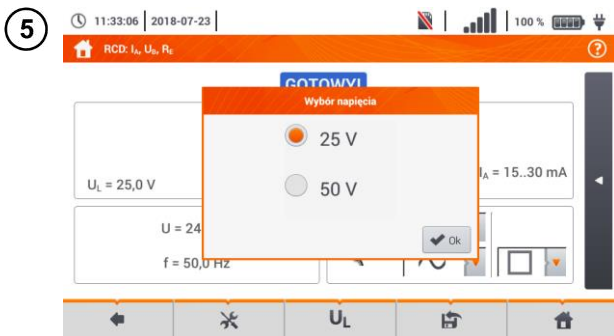


Dla **RCD t_A** dostępne są parametry:

U_B – napięcie zmierzone na PE,
 R_E – ciągłość PE,
 t_A – czas zadziałania RCD przy podaniu krotności znamionowego prądu różnicowego.



Wybrać U_L , aby określić napięcie pomiarowe.

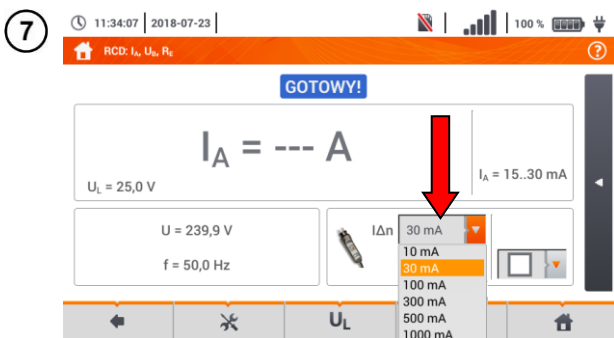


Wybrać z listy żądane napięcie pomiarowe.



Jeżeli w kroku ① wybrano tryb **RCD t_A** , ustawić prąd wymuszany w badaniu RCD.

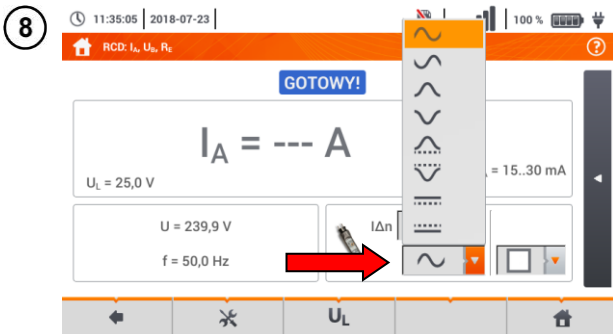
Ustawiany prąd jest krotnością znamionowego prądu różnicowego badanego wyłącznika.



Poprawność oceny sprawności badanego wyłącznika jest uzależniona od jego znamionowego prądu różnicowego.

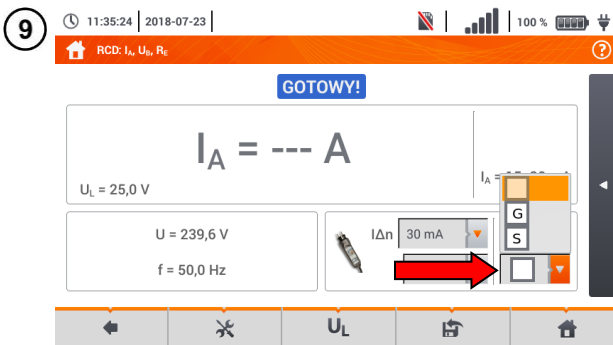
W menu dostępne są znamionowe prądy różnicowe wyłączników RCD.

- Dotknąć pole listy rozwijanej.
- Wybrać prąd różnicowy badanego wyłącznika.



W menu można wybrać kształt prądu, jakim badany będzie wyłącznik RCD.

- Dotknąć pole listy rozwijanej.
- Wybrać kształt prądu pomiarowego.



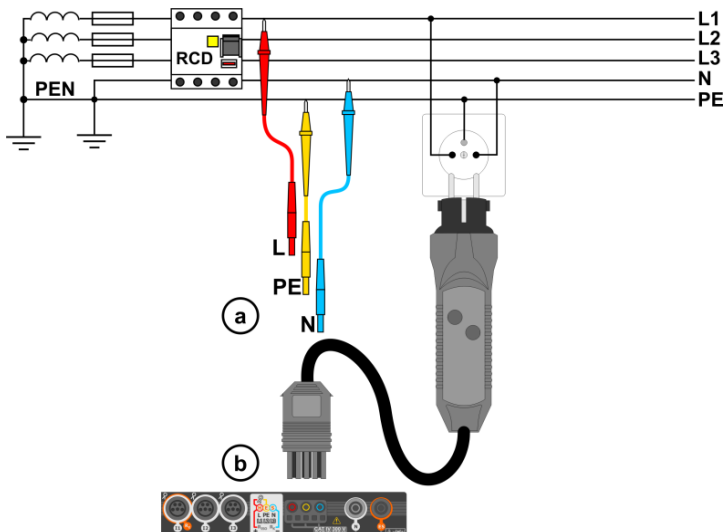
Określić typ wyłącznika.

Dostępne podtypy wyłączników

- ogólnego przeznaczenia
- G krótkowłóczy
- S selektywny

3.8.2 Prąd zadziałania RCD

1 Podłączyć przyrząd do instalacji wg rysunku.



2



Wybrać pozycję **RCD I_A**.

3 Wprowadzić nastawy pomiarowe zgodnie z **rozdz. 3.8.1**.

4



Miernik jest gotowy do pomiaru.

Odczyty bieżące

U – napięcie między przewodem fazowym L a PE

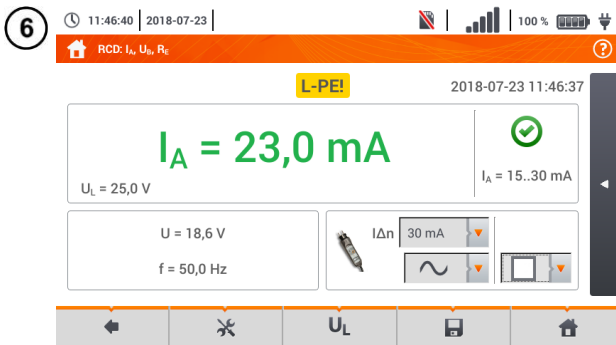
f – częstotliwość sieciowa w badanym obwodzie

5



Aby uruchomić pomiar, nacisnąć **START**.

Aby anulować pomiar, wybrać na ekranie ikonę .



Odczytać wynik.

Ocena wyniku pomiaru

kolor **zielony**:

$$0,5 I_{\Delta n} < I_A \leq I_{\Delta n}$$

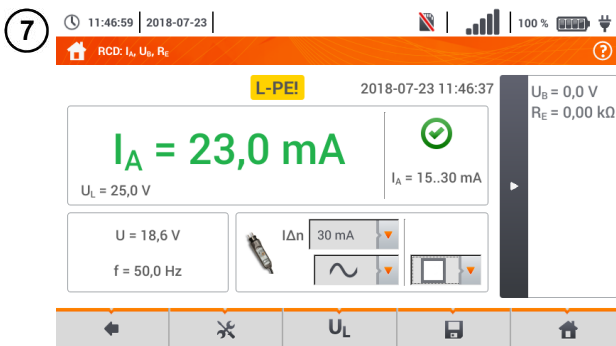
kolor **czerwony**:

$$I_A \leq 0,5 I_{\Delta n}$$

lub

$$I_A > I_{\Delta n}$$

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





W zależności od wyboru dokonanego w rozdz. 3.8.1 krok (2) wyświetlą się niektóre z poniższych parametrów:

U_B – napięcie zmierzone na PE,

R_E – ciągłość PE,

t_A – czas zadziałania RCD przy przepływnie prądu wyłączającego badany RCD.

Wybranie paska ▶ chowa menu.

8 Ikoną  zapisać pomiar do pamięci miernika. Szczegółowy opis zarządzania pamięcią zawarto w rozdz. 6.1.3. Ostatni pomiar można przywołać ponownie ikoną .



- Pomiar czasu zadziałania t_{Ai} (t_A mierzone podczas pomiaru I_A) **nie jest dostępny** dla wyłączników selektywnych.
- Pomiar czasu zadziałania t_{Ai} **nie jest wykonywany** zgodnie z wymaganiami odpowiednich norm (czyli **przy prądzie nominalnym** wyłącznika RCD $I_{\Delta n}$), lecz **przy prądzie I_A** zmierzonym i wyświetlonym w czasie jego pomiaru. W większości przypadków, gdzie nie jest wymagany pomiar ściśle wg normy, może być brany pod uwagę do oceny poprawności funkcjonowania zabezpieczenia RCD w określonej instalacji. Jeżeli zmierzone I_A jest mniejsze od $I_{\Delta n}$ (najczęstszy przypadek), to czas zadziałania t_{Ai} będzie zwykle dłuższy od czasu zadziałania zmierzonego w funkcji t_A , która mierzy czas przy prądzie $I_{\Delta n}$:

$$I_A < I_{\Delta n} \Rightarrow t_{Ai} > t_A$$

gdzie:

$$t_{Ai} = f(I_{\Delta n})$$

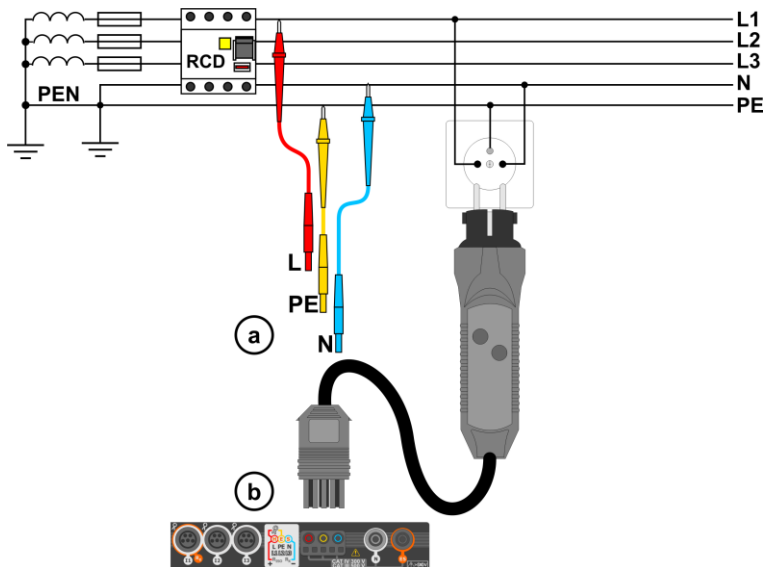
Jeżeli więc czas t_{Ai} jest poprawny (nie jest zbyt długi), to można uznać, że czas mierzonego w funkcji t_A byłby również poprawny (nie byłby dłuższy).

Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

W TOKU	Pomiar w toku.
$U_B > U_L!$	Napięcie dotykowe przekracza ustawioną wartość progową U_L .
GOTOWY!	Miernik gotowy do wykonania pomiaru.
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} jest niepoprawne do wykonania pomiaru.
L ↔ N	Faza podłączona do zacisku N zamiast L (np. zamiana L i N w gniazdku sieciowym).
f!	Częstotliwość sieci jest poza zakresem 45...65 Hz.
PE!	Niepoprawnie podłączony przewód PE.
BŁĄD!	Błąd pomiaru.
$U > 500V!$	Na zaciskach pomiarowych przed pomiarem napięcie przekracza 500 V.

3.8.3 Czas zadziałania RCD

- 1 Podłączyć przyrząd do instalacji wg rysunku.



- 2

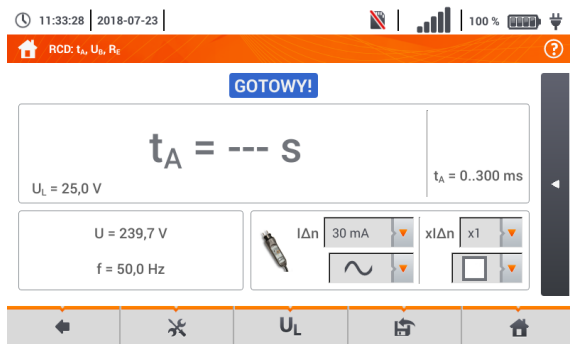


Wybrać pozycję **RCD t_A**.

- 3

Wprowadzić nastawy pomiarowe zgodnie z rozdz. 3.8.1

- 4



Miernik jest gotowy do pomiaru.

Odczyty bieżące

U – napięcie między przewodem fazowym L a PE

f – częstotliwość sieciowa w badanym obwodzie

- 5



Aby uruchomić pomiar, nacisnąć **START**.

6 11:47:52 | 2018-07-23 | RCD: t_A , U_L , R_E Odczytać wynik – czas zadziałania RCD t_A .



Ocena wyniku pomiaru

kolor **zielony**:

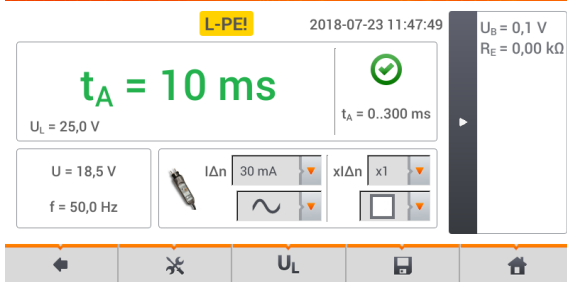
$$t_A \leq t_{dop}$$

kolor **czerwony**:

$$t_A > t_{dop}$$

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



7 11:48:09 | 2018-07-23 | RCD: t_A , U_L , R_E W zależności od wyboru dokonanego w rozdz. 3.8.1 krok 2) wyświetlą się niektóre z poniższych parametrów:



U_B – napięcie zmierzone na PE,

R_E – ciągłość PE.

Wybranie paska ▶ chowa menu.

8 Ikoną  zapisać pomiar do pamięci miernika. Szczegółowy opis zarządzania pamięcią zawarto w rozdz. 6.1.3. Ostatni pomiar można przywołać ponownie ikoną .

Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

W TOKU	Pomiar w toku.
U_B>U_L!	Napięcie dotykowe przekracza ustawioną wartość progową U _L .
Brak U_{L-N}!	Brak przewodu neutralnego koniecznego dla I _{Δn} stałego i pulsującego z podkładem.
GOTOWY!	Miernik gotowy do wykonania pomiaru.
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} jest niepoprawne do wykonania pomiaru.
L ↔ N	Faza podłączona do zacisku N zamiast L (np. zamiana L i N w gniazdku sieciowym).
TEMPERATURA!	Przekroczona temperatura miernika.
f!	Częstotliwość sieci jest poza zakresem 45...65 Hz.
PE!	Niepoprawnie podłączony przewód PE.
BŁĄD!	Błąd pomiaru.
U>500V!	Na zaciskach pomiarowych przed pomiarem napięcie przekracza 500 V.
NAPIĘCIE!	Przekroczone napięcie.

3.8.4 Pomiary w sieciach IT

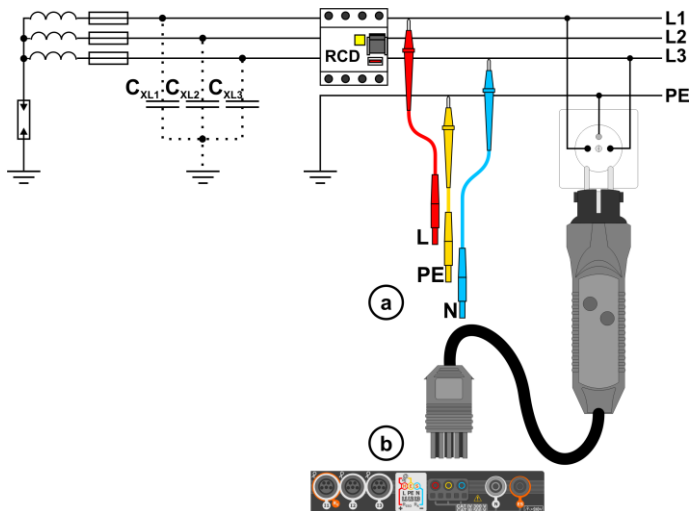
Przed dokonaniem pomiarów w menu głównym przyrządu należy wybrać odpowiedni typ sieci (menu **Ustawienia pomiarów**, rozdz. 2.2.1).



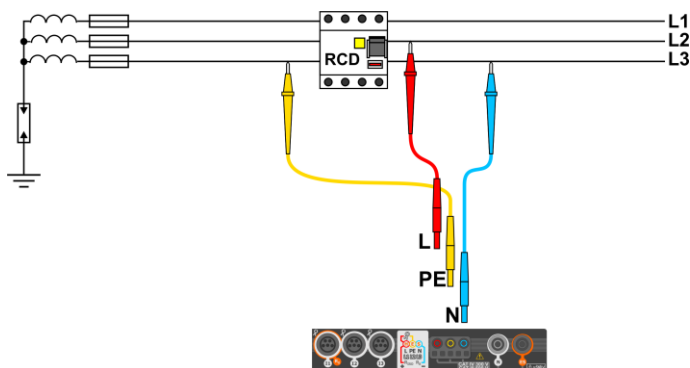
UWAGA!

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

Sposób podłączenia przyrządu do instalacji pokazano na **Rys. 3.8** i **Rys. 3.9**.



Rys. 3.8 Pomiar RCD w sieci IT. Obwód zamyka się przez pojemności pasozytne C_x



Rys. 3.9 Testowanie RCD bez udziału przewodu PE

Sposób, w jaki należy dokonywać pomiarów prądu i czasu zadziałania RCD, został opisany w **rozd. 3.8.2, 3.8.3**.

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

3.9 Pomiary 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.

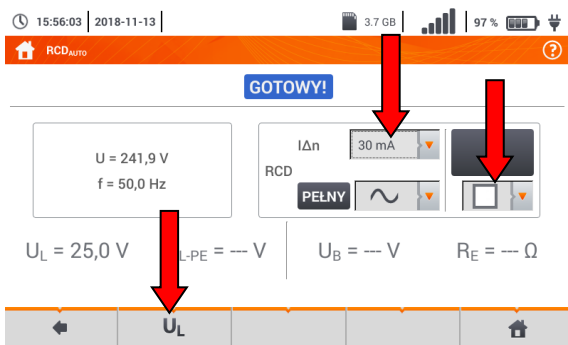
3.9.1 Ustawienia pomiarów automatycznych RCD

1



Wybrać RCD_{AUTO}.

2

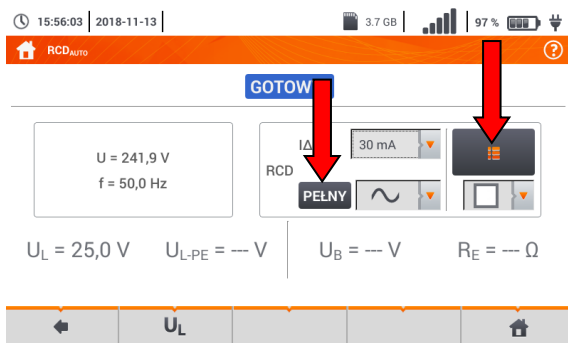


• Wybrać U_L i wybrać z listy żądane napięcie pomiarowe.

• 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

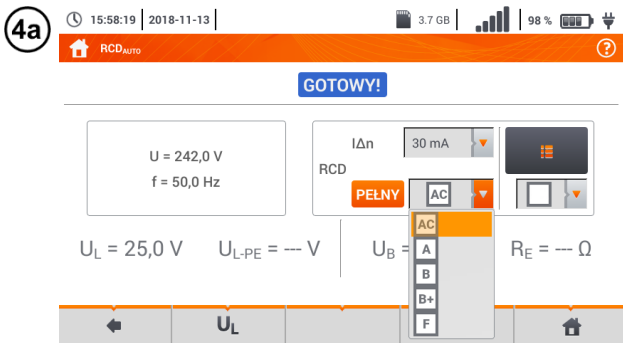
- wymuszany jest prąd o czole opadającym

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

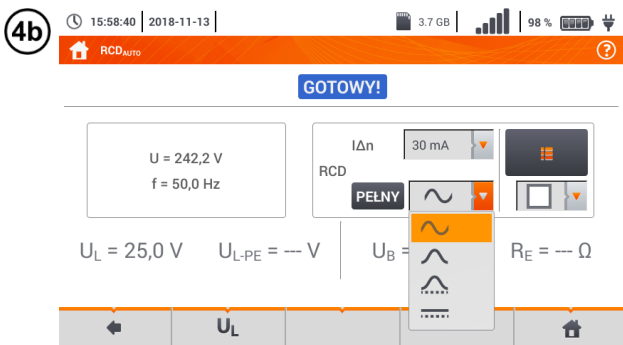
• Wybrać tryb pomiaru:

(a) pełny **PELNY**,

(b) standardowy **PELNY**.



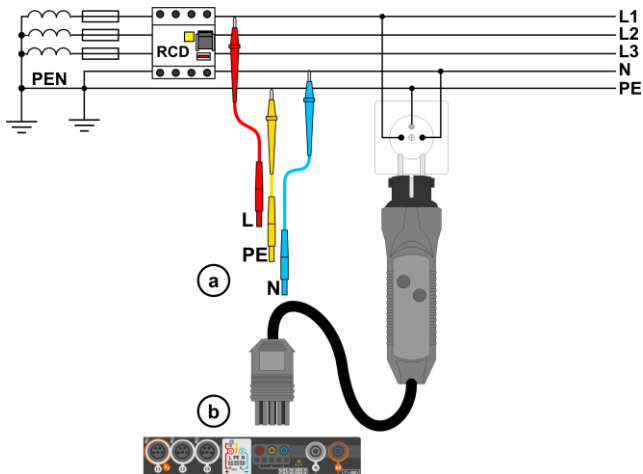
Jeżeli wybrano tryb **pełny**, wybrać typ badanego zabezpieczenia.



Jeżeli wybrano tryb **standardowy**, ustawić kształt prądu pomiarowego.

3.9.2 Automatyczny pomiar RCD

1 Podłączyć przyrząd do instalacji wg rysunku.

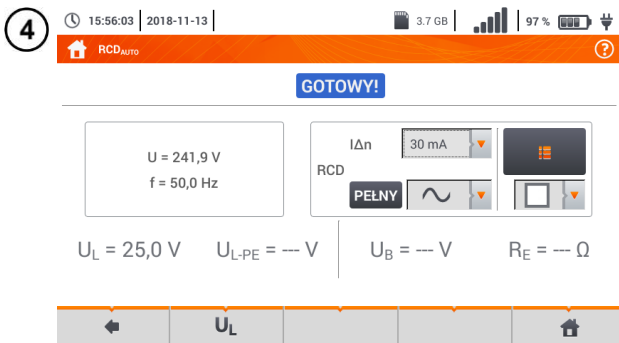


2



Wybrać **RCD_{AUTO}**.

3 Wprowadzić nastawy pomiarowe zgodnie z **rozd. 3.9.1**.



Miernik jest gotowy do pomiaru.

Odczyty bieżące

U – napięcie między przewodem fazowym L a PE
f – częstotliwość sieciowa w badanym obwodzie



Aby uruchomić pomiar, nacisnąć **START**.

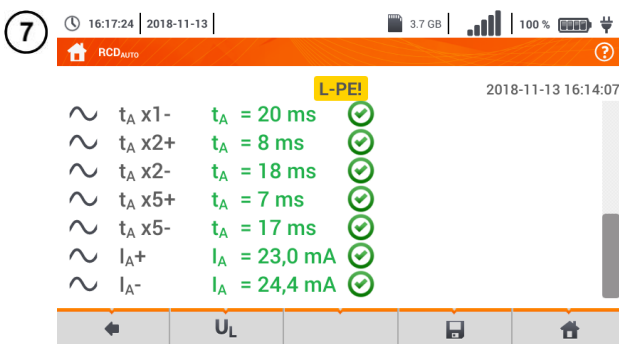


Badany wyłącznik RCD, należy **załączyć** po każdym wyzwoleniu, dopóki pomiary się **nie zakończą**.

Stopień zaawansowania pomiaru ilustrują paski postępu:

górny – postęp aktualnego pomiaru,
dolny – postęp całej sekwencji pomiarów.

Sekwencję można w każdej chwili anulować ikoną .





Ostatecznie wyświetlą się parametry zmierzone (**rozd. 3.9.1** krok 3), a także:

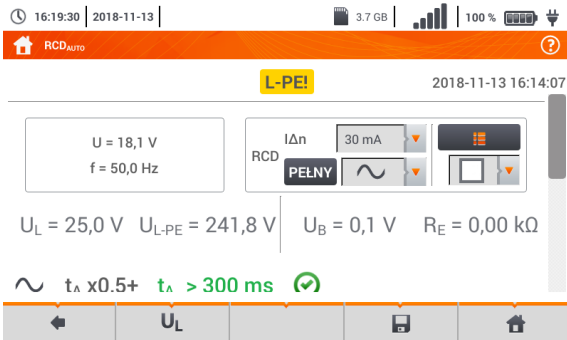
U_L – napięcie pomiarowe,
U_{L-PE} – napięcie między L a PE,
U_B – napięcie zmierzone na PE,
R_E – ciągłość PE.



Listę wyników można przewijać na ekranie.

Kontrolki poprawności zadziałania

-  kryterium spełnione
-  kryterium niespełnione

Więcej informacji zawarto w sekcji **Kryteria oceny poprawności wyników składowych**.



- 8 Ikoną  zapisać pomiar do pamięci miernika. Szczegółowy opis zarządzania pamięcią zawarto w **rozdz. 6.1.3**. Ostatni pomiar można przywołać ponownie ikoną .



- U_B i R_E są mierzone zawsze.
- Pomiar U_B , R_E odbywa się zawsze prądem sinusoidalnym $0,4 I_{\Delta n}$ niezależnie od ustawień kształtu i krotności $I_{\Delta n}$.
- Pomiar automatyczny zostaje przerwany w następujących wypadkach:
 - o wyłącznik zadziałał w trakcie pomiaru U_B , R_E lub t_A przy 0,5-krotnym prądzie $I_{\Delta n}$,
 - o wyłącznik nie zadziałał przy pozostałych pomiarach częściowych,
 - o przekroczona została ustawiona uprzednio wartość napięcia U_L ,
 - o napięcie zanikło w trakcie któregoś z pomiarów składowych,
 - o wartości R_E i napięcia sieci nie pozwoliły na wygenerowanie prądu o wartości wymaganej dla któregoś z pomiarów składowych.
- Automatycznie pomijane są pomiary niemożliwe do wykonania, np. gdy wybrany prąd $I_{\Delta n}$ i krotność wykraczają poza możliwości pomiarowe miernika.

Kryteria oceny poprawności wyników składowych

Parametr	Kryterium oceny	Uwagi
$I_A \setminus \checkmark$	$0,5 I_{\Delta n} \leq I_A \leq 1 I_{\Delta n}$	-
$I_A \setminus \setminus \setminus$ $I_A \Delta \setminus \setminus \setminus$	$0,35 I_{\Delta n} \leq I_A \leq 2 I_{\Delta n}$	dla $I_{\Delta n} = 10 \text{ mA}$
$I_A \setminus \setminus \setminus$ $I_A \Delta \setminus \setminus \setminus$	$0,35 I_{\Delta n} \leq I_A \leq 1,4 I_{\Delta n}$	dla pozostałych $I_{\Delta n}$
$I_A \dots$	$0,5 I_{\Delta n} \leq I_A \leq 2 I_{\Delta n}$	-
t_A przy $0,5 I_{\Delta n}$	$t_A \rightarrow \text{rcd}$	dla wszystkich typów RCD
t_A przy $1 I_{\Delta n}$	$t_A \leq 300 \text{ ms}$	dla RCD ogólnego przeznaczenia <input type="checkbox"/>
t_A przy $2 I_{\Delta n}$	$t_A \leq 150 \text{ ms}$	dla RCD ogólnego przeznaczenia <input type="checkbox"/>
t_A przy $5 I_{\Delta n}$	$t_A \leq 40 \text{ ms}$	dla RCD ogólnego przeznaczenia <input type="checkbox"/>
t_A przy $1 I_{\Delta n}$	$130 \text{ ms} \leq t_A \leq 500 \text{ ms}$	dla RCD selektywnych <input type="checkbox"/>
t_A przy $2 I_{\Delta n}$	$60 \text{ ms} \leq t_A \leq 200 \text{ ms}$	dla RCD selektywnych <input type="checkbox"/>
t_A przy $5 I_{\Delta n}$	$50 \text{ ms} \leq t_A \leq 150 \text{ ms}$	dla RCD selektywnych <input type="checkbox"/>
t_A przy $1 I_{\Delta n}$	$10 \text{ ms} \leq t_A \leq 300 \text{ ms}$	dla RCD krótkowłoczących <input type="checkbox"/>
t_A przy $2 I_{\Delta n}$	$10 \text{ ms} \leq t_A \leq 150 \text{ ms}$	dla RCD krótkowłoczących <input type="checkbox"/>
t_A przy $5 I_{\Delta n}$	$10 \text{ ms} \leq t_A \leq 40 \text{ ms}$	dla RCD krótkowłoczących <input type="checkbox"/>

Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

W TOKU	Pomiar w toku.
$U_B > U_L!$	Napięcie dotykowe przekracza ustawioną wartość progową U_L .
Brak U_{L-N}!	Brak przewodu neutralnego koniecznego dla $I_{\Delta n}$ stałego i pulsującego z podkładem.
GOTOWY!	Miernik gotowy do wykonania pomiaru.
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} jest niepoprawne do wykonania pomiaru.
L ↔ N	Faza podłączona do zacisku N zamiast L (np. zamiana L i N w gniazdku sieciowym).
TEMPERATURA!	Przekroczona temperatura miernika.
f!	Częstotliwość sieci jest poza zakresem 45...65 Hz.
PE!	Niepoprawnie podłączony przewód PE.
BŁĄD!	Błąd pomiaru.
$U > 500V!$	Na zaciskach pomiarowych przed pomiarem napięcie przekracza 500 V.
NAPIĘCIE!	Przekroczona napięcie.

3.10 Rezystancja izolacji



OSTRZEŻENIE

Mierzony obiekt nie może znajdować się pod napięciem.

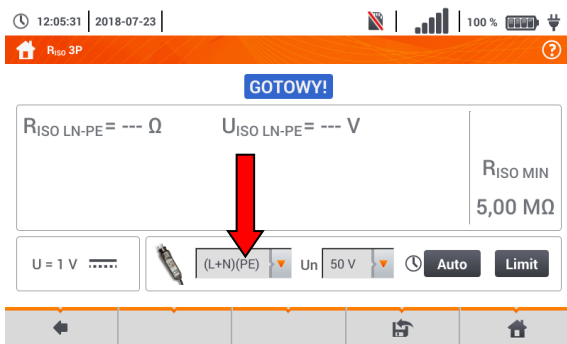
3.10.1 Ustawienia pomiarów

1



Wybrać pozycję **Riso**.

2



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

Dotknąć menu rozwijanego, aby ustawić tryb pomiaru.

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

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

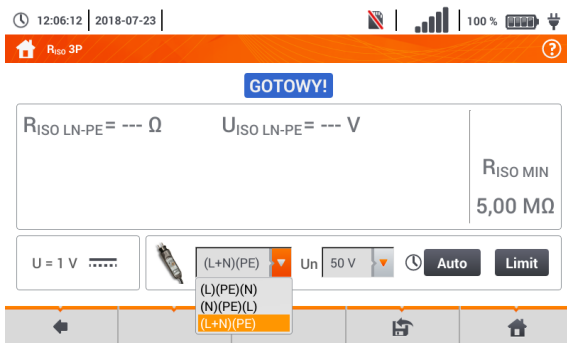
3a



Jeżeli do miernika podłączono **odrębne przewody z sondami**, wybrać z listy żądaną opcję:

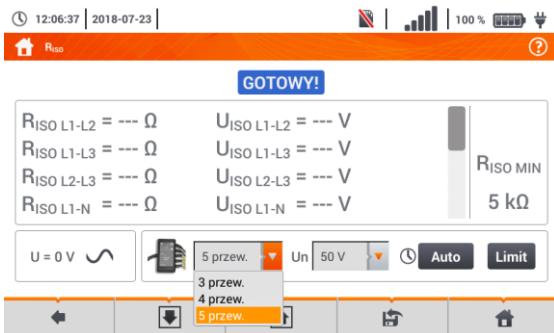
- tryb pomiaru jednokrotnego,
- ↻ tryb ciągły pomiaru.

3b



Jeżeli do miernika podłączono adapter **UNI-Schuko**, wybrać z listy żądaną opcję:

- o **(L)(PE)(N)** – jeśli przewód **fazowy** po **lewej** stronie względem kołka ochronnego gniazda,
- o **(N)(PE)(L)** – jeśli przewód **fazowy** po **prawej** stronie względem kołka ochronnego gniazda,
- o **(L+N)(PE)** – zwarte przewody L i N, pomiar do PE (metoda uproszczona).

3c

Jeżeli do miernika podłączono **adapter AutoISO**, wybrać z listy żadaną opcję:

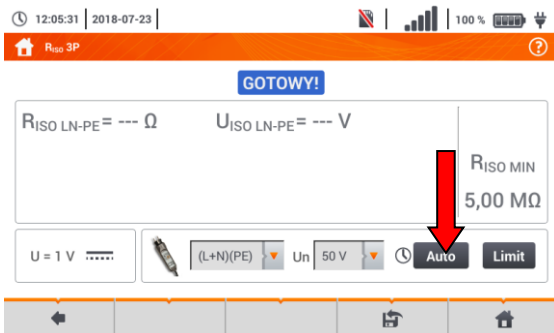
- o **3 przew.** – pomiar przewodu 3-żyłowego,
- o **4 przew.** – pomiar przewodu 4-żyłowego,
- o **5 przew.** – pomiar przewodu 5-żyłowego.

4

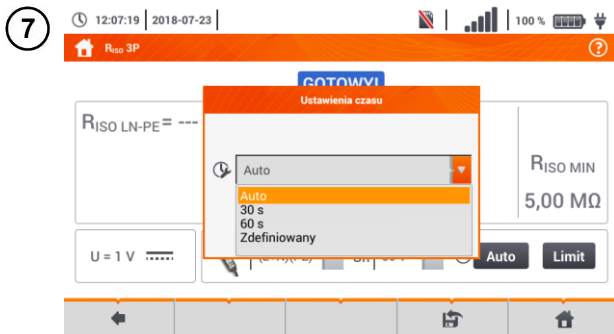
Dotknąć menu rozwijanego, aby ustawić napięcie pomiarowe **Un**.

5

Wybrać z listy żądane napięcie pomiarowe.

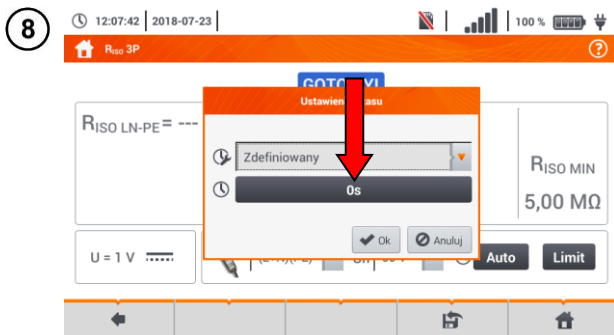
6

Ikona nastaw czasu ustawić czas trwania pomiaru. Po dokonaniu wyboru będzie ona wyświetlać ustawioną wartość.

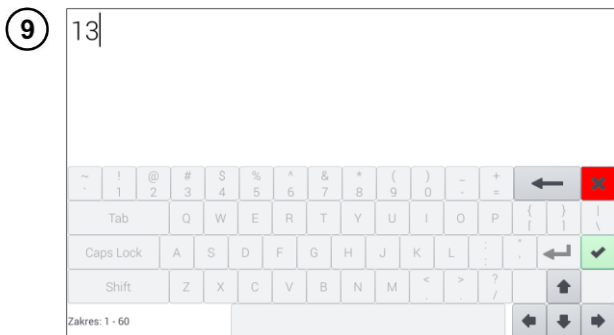


Dostępne opcje

- o **Auto** – miernik automatycznie dobiera czas pomiaru w zależności od pojemności obiektu mierzonego
- o 30 s
- o 60 s
- o **Zdefiniowany** – ręczne ustawienie czasu w przedziale 1...60 s



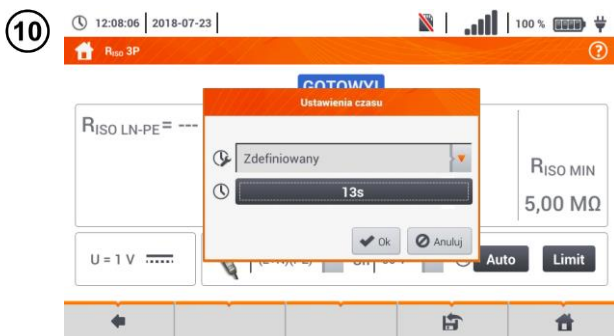
Jeżeli wybrano pozycję **Zdefiniowany**, należy wprowadzić żądaną wartość czasu.



Skasować dotychczasową wartość czasu i wprowadzić nową z zakresu 1...60 s.

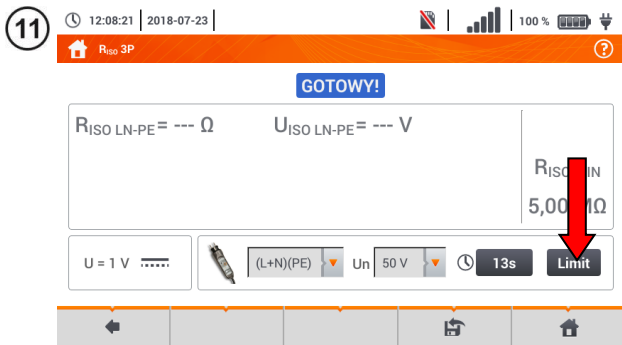
Funkcje ikon

- odrzucenie zmian i wyjście do poprzedniego ekranu
- akceptacja zmian



Opis ikon funkcyjnych

- Ok** – akceptacja wyboru
- Anuluj** – odrzucenie zmian



Wybrać **Limit**, aby ustawić kryterium dopuszczalnej rezystancji izolacji.



- Wybrać jednostkę.
- Skasować dotychczasową wartość i wprowadzić nową. Zakresy:
 - o **kΩ**: 0...2 000 000,
 - o **MΩ**: 0,0...200,0,
 - o **GΩ**: 0,000...2,000.

Funkcje ikon

- odrzucenie zmian i wyjście do poprzedniego ekranu
- akceptacja zmian



- przejście do poprzedniego ekranu
- przejście do ekranu głównego

3.10.2 Pomiary z użyciem sond



OSTRZEŻENIE

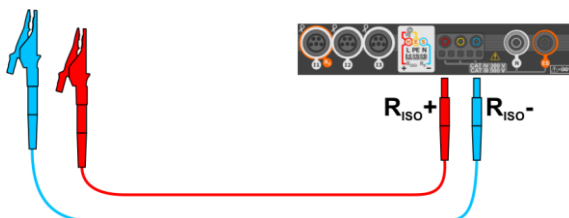
- Przy pomiarach rezystancji izolacji, na końcówkach przewodów pomiarowych miernika występuje niebezpieczne napięcie do 1 kV.
- **Niedopuszczalne** jest odłączanie przewodów pomiarowych przed zakończeniem pomiaru. Grozi to porażeniem prądem elektrycznym o wysokim napięciu i uniemożliwia rozładowanie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

1



Wybrać pozycję **R_{ISO}**, by wywołać menu pomiarowe.

2

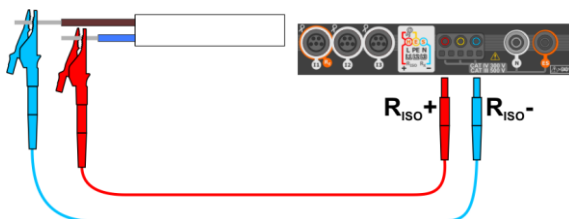


Podłączyć do miernika sondy pomiarowe.

3

Wprowadzić nastawy pomiaru zgodnie z rozdz. 3.10.1

4



Podłączyć przewody pomiarowe wg rysunku.

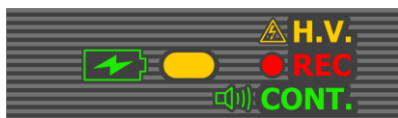
5




Nacisnąć i przytrzymać przycisk **START**.

Pomiar jest wykonywany w sposób ciągły podczas trzymania przycisku **START**.

Aby **przerwać** pomiar, należy puścić przycisk **START**.



Jeżeli wybrano pomiar w trybie ciągłym (ikona ) , pojawi się **monit** o potwierdzenie startu pomiaru.

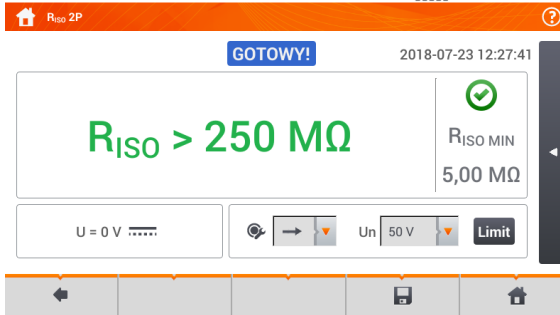
Podczas pomiaru **dioda H.V./REC/CONT.** świeci na **po-marańczowo**.

6

12:27:43 | 2018-07-23



Odczytać wynik pomiaru.



Kontrolki spełnienia limitu (rozdz.

3.10.1 krok (11))

- wynik mieści się w ustawionym limicie
- wynik nie mieści się w ustawionym limicie
- brak możliwości oceny

Jeżeli wybrano pomiar w trybie ciągłym (ikona), pomiar można przerwać wybierając ikonę .



- Dopóki napięcie pomiarowe nie osiągnie 90% ustawionej wartości (a także po przekroczeniu 110%) miernik emituje ciągły sygnał dźwiękowy.
- Po zakończeniu pomiaru następuje rozładowanie pojemności mierzonego obiektu przez zwarcie zacisków R_{ISO+} oraz R_{ISO-} rezystancją 100 kΩ.

Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

GOTOWY!

Miernik gotowy do wykonania pomiaru.

W TOKU

Pomiar w toku.



Wykryto obecność zbyt wysokiego napięcia na zaciskach miernika. Odłączyć końcówki od badanego obiektu.

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 w badanym obiekcie).

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



OSTRZEŻENIE

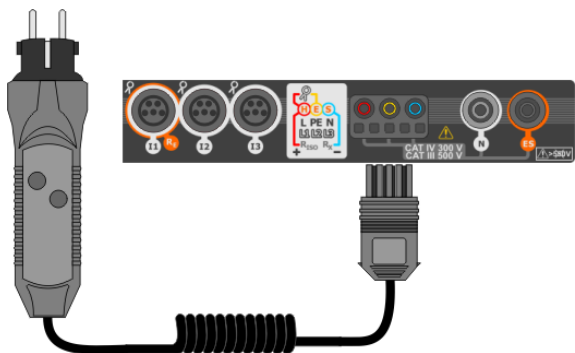
- Przy pomiarach rezystancji izolacji, na końcówkach przewodów pomiarowych miernika występuje niebezpieczne napięcie do 500 V.
- **Niedopuszczalne** jest odłączenie przewodów pomiarowych przed zakończeniem pomiaru. Grozi to **porażeniem prądem elektrycznym o wysokim napięciu** i uniemożliwia rozładowanie badanego obiektu.

1



Wybrać pozycję **Riso**, by wywołać menu pomiarowe.

2



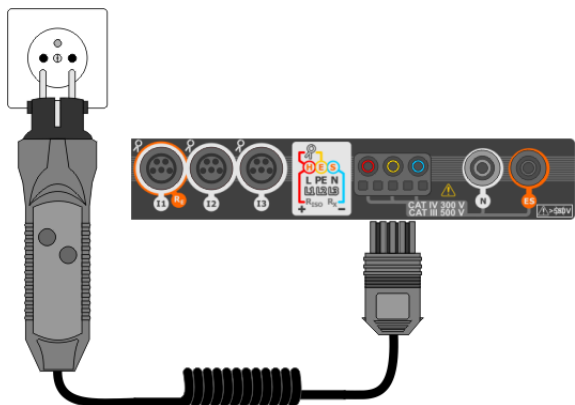
Podłączyć **adapter WS-03** lub **WS-04** z wtyczką sieciową UNI-Schuko.

Miernik automatycznie wykrywa ten fakt, zmieniając wygląd ekranu.

3

Wprowadzić nastawy pomiaru zgodnie z **rozdz. 3.10.1**

4

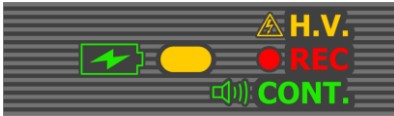


Podłączyć adapter do badanego gniazda.

5

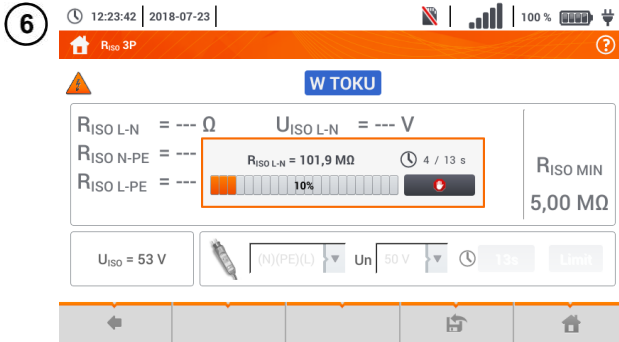


Nacisnąć przycisk **START**, aby rozpocząć pomiar.



W przypadku, gdy któraś z napięć przekracza dopuszczalne (50 V), wyświetlany jest napis **Napięcie na obiekcie**, a pomiar jest blokowany.

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

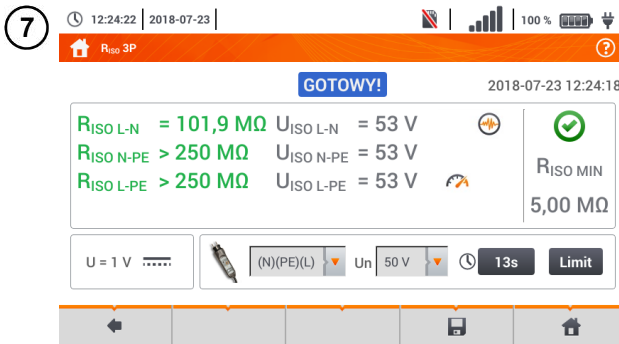


Widok ekranu podczas pomiaru.

Wyświetlany jest symbol mierzonej aktualnie rezystancji i pasek postępu tego pomiaru.

Pasek postępu wskazuje stopień zaawansowania pomiaru.

Pomiar można w każdej chwili anulować ikoną



Odczytać wyniki.

Kontrolki spełnienia limitu (rozdz. 3.7.1 krok 4)

- wynik mieści się w ustawionym limicie
- wynik nie mieści się w ustalonym limicie
- brak możliwości oceny

Dodatkowe kontrolki dla każdej z mierzonych par przewodów

- szum** – zarejestrowano zbyt duży sygnał zakłócający
- limit** – pomiar wykonany przy ograniczeniu prądowym przetwornicy (np. zwarcie w badanym obiekcie)

8 Ikoną zapisać pomiar do pamięci miernika. Szczegółowy opis zarządzania pamięcią zawarto w **rozdz. 6.1.3**. Ostatni pomiar można przywołać ponownie ikoną .



- Dopóki napięcie pomiarowe nie osiągnie 90% ustawionej wartości (a także po przekroczeniu 110%) miernik emituje ciągły sygnał dźwiękowy.
- Po zakończeniu pomiaru następuje rozładowanie pojemności mierzonego obiektu przez zwarcie zacisków **Riso+** oraz **Riso-** rezystancją 100 kΩ.

Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

GOTOWY!

Miernik gotowy do wykonania pomiaru.

W TOKU

Pomiar w toku.



Wykryto obecność zbyt wysokiego napięcia na zaciskach miernika. Odłączyć końcówki od badanego obiektu.



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



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 w badanym obiekcie).

3.10.4 Pomiary z użyciem AutoISO-1000c



OSTRZEŻENIE

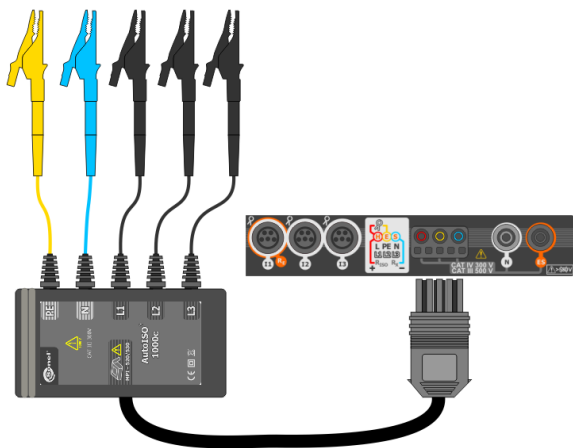
- Przy pomiarach rezystancji izolacji, na końcówkach przewodów pomiarowych miernika występuje niebezpieczne napięcie do 1 kV.
- **Niedopuszczalne** jest odłączanie przewodów pomiarowych przed zakończeniem pomiaru. Grozi to **porażeniem prądem elektrycznym o wysokim napięciu** i uniemożliwia rozładowanie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

1



Wybrać pozycję **R_{ISO}**, aby wywołać ekran pomiarowy.

2



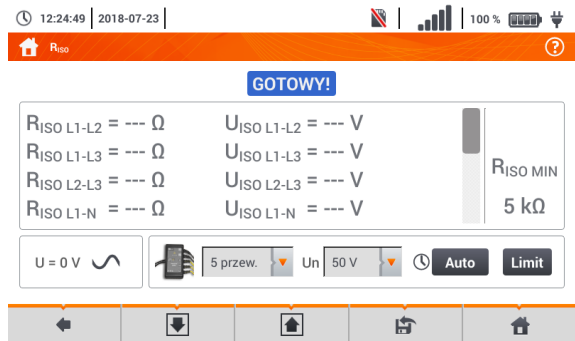
Podłączyć adapter **AutoISO-1000c**.

Miernik automatycznie wykrywa ten fakt, zmieniając wygląd ekranu.

3

Wprowadzić nastawy pomiaru zgodnie z **rozdz. 3.10.1**.

4



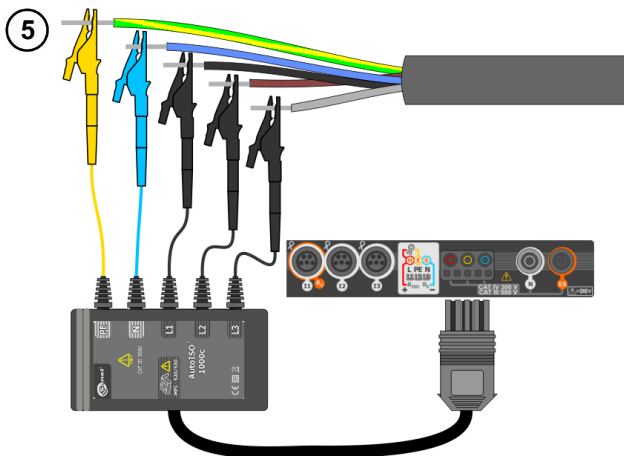
Miernik jest gotowy do pomiaru.

Odczyty bieżące

U – napięcie zakłócające

Opis ikon funkcyjnych

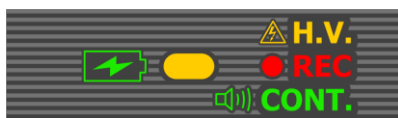
- ↓ przewijanie w dół listy pomiarów
- ↑ przewijanie w górę listy pomiarów



Podłączyć adapter AutoISO-1000c do badanego przewodu.



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



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

W przypadku, gdy któreś z napięć przekracza dopuszczalne (50 V), wyświetlany jest komunikat **Napięcie na obiekcie**, a pomiar jest blokowany.

Najpierw jest wykonywane sprawdzenie napięć na poszczególnych parach żył.

W przypadku, gdy któreś z napięć przekracza dopuszczalne, wyświetlany jest symbol tego napięcia

(np. **NAPIĘCIE! L1PE**), a pomiar jest przerywany.



Widok ekranu podczas pomiaru.

Wyświetlany jest symbol mierzonej aktualnie rezystancji i pasek postępu tego pomiaru.

Pasek pokazuje % zaawansowania całkowitego pomiaru.

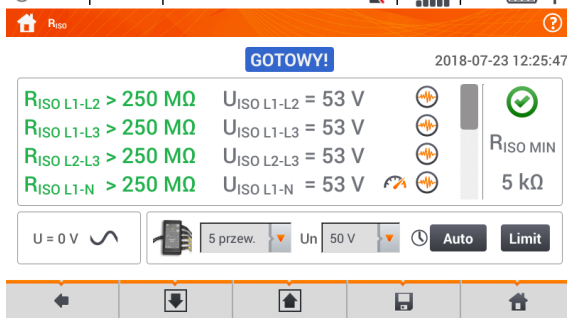
Pomiar można w każdej chwili anulować ikoną

8

12:25:50 | 2018-07-23 |

100%

Odczytać wyniki.



Kontrolki spełniania limitu (rozdz.

3.7.1 krok (4))

- wynik mieści się w ustawionym limicie
- wynik nie mieści się w ustawionym limicie
- brak możliwości oceny

Dodatkowe kontrolki dla każdej z mierzonych par przewodów

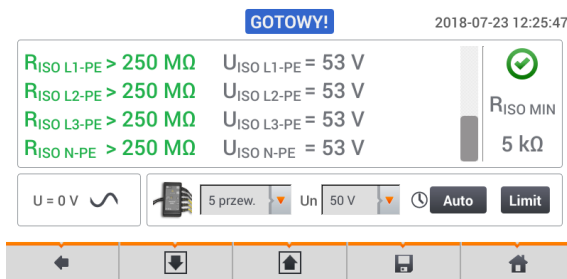
- szum** – zarejestrowano zbyt duży sygnał zakłócający
- limit** – pomiar wykonany przy ograniczeniu prądowym przetwornicy (np. zwarcie w badanym obiekcie)

9

12:26:06 | 2018-07-23 |

100%

Suwakiem lub ikonami przewinąć ekran, by odczytać pozostałe wyniki pomiarów.



10

Ikoną zapisać pomiar do pamięci miernika. Szczegółowy opis zarządzania pamięcią zawarto w rozdz. 6.1.3. Ostatni pomiar można przywołać ponownie ikoną .



- Dopóki napięcie pomiarowe nie osiągnie 90% ustawionej wartości (a także po przekroczeniu 110%) miernik emituje ciągły sygnał dźwiękowy.
- Po zakończeniu pomiaru następuje rozładowanie pojemności mierzonego obiektu przez zwarcie zacisków Riso+ oraz Riso- rezystancją 100 kΩ.

Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

GOTOWY!

Miernik gotowy do wykonania pomiaru.

W TOKU

Pomiar w toku.



Wykryto obecność zbyt wysokiego napięcia na zaciskach miernika. Odłączyć końcówki od badanego obiektu.



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



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 w badanym obiekcie).

3.11 Niskonapięciowy pomiar rezystancji

3.11.1 Pomiar rezystancji

1



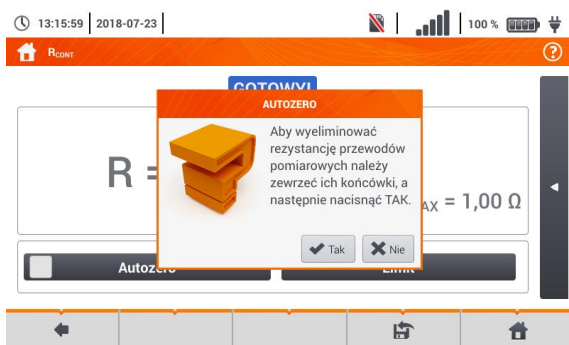
Wybrać pozycję **R_X**, aby wywołać ekran pomiarowy.

2



Aby wyeliminować rezystancję przewodów pomiarowych, wybrać **Autozero**.

3



Postępować zgodnie z komunikatem na ekranie.

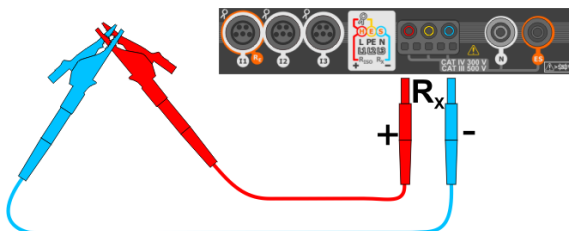
Opis ikon funkcyjnych

Tak – akceptacja wyboru

Nie – anulowanie akcji

Po wybraniu **OK** miernik będzie podawał **wynik pomniejszony** o rezystancję przewodów pomiarowych.

4



Aby **wyłączyć kompensację** rezystancji przewodów, należy powtórzyć kroki ②③④ z **rozwartymi** przewodami pomiarowymi. Wówczas wynik pomiaru będzie zawierać **rezystancję przewodów pomiarowych**.

5

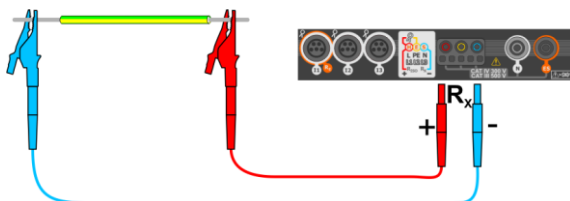
13:11:22 | 2018-07-23



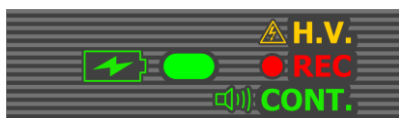
Miernik jest gotowy do pomiaru.



6



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



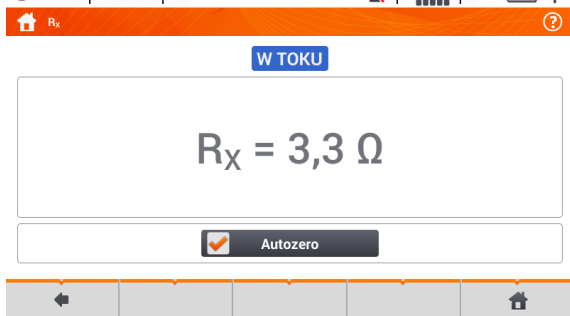
- Podczas pomiaru **diody** H.V./REC/CONT. świeci na **zielono** oraz emitowany jest sygnał dźwiękowy.

7

13:11:57 | 2018-07-23



Odczytać wynik.



UWAGA!

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



- Jeżeli **nie odznaczono** opcji **Autozero** (kroki ②③④), miernik niezmiennie **po-
mniejsza** wynik pomiaru o rezystancję uprzednio podłączonych przewodów pomiarowych. Dlatego podczas każdej zmiany przewodów należy ponownie przeprowadzić procedurę **Autozero**.
- Współczynnik korekcyjny jest pamiętany również po ponownym uruchomieniu funkcji i/lub miernika.
- W sytuacji, gdy zmieniono przewody pomiarowe na takie o **mniejszej** rezystancji niż poprzednie, ale nie przeprowadzono procedury **Autozero**, miernik będzie **zaniżał** wartość pomiaru. W skrajnych przypadkach może wskazywać **rezystancję ujemną**. Analogicznie **większa** rezystancja przewodów powoduje **zawyżanie** wyniku pomiarów.
- Maksymalna kompensacja rezystancji przewodów pomiarowych (Autozero) wynosi 500 Ω.

Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

W TOKU

Pomiar w toku

NAPIĘCIE!

Niepoprawne napięcie na obiekcie.

SZUM!

Na badanym obiekcie występuje napięcie zakłócające. Pomiar jest możliwy, jednak z dodatkową niepewnością określoną w danych technicznych.

3.11.2 Pomiar rezystancji przewodów ochronnych i połączeń wyrówn. prądem ± 200 mA

1



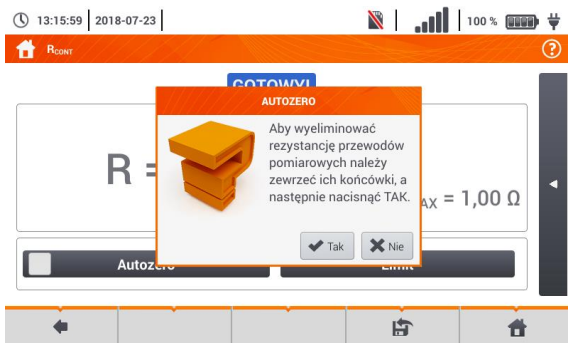
Wybrać pozycję **RCONT**, aby wywołać ekran pomiarowy.

2



Aby wyeliminować wpływ rezystancji przewodów pomiarowych na wynik pomiaru, można przeprowadzić jej kompensację (autozerowanie). W tym celu wybrać **Autozero**.

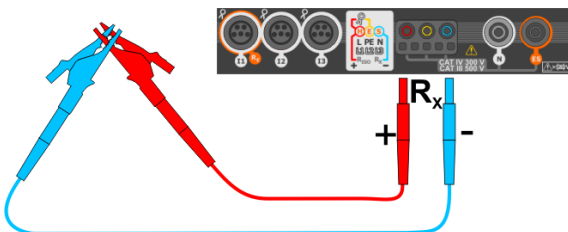
3

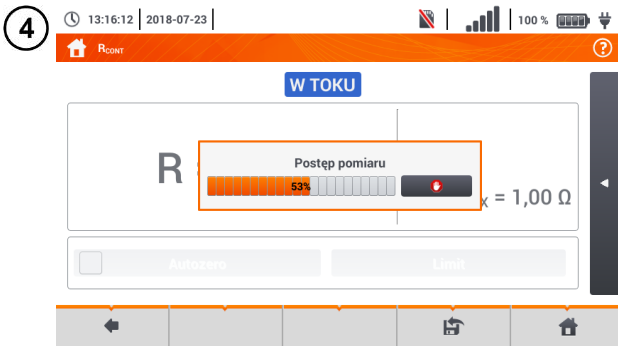


Postępować zgodnie z komunikatem na ekranie.

Opis ikon funkcyjnych
Tak – akceptacja wyboru
Nie – anulowanie akcji

Po wybraniu **Tak** miernik 3-krotnie zmierzy rezystancję przewodów pomiarowych. Następnie będzie podawał **wynik pomniejszony** o tę rezystancję.

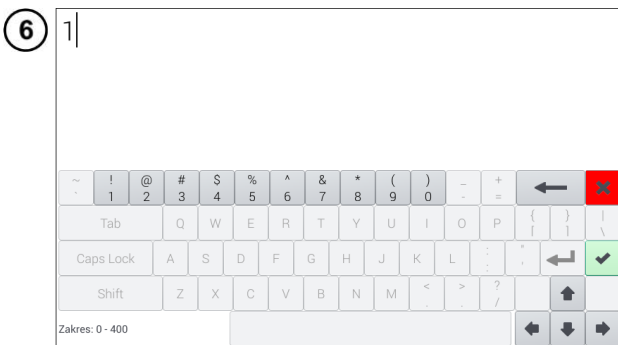




Aby **wyłączyć kompensację rezystancji przewodów**, należy powtórzyć kroki ② ③ z **rozwartymi** przewodami pomiarowymi. Wówczas wynik pomiaru będzie zawierać **rezystancję przewodów pomiarowych**.





Ustawić dopuszczalny limit rezystancji mierzonego obiektu.



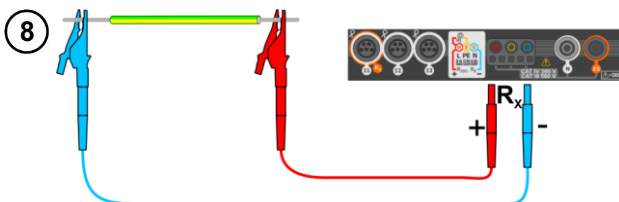
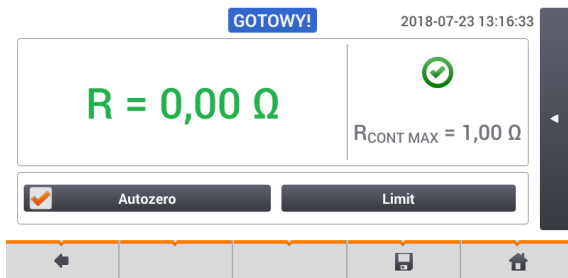
Z klawiatury ekranowej usunąć dotychczasową wartość i wprowadzić żadaną.

Zakres: 0...400 Ω

Funkcje ikon

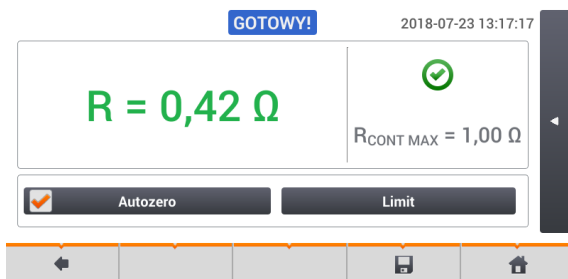
-  odrzucenie zmian i wyjście do poprzedniego ekranu
-  akceptacja zmian

7 13:16:35 | 2018-07-23 | 100% Miernik jest gotowy do pomiaru.



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

9 13:17:17 | 2018-07-23 | 100% Odczytać wynik pomiaru.



Wynik jest średnią arytmetyczną z wartości dwóch pomiarów przy prądzie 200 mA o przeciwnych biegunowościach R_F i R_R .

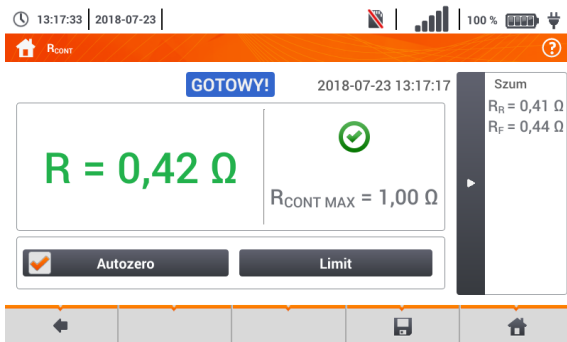
$$R = \frac{R_F + R_R}{2}$$

Kontrolki spełnienia limitu (krok 5).

- wynik mieści się w ustawionym limicie
- wynik nie mieści się w ustawionym limicie
- brak możliwości oceny

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

10





R_F – wynik uzyskany przy **dodatniej** polaryzacji prądu pomiarowego

R_R – wynik uzyskany przy **ujemnej** polaryzacji prądu pomiarowego

Wybranie paska  chowa menu.

11

Ikoną  zapisać pomiar do pamięci miernika. Szczegółowy opis zarządzania pamięcią zawarto w **rozdz. 6.1.3**. Ostatni pomiar można przywołać ponownie ikoną .

12



Aby rozpocząć **kolejny pomiar** bez odłączania przewodów pomiarowych od obiektu, nacisnąć przycisk **START** i przejść do kroku **8** .



UWAGA!

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



- Jeżeli **nie odznaczono** opcji **Autozero** (kroki **2** **3** **4**), miernik niezmiennie **pomniejsza** wynik pomiaru o rezystancję podłączonych wówczas przewodów pomiarowych. Wówczas podczas każdej zmiany przewodów należy ponownie przeprowadzić procedurę **Autozero** .
- Współczynnik korekcyjny jest pamiętany również po ponownym uruchomieniu funkcji i/lub miernika.
- W sytuacji, gdy zmieniono przewody pomiarowe na takie o **mniejszej** rezystancji niż poprzednie, ale nie przeprowadzono procedury **Autozero** , miernik będzie **zaniżał** wartość pomiaru. W skrajnych przypadkach może wskazywać **rezystancję ujemną** . Analogicznie **większa** rezystancja przewodów powoduje **zawyżanie** wyniku pomiarów.
- Maksymalna kompensacja rezystancji przewodów pomiarowych (Autozero) wynosi 500 Ω.

Informacje dodatkowe wyświetlane przez miernik

 GOTOWY! 	Miernik gotowy do wykonania pomiaru.
 W TOKU 	Pomiar w toku.
 NAPIĘCIE! 	Zbyt duże napięcie na obiekcie. Na badanym obiekcie występuje napięcie zakłócające.
 SZUM! 	Pomiar jest możliwy, jednak z dodatkową niepewnością określoną w danych technicznych.

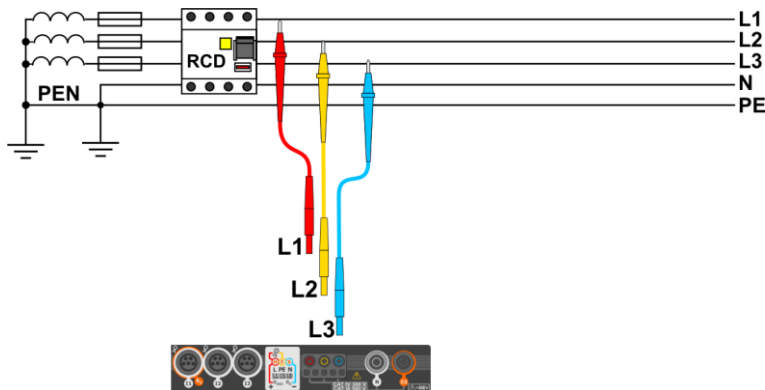
3.12 Kolejność faz

1



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

2 Podłączyć przyrząd do instalacji wg rysunku



3

14:35:34 | 2018-03-01



Miernik gotowy do testów.



U_{L1-L2} , U_{L2-L3} , U_{L3-L1}
wartości napięć międzyfazowych



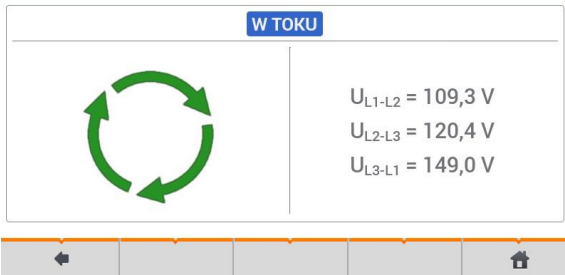
sygnalizacja obecności poszczególnych faz

4a

14:41:23 | 2018-03-01



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

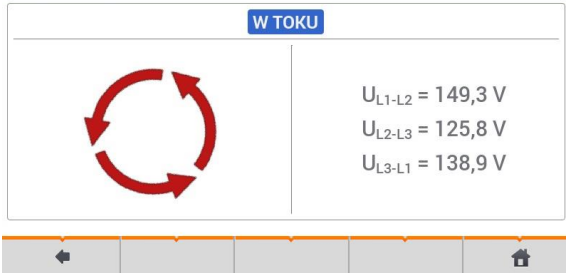


4b

14:42:10 | 2018-03-01 |



Schemat pomiaru kolejności faz



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

3.13 Kierunek wirowania silnika

1



Wybrać pozycję **Wirowanie silnika**, aby wywołać ekran pomiarowy.

2

12:40:57 | 2018-03-02 |

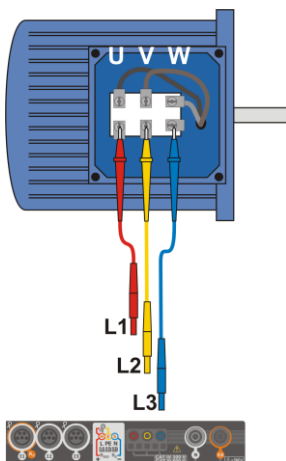


Wirowanie silnika



Miernik jest gotowy do testów.

3



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

4a

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

100%

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



4b

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

100%

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



- Podczas testu nie poruszać przewodami pomiarowymi.
- Poruszanie niepodłączonymi przewodami pomiarowymi może sprawić, że wyindukują się napięcia dające wskazanie kierunku obrotów.

3.14 Natężenie oświetlenia

1



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

2



Podłączyć sondę optyczną.

3



- Wybrać **Limit**, aby ustawić kryterium minimalnego natężenia oświetlenia.
- Wybrać jednostkę.
- Skasować dotychczasową wartość i wprowadzić nową z zakresu 0...20 000 lx.

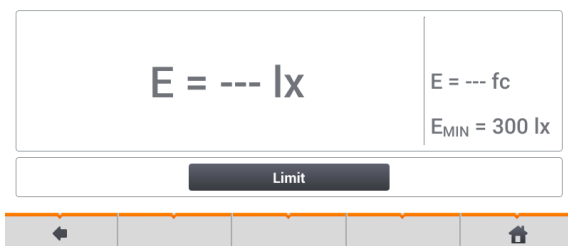
Funkcje ikon

- odrzucenie zmian i wyjście do poprzedniego ekranu
- akceptacja zmian

4



Miernik jest gotowy do pomiaru oświetlenia.



Odczyty bieżące

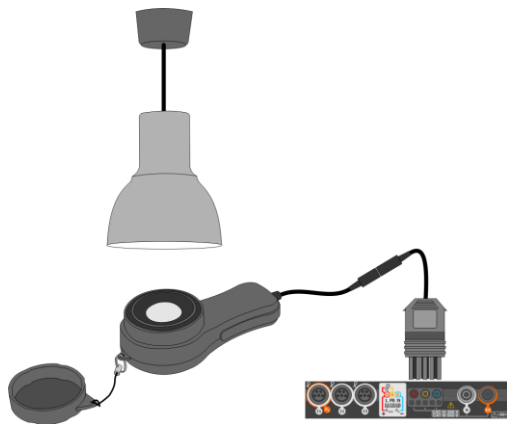
E [lx] – natężenie oświetlenia wyrażone w luksach (lm/m²)

E [fc] – natężenie oświetlenia wyrażone w lm/ft² (lumen na stopę kwadratową)

E_{MIN} – limit ustawiony w krokach

3 4

5



Umieścić sondę w badanej płaszczyźnie pracy.

6



Odczytać wynik.

Kontrolki spełnienia limitu (krok

3)

- wynik mieści się w ustawionym limicie
- wynik nie mieści się w ustawionym limicie
- brak możliwości oceny

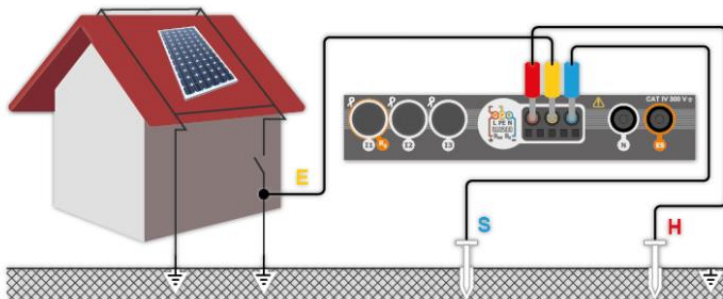
7

Ikona zapisać pomiar do pamięci miernika. Szczegółowy opis zarządzania pamięcią zawarto w rozdz. 6.1.3.

3.15 MPI-540-PV **Rezystancja uziemienia (PV)**



Połączyć układ pomiarowy. Pomiaru dokonuje się analogicznie jak w rozdz. 3.6.



3.16 MPI-540-PV **Rezystancja izolacji (PV)**



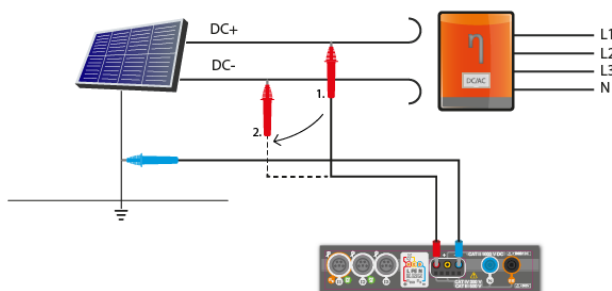
OSTRZEŻENIE

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



Pomiaru dokonuje się analogicznie jak w **rozdz. 3.10**. 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.

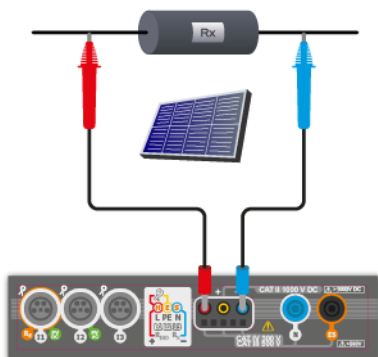
U_{ISO} L-N – napięcie pomiarowe

Wybranie paska ▶ chowa menu.

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



Połączyć układ pomiarowy. Pomiaru dokonuje się analogicznie jak w **rozdz. 3.11.2**.



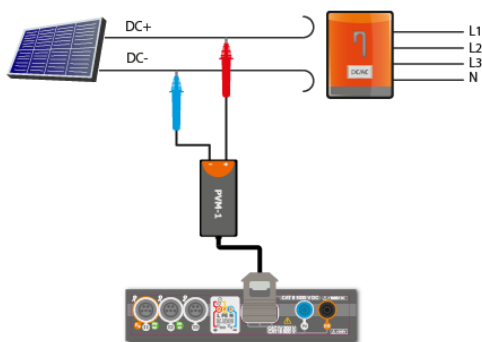
3.18 MPI-540-PV Napięcie DC otwartego obwodu U_{OC}

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.

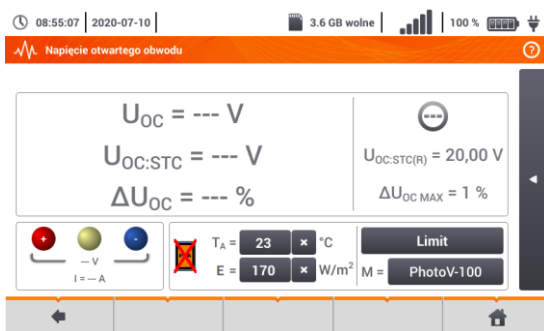


OSTRZEŻENIE

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. 2.2.3).

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. 3.22.

4



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

5

Kontrolki spełniania limitu (krok 3).

- wynik mieści się w ustawionym limicie
- wynik nie mieści się w ustawionym limicie
- brak możliwości oceny

Po wybraniu paska po prawej stronie ekranu wysunie się menu z parametrami mierzonego obiektu PV.

M – liczba modułów w szeregu,

N – liczba modułów połączonych równolegle,

T_{PV} – temperatura modułu.

Wybranie paska chowa menu.

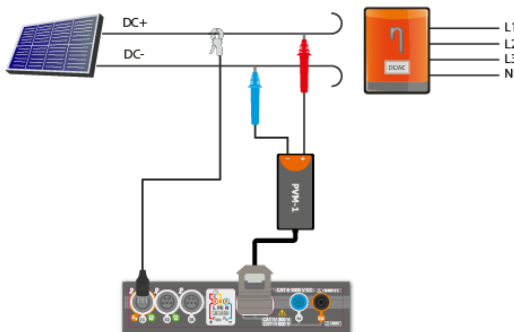
3.19 MPI-540-PV Prąd DC zwarcia I_{sc}

1



Wybrać pozycję I_{sc} , aby wywołać ekran pomiarowy. Następnie wyzerować cęgi (rozdz. 3.21).

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 (zmierzony i przeliczony do warunków STC) i tegoż prądu deklarowanego przez producenta panelu, również przeliczonego do warunków STC.

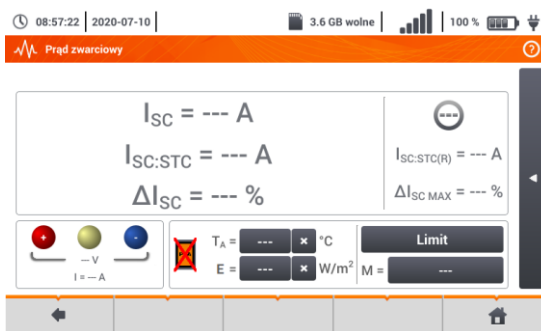


OSTRZEŻENIE

Nie rozłączać złącz MC4, jeśli płynie przez nie prąd obciążenia pracującego inwertera. Grozi to powstaniem tuku 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 – irradancja,
- Limit – ustawienie wartości $\Delta I_{sc:MAX}$,
- M – moduł fotowoltaiczny wybierany z bazy miernika (rozdz. 2.2.3).



Parametry T_A , T_{PV} , E pochodzą z miernika irradancji, jeśli ten jest połączony z miernikiem. Zob. również rozdz. 3.22.

Ponadto na ekranie widnieją:

- $I_{sc:STC(R)}$ – prąd zwarcia w warunkach STC, deklarowany przez producenta,
- $\Delta I_{sc:MAX}$ – ustawiony limit ΔI_{sc} .

4



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

5

Kontrolki spełniania limitu (krok 3)

- wynik mieści się w ustawionym limicie
- wynik nie mieści się w ustawionym limicie
- brak możliwości oceny

Po wybraniu paska po prawej stronie ekranu wysunie się menu z parametrami mierzonego obiektu PV.

- M – liczba modułów w szeregu,
- N – liczba modułów połączonych równolegle,
- T_{PV} – temperatura modułu.

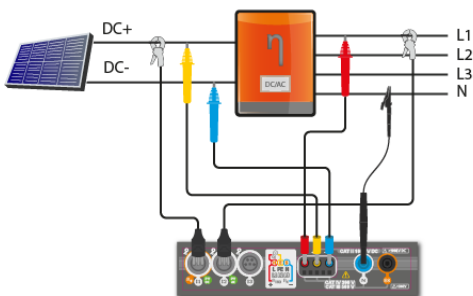
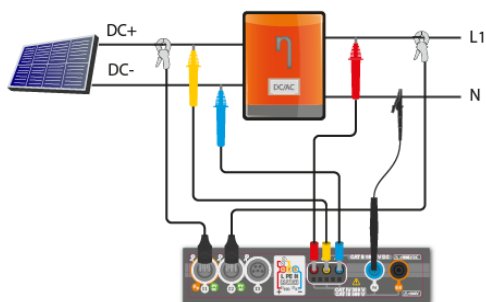
Wybranie paska chowa menu.

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

1



2



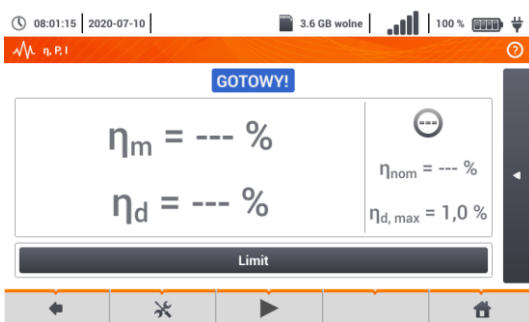
Wybrać pozycję η , P, I, aby wywołać ekran pomiarowy. Następnie wyzerować cęgi (rozdz. 3.21).

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. 3.20.1, 3.20.2.

4



5 Kontrolki spełnienia limitu (krok 3)

- wynik mieści się w ustawionym limicie
- wynik nie mieści się w ustawionym limicie
- brak możliwości oceny

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

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

η_m – sprawność inwertera jako stosunek mocy czynnej strony AC do mocy czynnej strony DC

η_{nom} – sprawność inwertera deklarowana przez producenta

η_d – różnica między sprawnościami inwertera: zmierzoną oraz deklarowaną przez producenta

U_{AC} – napięcie mierzone po stronie AC

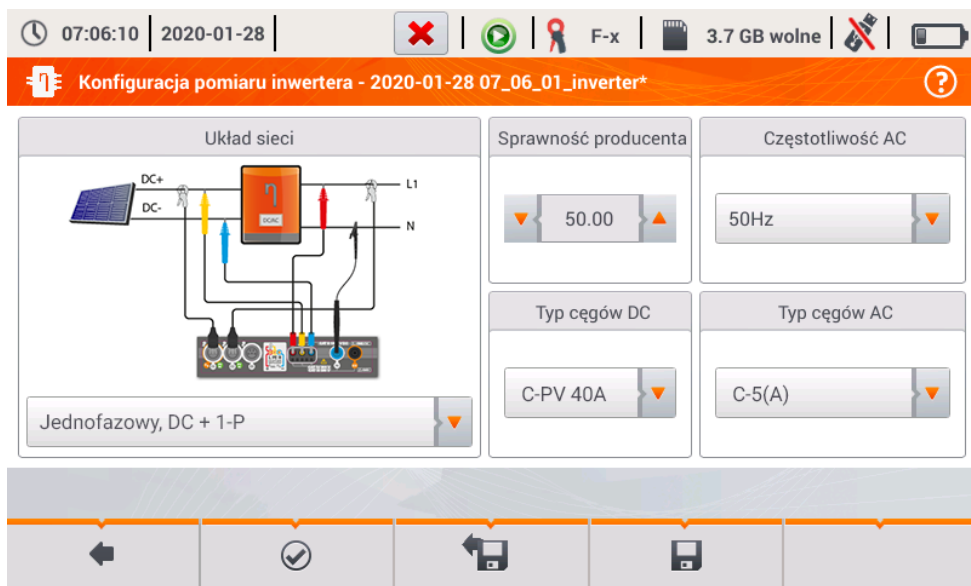
U_{DC} – napięcie mierzone po stronie DC

I_{AC} – prąd mierzony po stronie AC

I_{DC} – prąd mierzony po stronie DC

Wybranie paska chowa menu.

3.20.1 Konfiguracja pomiaru



Rys. 3.10. 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. Na ekranie wyświetlony jest uproszczony schemat podłączenia miernika do badanego obwodu:

 - wejście napięciowe DC+ inwertera należy podłączyć do wejścia L2 miernika,
 - wejście DC- inwertera – do wejścia L3,
 - strona napięciowa AC inwertera powinna być podłączona do wejścia L1 (przewód fazowy) oraz N (przewód neutralny),
 - prąd strony DC inwertera mierzony jest cęgami DC podłączonymi do wejścia I1 cęgów.



Konieczne jest użycie cęgów pozwalających na pomiar prądów stałych.

- prąd strony AC inwertera jest mierzony cęgami podłączonymi do wejścia I2. Użytkownik może wskazać dowolny typ cęgów kompatybilnych z miernikiem.
- **Trójfazowy, DC + 4-P**

Możliwy jest jedynie pomiar sprawności inwerterów trójfazowych 4-przewodowych (układ gwiazdy z przewodem neutralnym). Należy zaznaczyć, że ze względu na ograniczoną liczbę wejść napięciowych, w mierniku nie jest możliwy bezpośredni pomiar wszystkich napięć międzyfazowych. Tym samym mierzone parametry strony AC są podawane z przybliżeniem, tym lepszym, im lepsza jest symetria napięć i prądów wyjściowych inwertera. Jeśli pracuje on w takich układach, przed przystąpieniem do pomiarów sprawności należy zweryfikować asymetrię napięć (współczynnik asymetrii składowej przeciwnej U_2/U_1 powinien być mniejszy niż 1%). Tę weryfikację należy przeprowadzić konfigurując i podłączając miernik w standardowy sposób dla sieci trójfazowej 4-P (**rozdz. 5.6.3, 5.6.4**).

Sposób podłączenia:

- wejście napięciowe DC+ inwertera należy podłączyć do wejścia L2 miernika,
- wejście DC- inwertera – do wejścia L3,
- strona napięciowa AC inwertera powinna być podłączona do wejścia L1 (przewód fazowy) oraz N (przewód neutralny),
- prąd strony DC inwertera mierzony jest cęgami DC podłączonymi do wejścia I1 cęgów.






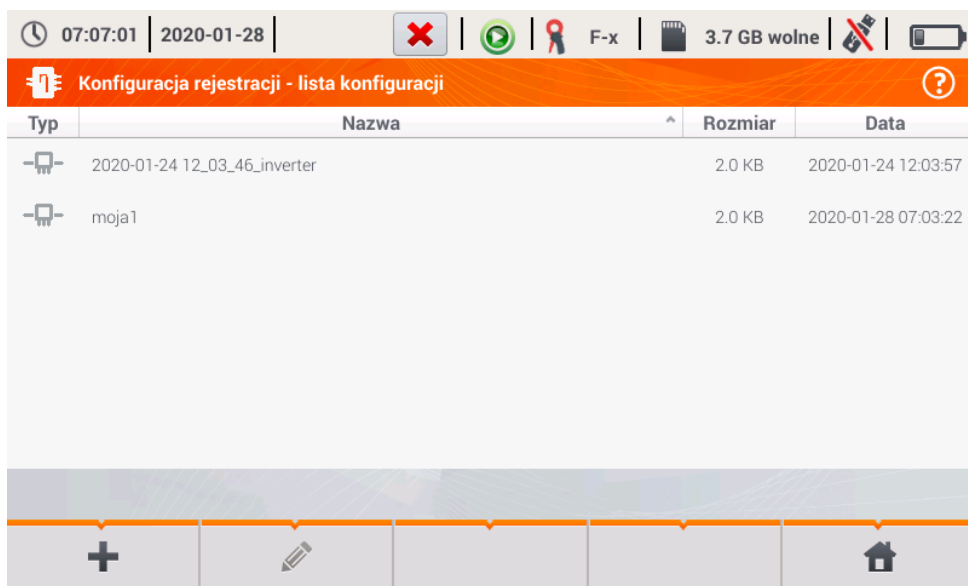
Konieczne jest użycie cęgów pozwalających na pomiar prądów stałych.

- prąd strony AC inwertera jest mierzony cęgami podłączonymi do wejścia I2. Użytkownik może wskazać dowolny typ cęgów kompatybilnych z miernikiem.
- **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 **Rys. 3.11**). Przycisk paska menu  służy do dodawania nowych konfiguracji sprawności inwertera (otworzy się okno jak na **Rys. 3.12** z domyślnymi ustawieniami). Ikona  służy do edycji wybranej konfiguracji.



Rys. 3.11. Menu zapisanych konfiguracji

3.20.2 Odczyty bieżące

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

	η_m [%]	η_d [%]	U [V]	U_{ho1} [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. 3.12. Odczyty bieżące w widoku tabelarycznym w trybie pomiaru sprawności inwertera

- wiersz **AC/DC**:
 - w kolumnie η_m wyświetlona jest wartość sprawności inwertera η_m jako stosunek mocy czynnej strony AC do mocy czynnej strony DC:

$$\eta_m[\%] = \frac{P_{AC}[W]}{P_{DC}[W]} \cdot 100\%$$

- w kolumnie η_d wyświetlona jest różnica między zmierzoną i deklarowaną sprawnością inwertera:

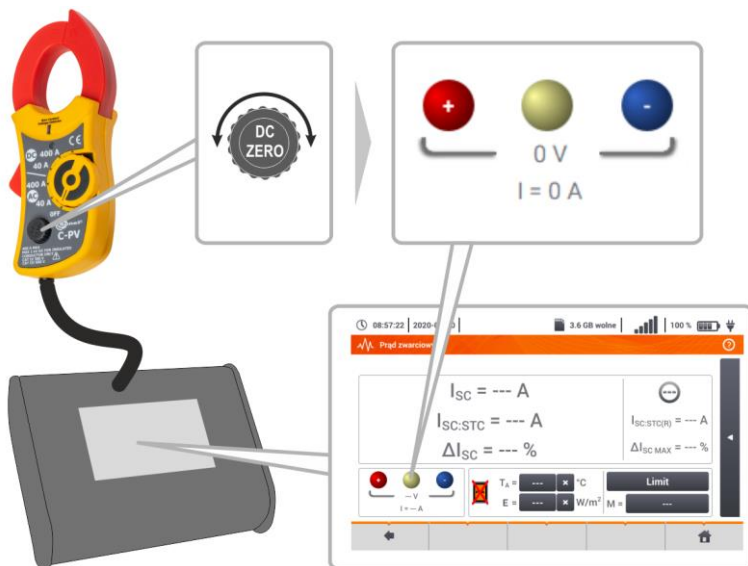
$$\eta_d[\%] = \eta_{nom}[\%] - \eta_m[\%]$$

gdzie η_{nom} jest deklarowaną sprawnością inwertera wprowadzoną na ekranie konfiguracyjnym.

- wiersz **DC** prezentuje parametry strony DC inwertera takie jak napięcie, prąd, moc czynna, energia czynna.
- wartości związane ze stroną AC są wyświetlane w wierszach: **L1** oraz **Σ**.

3.21 MPI-540-PV Zerowanie cęgów C-PV

Przed pomiarem I_{SC} oraz badaniem inwertera (rozdz. 3.19, 3.20) 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.



3.22 MPI-540-PV Irradiancja i temperatura

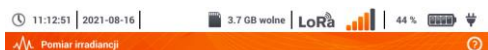
1 Sparować przyrząd i miernik irradiancji zgodnie z rozdz. 2.3.3.

2

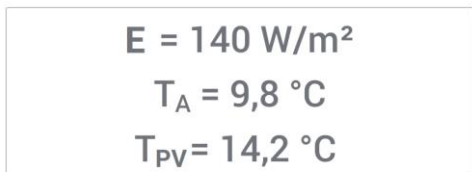


Wybrać pozycję **Irr**, aby wywołać ekran pomiarowy.

3



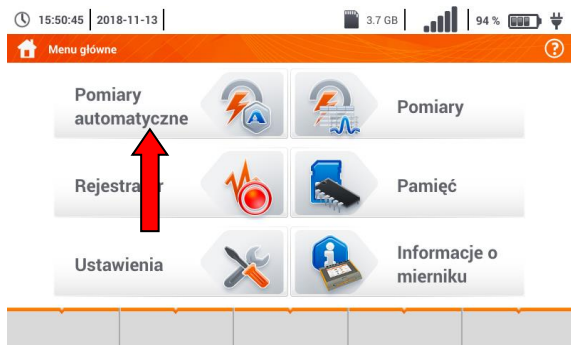
Podłączyć miernik irradiancji do badanego obiektu. Na ekranie widnieją odczyty bieżące:



E – irradiancja,
T_A – temperatura otoczenia,
T_{PV} – temperatura modułu PV.

4 Pomiary automatyczne

W mierniku zawarte są procedury testów automatycznych.



4.1 Wykonywanie pomiarów automatycznych

1

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

Sekwencje pomiarowe są pogrupowane w dwa foldery:
⇒ pomiarów w sieciach TN/TT/IT,
⇒ pomiarów dla stacji ładowania pojazdów elektrycznych EVSE.

Wybrać z listy odpowiedni folder i sekwencję.

2

Podłączyć miernik do układu pomiarowego.

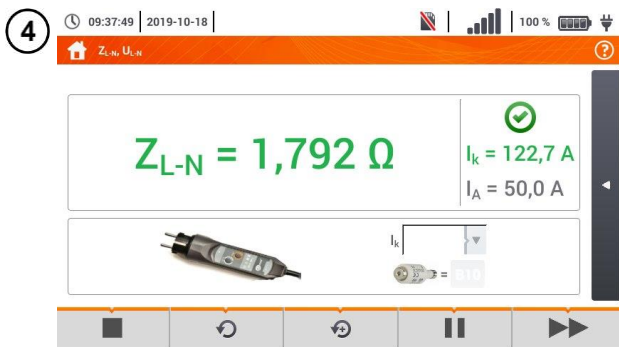
W każdym z pól nastaw wprowadzić rodzaj akcesorium pomiarowego, parametry instalacji i inne wymagane dane.

Opis ikon funkcyjnych

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

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.**

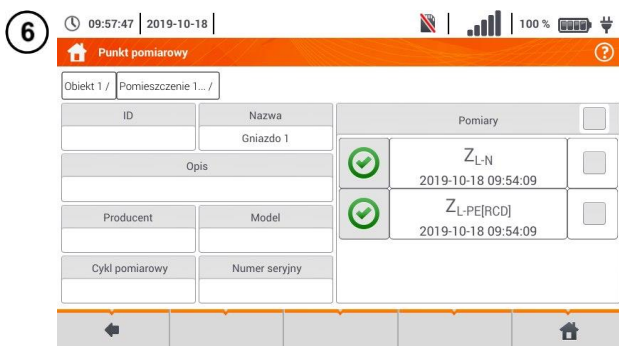


◀ Ekran podsumowania.

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 ↵.

Ikoną 💾 zapisać pomiar do pamięci miernika. Szczegółowy opis zarządzania pamięcią zawarto w **rozdz. 6.1.3.**



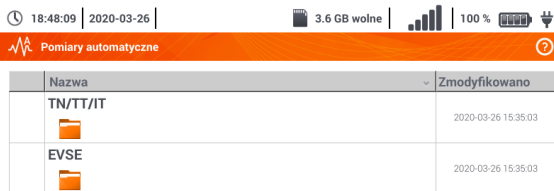
Wszystkie pomiary sekwencji zostaną zapisane w jednym punkcie pomiarowym.

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



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

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

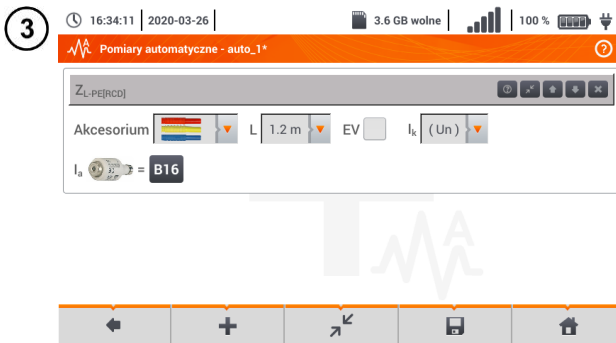


2



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

- ⇒ komunikat tekstowy,
- ⇒ test wizualny.



Po każdym wyborze rozwinie się menu z parametrami kroku.

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

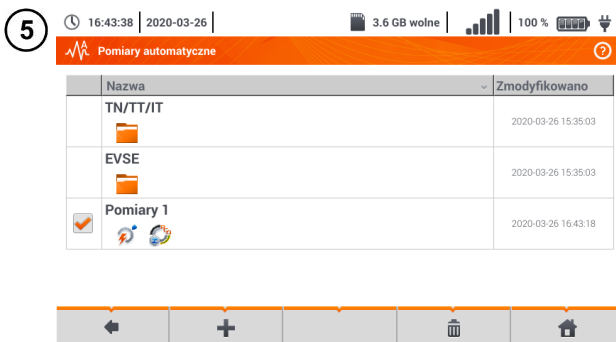
Opis ikon funkcyjnych

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



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

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



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

5 Rejestrator

5.1 Opis funkcjonalny

Miernik MPI-540 może pełnić rolę 3-fazowego rejestratora parametrów zasilania. Umożliwia on pomiar i rejestrację parametrów sieci elektroenergetycznych 50/60 Hz takich jak wartości napięć, prądów, mocy, harmonicznych i innych. Aby 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. Szczegółowy opis zarządzania plikami w pamięci zawarto w **rozd. 5.5.3**.

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 harmoniczných 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

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



- Podczas rejestracji **dioda H.V./REC/CONT.** miga na **czzerwono** w 2-sekundowych odstępach czasu.
- Dla uniknięcia niejednoznaczności w obliczaniu mocy cęgi należy zapinać tak, aby znajdujące się na nich strzałki wskazywały punkt podłączenia zacisku L miernika do badanego obiektu.
- W przypadku zapięcia cęgów odwrotnie można wprowadzić w mierniku stosowną korekcję przed wystartowaniem rejestracji (**rozdz. 5.5.1**).

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

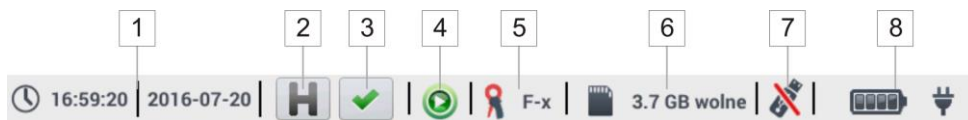
5 Pasek ikon funkcyjnych

6 Pomoc dla aktywnego menu

- Wizualizacja układów połączeń
- Objasnienia funkcji ikon

5.2.1 Pasek górny



W górnej części ekranu znajduje się pasek z kontrolkami statusu (Rys. 5.3).



Rys. 5.3. Elementy paska górnego

- 1 **Aktualny czas i data**
- 2 **Kontrolka funkcji HOLD**

Wybranie tej ikony na ekranach trybu LIVE (podglądu bieżącego sieci, zob. **rozdz. 5.6**) powoduje zatrzymanie odświeżania wyświetlanego obrazu. Ponowne naciśnięcie powoduje powrót do normalnego trybu wyświetlania.
- 3 **Kontrolka poprawności podłączenia rejestratora**

Ikona, która znajduje się na przycisku, informuje o poprawności bądź potencjalnym problemie z konfiguracją lub podłączeniem rejestratora (mogą być wyświetlane symbole **✓**, **?** lub **✗**). Naciśnięcie tej ikony wywołuje okno ze szczegółową informacją o możliwych błędach w podłączeniu rejestratora do badanej sieci i zgodności parametrów sieci z bieżącą konfiguracją pomiarową. Więcej informacji można znaleźć w **rozdz. 5.3.2**.
- 4 **Ikona stanu rejestracji**
 -  rejestracja nieaktywna
 -  rejestracja aktywna
- 5 **Informacja o podłączonych lub skonfigurowanych cęgach prądowych**
 - Jeśli w konfiguracji pomiarowej **cęgi nie są używane**, wyświetlane są **kreski „---”**.
 - Jeśli wybrano **konkretny typ cęgów**, wyświetlana jest ich **nazwa**.
- 6 **Ikona karty pamięci wraz z informacją o wolnym miejscu**

Jeśli karty nie ma w slotcie, ikona jest przekreślona.
- 7 **Ikona pamięci zewnętrznej USB (pendrive)**

Jeśli nie podłączono żadnej zewnętrznej pamięci, ikona jest przekreślona.
- 8 **Ikona stanu akumulatora i podłączonego zasilania sieciowego**

5.2.2 Pasek tytułowy

Pasek tytułowy (Rys. 5.2, element **2**) wyświetla nazwę aktualnego okna głównego wraz z nazwą sekcji. Pozwala użytkownikowi na szybkie zorientowanie się, w której części interfejsu aktualnie się znajduje.

5.2.3 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 (**rozd. 5.4**),
- **Analiza rejestracji** – umożliwia przeprowadzenie analizy zarejestrowanych danych i podgląd bieżącej rejestracji (**rozd. 5.7**),
- **Ustawienia analizatora** – tutaj można znaleźć szereg opcji konfiguracyjnych rejestratora (więcej: **rozd. 5.5**),
- **Kalkulator strat energii** – w tym trybie można oszacować straty finansowe z tytułu złej jakości zasilania,
- **Wyjście** – wyjście do menu głównego.

5.2.4 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.

5.2.5 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:

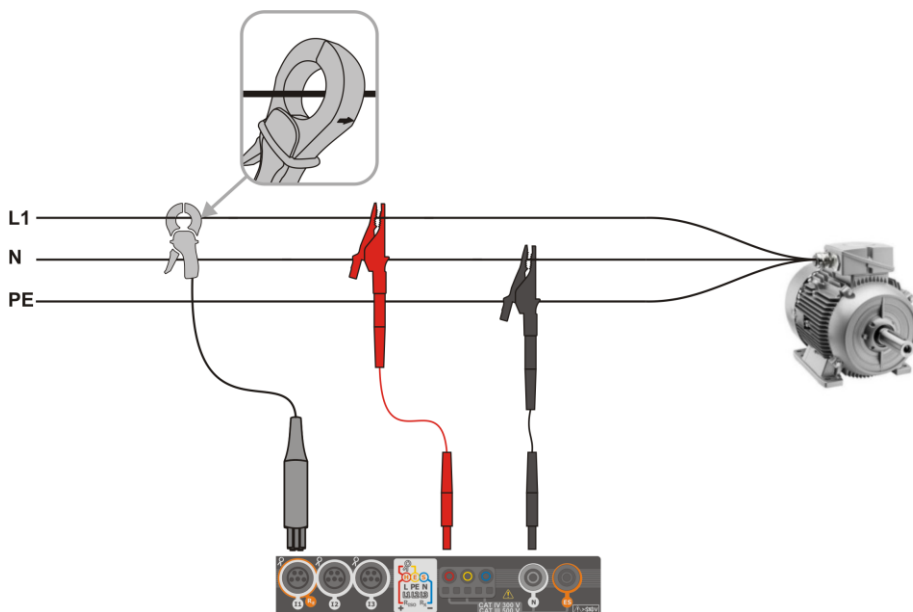
- jednofazowa (Rys. 5.4)
- dwufazowa (z dzielonym uzwojeniem transformatora, ang. *split phase*) (Rys. 5.5),
- trójfazowa 4-przewodowa (Rys. 5.6),
- trójfazowa 3-przewodowa (Rys. 5.7, Rys. 5.8).

W układach 3-przewodowych AC możliwy jest pomiar prądów metodą Arona (Rys. 5.8), przy wykorzystaniu jedynie dwóch par cęgów, mierzących prądy liniowe I_{L1} i I_{L3} . Prąd I_{L2} jest wtedy wyliczany wg zależności:

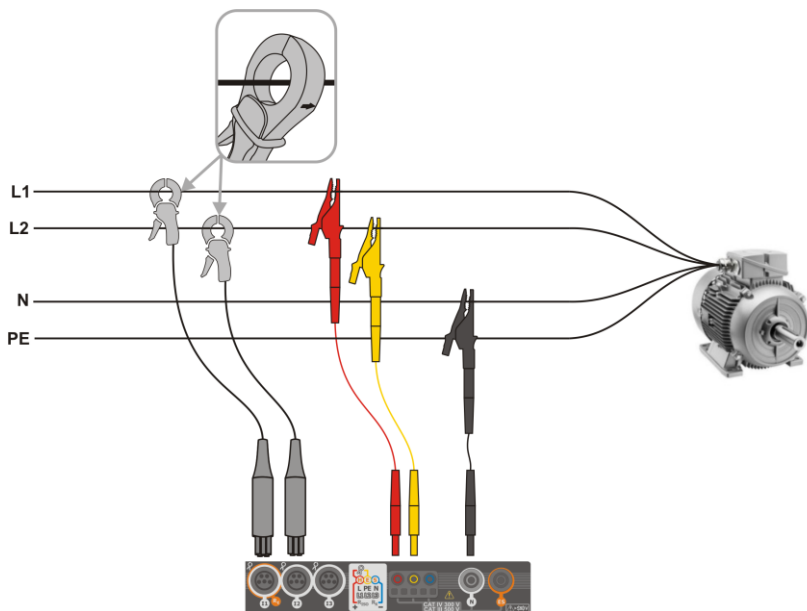
$$I_{L2} = -I_{L1} - I_{L3}$$

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**)

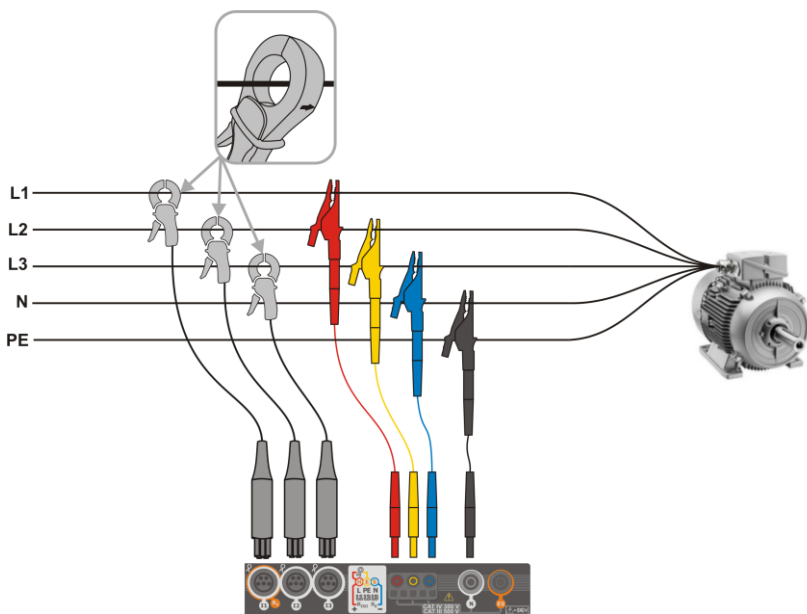
Poniższe rysunki przedstawiają schematycznie sposoby podłączenia analizatora do badanej sieci w zależności od jej typu.



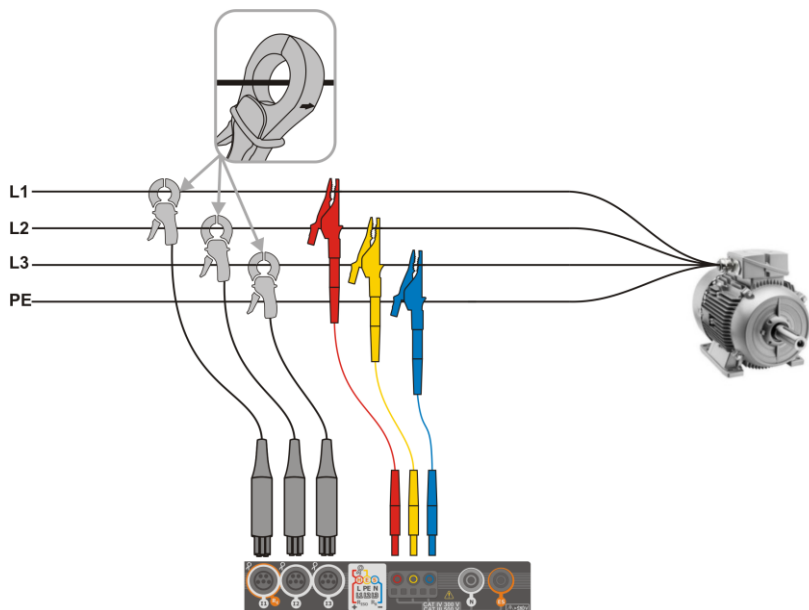
Rys. 5.4 Schemat podłączenia – układ jednofazowy



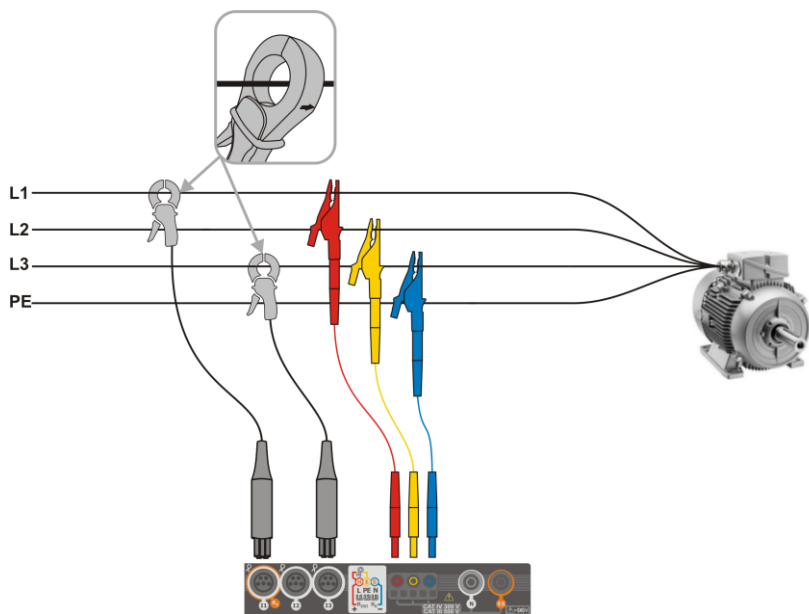
Rys. 5.5 Schemat podłączenia – układ dwufazowy



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



Rys. 5.7 Schemat podłączenia – układ trójfazowy z trzema przewodami roboczymi



Rys. 5.8 Schemat podłączenia – układ trójfazowy z trzema przewodami roboczymi (pomiar prądów metodą Arona)

5.3.2 Kontrola poprawności podłączenia

Wybranie na pasku górnym ikony poprawności podłączenia (Rys. 5.3 element 3) powoduje wyświetlenie okna, które podaje kilka istotnych informacji o podłączeniu rejestratora do badanej sieci. Informacja ta **pomaga użytkownikowi w weryfikacji zgodności** aktualnej konfiguracji rejestratora z parametrami mierzonej sieci.

- **Wartości napięć** – dwie możliwe ikony:
 - ✓ wartości skuteczne napięć są poprawne, mieszczące się w tolerancji $\pm 15\%$ od wartości nominalnej napięcia,
 - ✗ wartości skuteczne są poza zakresem $U_{nom} \pm 15\%$.
- **Wartości prądów** – cztery możliwości:
 - ✓ wartości skuteczne prądów są w zakresie $0,3\% I_{nom} \dots 115\% I_{nom}$,
 - ? wartości skuteczne prądów są mniejsze niż $0,3\% I_{nom}$,
 - ✗ wartości skuteczne prądów są większe niż $115\% I_{nom}$,
 - kreski są wyświetlane, gdy pomiar prądów jest wyłączony w konfiguracji.
- **Wektory napięć** – rejestrator weryfikuje poprawność kątów składowych podstawowych i wyświetla odpowiednią ikonę:
 - ✓ wektory mają poprawne kąty w zakresie $\pm 30^\circ$ od wartości teoretycznej dla obciążenia rezystancyjnego i obwodu symetrycznego (w układach 3-fazowych),
 - ? nie można zweryfikować poprawności kątów ze względu na zbyt małą wartość skuteczną napięcia (poniżej $1\% U_{nom}$),
 - ✗ kąty wektorów nieprawidłowe. W układach trójfazowych ta ikona wyświetlana jest m.in. w przypadku odwrotnej kolejności wirowania faz napięciowych.
- **Wektory prądów** – weryfikowana jest poprawność kątów wektorów składowych podstawowych prądów w odniesieniu do wektorów napięć. Wyświetlane są ikony:
 - ✓ wektory są w granicach $\pm 55^\circ$ w stosunku do kątów odpowiadających wektorów napięć, nie można zweryfikować poprawności kątów wektorów prądowych ze względu na zbyt małą wartość skuteczną prądów (poniżej $0,3\% I_{nom}$),
 - ✗ wektory są poza granicami dopuszczalnego przedziału kątów ($\pm 55^\circ$),
 - kreski są wyświetlane, gdy pomiar prądów jest wyłączony w konfiguracji.
- **Częstotliwość:**
 - ✓ zmierzona częstotliwość sieci mieści się w zakresie $f_{nom} \pm 10\%$,
 - ? wartość skuteczna napięcia fazy referencyjnej jest niższa niż 10 V lub brak synchronizacji PLL,
 - ✗ zmierzona częstotliwość jest poza przedziałem $f_{nom} \pm 10\%$.

Ikona wyświetlana na pasku górnym sterowana jest następująco:

- ✗ jeśli w tabeli występuje co najmniej jeden ✗,
- ? jeśli w tabeli występuje co najmniej jeden ?, ale nie ma błędów (brak ✗),
- ✓ jeśli wszystkie parametry mierzone są poprawne.

5.4 Konfiguracja rejestracji

Przed rozpoczęciem jakichkolwiek pomiarów konieczne jest odpowiednie skonfigurowanie rejestratora zgodnie z wymogami użytkownika. Zmiany konfiguracji są wykonywane z poziomu miernika.

5.4.1 Konfiguracja za pomocą miernika

Aby przejść do modułu konfiguracji, należy na ekranie głównym wybrać sekcję **Konfiguracja rejestracji**. Wyświetlona zostanie lista konfiguracji pomiarowych, zapisanych w pamięci rejestratora (Rys. 5.9).

Typ	Nazwa	Rozmiar	Data
	00_0	1.7 KB	2018-05-23 10:43:16
	00_1	1.7 KB	2018-05-23 10:43:16
	00_2	1.7 KB	2018-05-23 10:43:16
	2018-05-24 12_14_08_settings	1.7 KB	2018-05-24 12:14:14

Rys. 5.9. Konfiguracja rejestracji – lista konfiguracji


Tabela składa się z kolumn:


- **Typ** – wyświetlana ikona określa rodzaj konfiguracji pomiarowej:
 - rejestracja wg konfiguracji użytkownika (nieaktywna – kolor szary),
 - rejestracja wg konfiguracji użytkownika (aktywna – kolor zielony),
- **Nazwa** – nadana przez użytkownika nazwa konfiguracji,
- **Rozmiar** – rozmiar pliku konfiguracyjnego,
- **Data** – data i czas utworzenia konfiguracji.


Lista może być **przewijana** przesunięciem palca po obszarze okna.

Sortowanie pozycji odbywa się poprzez dotknięcie nagłówka. W pierwszym wierszu tabeli znajduje się aktywna konfiguracja. W kolejnych pozycje będą posortowane:





- rosnąco (symbol obok nagłówka),
- malejąco (symbol obok nagłówka).

Aby **uaktywnić wybraną konfigurację**, należy wybrać jej wiersz, a następnie ikonę  na dolnym pasku (aktywowanie konfiguracji).


Aby **zmodyfikować wybraną konfigurację**, należy na dolnym pasku wybrać ikonę  (edycja) lub dwukrotnie dotknąć wiersz danej konfiguracji.

Aby **dodać nową konfigurację**, należy wybrać ikonę .

Opis ikon funkcyjnych







-  dodanie nowej konfiguracji
-  edycja aktywnej konfiguracji
-  uaktywnienie wybranej konfiguracji
-  powrót do menu głównego trybu rejestratora



5.4.2 Konfiguracja rejestracji

Po wybraniu ikony  zostanie wyświetlone okno jak na Rys. 5.10. 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.



Symbol gwiazdki po nazwie ekranu sygnalizuje, że konfiguracja została **zmodyfikowana**, lecz **nie jest zapisana**.

16:58:47 | 2018-07-20 |    F-x |  1.8 GB wolne |  

 Konfiguracja rejestracji - defaultConfiguration 

Układ sieci

Częstotliwość

Napięcie nominalne

Okres uśredniania

Typ cęgów

Trójfazowy 4-P


f_n: 50 Hz

N

default registration

Rys. 5.10. Konfiguracja rejestracji - ustawienia ogólne

W tym miejscu można zdefiniować:

- **Układ sieci.** Wybierając ikonę listy rozwijanej  lub samą nazwę sieci, można ustawić następujące typy:
 - o **Jednofazowy,**
 - o **Dwufazowy,**
 - o **Trójfazowy 4-P** – układy z przewodem neutralnym takie jak gwiazda z N,
 - o **Trójfazowy 3-P** – układy bez przewodu neutralnego: gwiazda bez N i trójkąt,
 - o **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:
 - o **50 Hz,**
 - o **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:
 - o 1 s,
 - o 3 s,
 - o 10 s,
 - o 30 s,
 - o 1 min,
 - o 10 min,
 - o 15 min,
 - o 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:
 - o **Brak** – brak zastosowanych cęgów,
 - o **F-x** – cęgi giętke (cewka Rogowskiego) o zakresie nominalnym 3000 A AC,
 - o **C-4** – cęgi CT (z rdzeniem) o zakresie 1000 A AC,
 - o **C-5** – cęgi z czujnikiem Halla o zakresie 1000 A AC/DC,
 - o **C-6** – cęgi CT (z rdzeniem) o zakresie 10 A AC,
 - o **C-7** – cęgi CT (z rdzeniem) o zakresie 100 A AC.



Opis ikon funkcyjnych



powrót do listy konfiguracji bez zapisywania zmian



zapisanie zmian. Pojawi się dodatkowe okno, w którym można:

- o zmienić nazwę konfiguracji,
- o ustawić zapisywaną konfigurację jako aktywną  lub nieaktywną ,
- o zaakceptować wybór (**OK**),
- o anulować wybór (**Anuluj**)

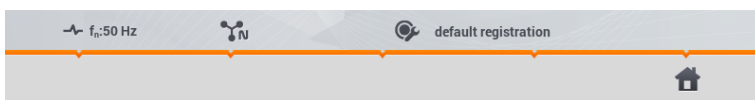
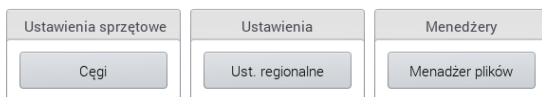


powrót do menu głównego trybu rejestratora

5.5 Ustawienia analizatora

Na ekranie **Ustawienia analizatora** możliwe jest:

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

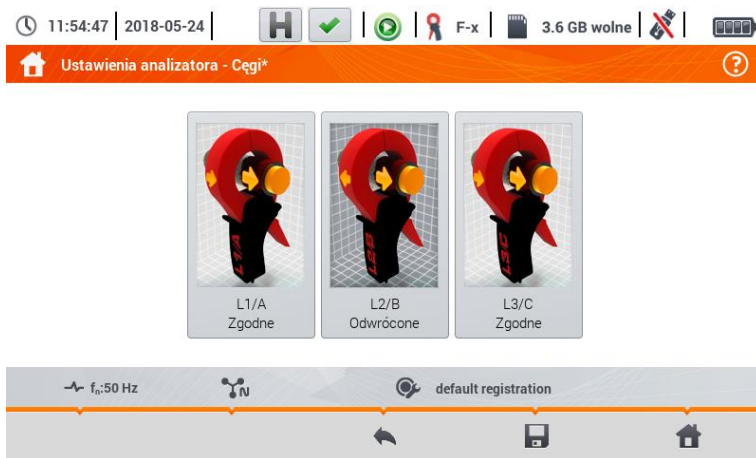


5.5.1 Ustawienia sprzętowe – cęgi (sposób podłączenia)

Jeżeli cęgi nie zostały zapięte zgodnie z kierunkiem przepływu prądu, można wprowadzić tę informację do miernika. Wówczas odczyty rejestratora zostaną automatycznie skorygowane. Taka możliwość jest przydatna w sytuacjach, gdy fizyczne przełożenie cęgów jest niemożliwe albo utrudnione.






Aby **wprowadzić informację** o sposobie zapięcia cęgów, dotkną odpowiednią ikonę. Sposób podłączenia (zgodne/odwrócone) zmieni się na przeciwny (odwrócone/zgodne).



Fazy cęgów nie można zmieniać podczas rejestracji.

Opis ikon funkcyjnych

-  powrót menu ustawień rejestratora
-  zapisanie zmian. Pojawia się dodatkowe okno, w którym można:
 - o zaakceptować wybór (**Tak**)
 - o anulować wybór (**Nie**)
-  powrót do menu głównego trybu rejestratora

5.5.2 Ustawienia – Ust. regionalne

Na ekranie **Ust. regionalne** można zmienić:

- **identyfikację faz.** Dostępne opcje:
 - o L1, L2, L3,
 - o A, B, C,
- **kolory faz.** Dostępne są schematy barwowe przewodów dla:
 - o Unii Europejskiej,
 - o Australii,
 - o Indii,
 - o Chin,
 - o Stanów Zjednoczonych,
 - o jak również dwa dodatkowe schematy (U1, U2), konfigurowalne przez użytkownika.



Rys. 5.11 Ustawienia regionalne

1 Jeśli wybrano opcję U₁ lub U₂, pojawi się ekran wyboru koloru dla przebiegów prądu lub napięcia danej fazy

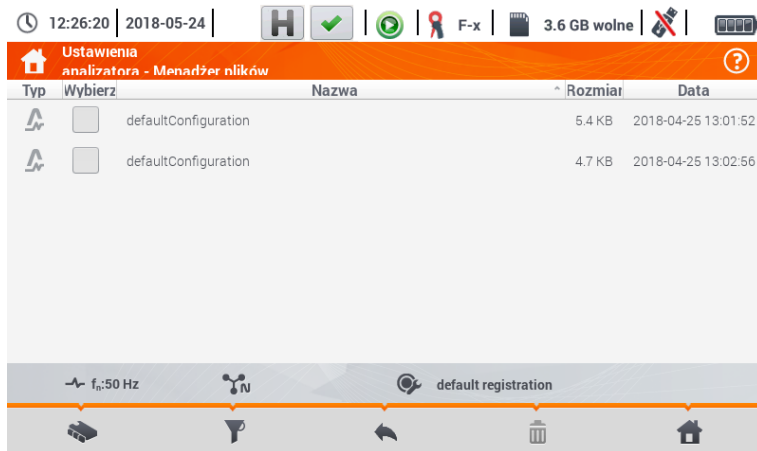
- 2 Dotknąć kontrolki żądanej zmiennej.
- 3 Dotknąć żądany kolor w obszarze wyboru barw.
- 4 Powtórzyć kroki 2 3 żadaną ilość razy.
- 5 **Ok** - zatwierdzenie zmian i powrót do poprzedniego ekranu
Anuluj - odrzucenie wyboru i powrót do poprzedniego ekranu

Opis ikon funkcyjnych




- powrót do menu **Ustawienia analizatora**
- zapisanie zmian
- powrót do menu głównego trybu rejestratora

5.5.3 Menedżery – menedżer plików


Na ekranie **Ustawienia analizatora – menedżer plików** można przeglądać rejestracje znajdujące się w pamięci miernika.







a. Przeglądanie danych




W kolumnie **Typ** zawarte są ikony określające typ rekordu (przebieg , zrzut ekranu , plik konfiguracyjny ). Checkbox w kolumnie **Wybierz** pozwala na uaktywnienie żądanego wpisu (→).


Opis ikon funkcyjnych


 wybór lokalizacji, którą chce się przeszukiwać. Po wybraniu pojawia się menu z następującymi opcjami:

-  wybór karty microSD
-  wybór pamięci wewnętrznej miernika
-  zapis aktywnych () plików na pendrive (opcja aktywna, jeśli w gnieździe USB znajduje się pendrive)
- uaktywnienie/odznaczenie wszystkich rekordów
- zamknięcie menu

 filtrowanie listy plików. Po wybraniu ikony pojawiają się opcje filtrowania (możliwość wielokrotnego wyboru, ikona aktywnego filtra ma barwę **pomarańczową**):


-  zapisane przebiegi
-  plik konfiguracyjny
-  zrzuty ekranu z przebiegami

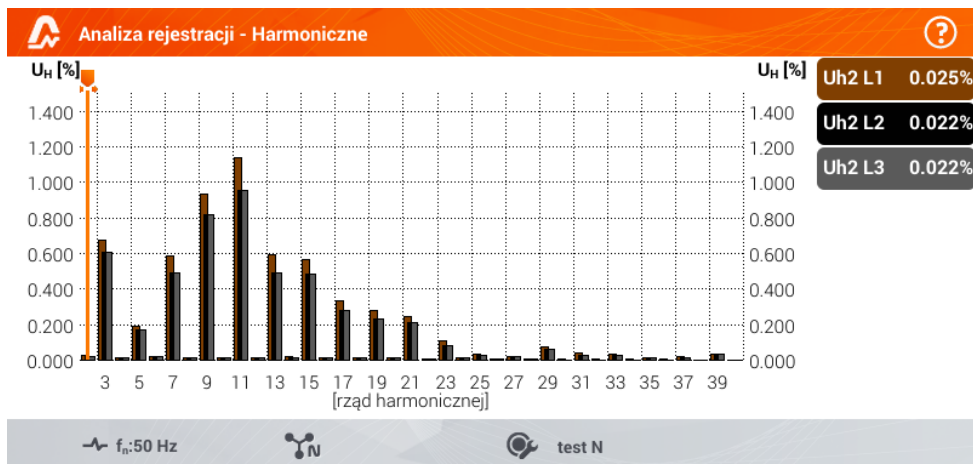
 powrót do menu **Ustawienia analizatora**

 usunięcie aktywnego () rekordu.

 powrót do menu głównego trybu rejestratora





b. Podgląd danych

Z poziomu menedżera plików można otworzyć zawartość zrzutów ekranu (symbol ). W tym celu dotknąć dwukrotnie żądanej pozycji (Rys. 5.12).



Rys. 5.12 Podgląd przykładowego zrzutu ekranu

Opis ikon funkcyjnych

-  poprzedni zrzut ekranu
-  następny zrzut ekranu
-  powrót do menedżera plików
-  powrót do menu głównego trybu rejestratora

5.6 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 wskazawczego,

 widok harmonicznych.

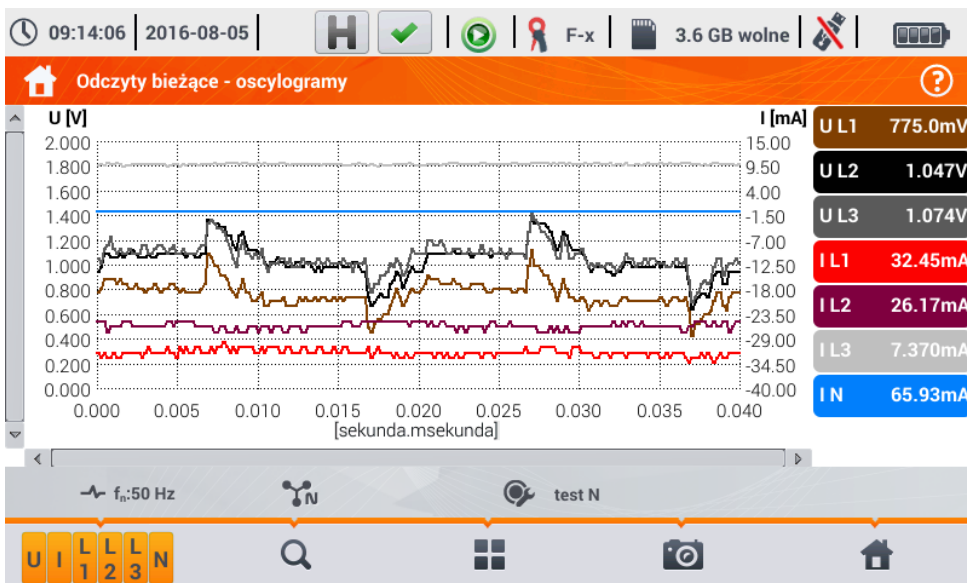
Odświeżanie ekranu w trybie LIVE można czasowo zablokować używając funkcji **HOLD** (zobacz opis paska górnego w **rozdz. 5.2.1**).

- 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**).

5.6.1 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).

Przykładowy ekran pokazano na Rys. 5.13. **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**.




Rys. 5.13. Odczyty bieżące - oscylogramy

[Opis ikon funkcyjnych](#)



menu aktywnych kanałów. Po dotknięciu otwiera się dodatkowy pasek menu z przyciskami do włączania lub wyłączenia wyświetlania danej fazy lub prądu i napięcia. Aktywny kanał sygnalizowany się kolorem **pomarańczowym** ikony. Należy pamiętać, że **zawsze na ekranie musi być wyświetlony przynajmniej jeden przebieg** (nie można wyłączyć wszystkich). W menu wyświetlane są tylko przyciski kanałów, które występują w danym układzie sieci. Z poziomu tego menu można wyłączać:

- U zbiorczo wszystkie przebiegi napięć
- I zbiorczo wszystkie przebiegi prądów
- L1 zbiorczo wszystkie przebiegi fazy L1
- L2 zbiorczo wszystkie przebiegi fazy L2
- L3 zbiorczo wszystkie przebiegi fazy L3
-  wybranie tej ikony zamyka menu



zmiana powiększenia wyświetlanego przebiegu. Po wybraniu ikony rozwija się menu z opcjami:



po wybraniu tej ikony w obszarze wykresu zakreślić palcem obszar, który ma podlegać powiększeniu. Wykres zostaje powiększony; można go przesunąć palcem w górę, dół i na boki



po wybraniu tej ikony wykres pomniejszy się skokowo



wybranie tej ikony zamyka menu powiększania (można również wybrać 



ikona wyboru typu widoku. Wyświetla się dodatkowe menu, w którym można zmienić typ widoku trybu LIVE



zrzut ekranu. Wybranie powoduje zapisanie aktualnej zawartości okna głównego do pliku graficznego. Nazwa pliku jest tworzona automatycznie na podstawie nazwy widoku i aktualnej daty, np. „Odczyty bieżące – oscylogramy – 2016-08-01 12_00_00”. Pliki zapisywane są w pamięci wewnętrznej miernika




powrót do menu głównego trybu rejestratora



- Wykres można również skalować gestami. Aby go **powiększyć, rozsunać** w przeciwnie strony dwa palce dotykające ekranu). Aby **pomniejszyć – zbliżyć** do siebie dwa palce dotykające ekranu).
- Przebiegi powracają do domyślnego rozmiaru po włączeniu lub wyłączeniu jakiegokolwiek kanału (przyciski po prawej stronie).


5.6.2 Wykres czasowy wartości skutecznych


Po wybraniu ikony  wyświetla się widok wykresu czasowego (Rys. 5.14). Ten widok wyświetla wykres wartości skutecznych napięć i prądów w czasie. Całe okno obejmuje czas ok. 110 sekund. Po zapełnieniu całego okna wykres przesuwają się w lewo o 30 sekund.











Rys. 5.14. Odczyty bieżące - wykres czasowy

Opis ikon funkcyjnych

 Menu aktywnych kanałów. Po dotknięciu otwiera się dodatkowy pasek menu z przyciskami do włączania lub wyłączenia wyświetlania danej fazy lub prądu i napięcia. Aktywny kanał sygnalizowany się kolorem **pomarańczowym** ikony. Należy pamiętać, że **zawsze na ekranie musi być wyświetlony przynajmniej jeden przebieg** (nie można wyłączyć wszystkich). W menu wyświetlane są tylko przyciski kanałów, które występują w danym układzie sieci. Z poziomu tego menu można wyłączać:

- U zbiorczo wszystkie przebiegi napięć
- I zbiorczo wszystkie przebiegi prądów
- L1 zbiorczo wszystkie przebiegi fazy L1
- L2 zbiorczo wszystkie przebiegi fazy L2
- L3 zbiorczo wszystkie przebiegi fazy L3
-  wybranie tej ikony zamyka menu


-  zmiana powiększenia wyświetlanego przebiegu. Po wybraniu ikony rozwija się menu z opcjami:
 -  po wybraniu tej ikony w obszarze wykresu zakreślić palcem obszar, który ma podlegać powiększeniu. Wykres zostanie powiększony. Po powiększeniu można go przesuwać palcem w górę, dół i na boki.
 -  po wybraniu tej ikony wykres pomniejszy się skokowo.
 -  wybranie tej ikony zamyka menu powiększania (można również wybrać )

-  ikona wyboru typu widoku. Wyświetla się dodatkowe menu, w którym można zmienić typ widoku trybu LIVE
-  zrzut ekranu. Wybranie powoduje zapisanie aktualnej zawartości okna głównego do pliku graficznego. Nazwa pliku jest tworzona automatycznie na podstawie nazwy widoku i aktualnej daty, np. „Odczyty bieżące – oscylogramy – 2016-08-01 12_00_00”. Pliki zapisywane są w pamięci wewnętrznej miernika
-  powrót do menu głównego trybu rejestratora



- Wykres można również skalować gestami. Aby go **powiększyć, rozsunąć** w przeciwnie strony dwa palce dotykające ekranu). Aby **pomniejszyć – zbliżyć** do siebie dwa palce dotykające ekranu)
- Przebiegi powracają do domyślnego rozmiaru po włączeniu lub wyłączeniu jakiegokolwiek kanału (przyciski po prawej stronie).

5.6.3 Odczyty bieżące – widok tabelaryczny

Po wybraniu ikony  wyświetla się tabela zbiorcza z wartościami parametrów sieci. Tabela odświeża się w czasie rzeczywistym. Przykładowy ekran pokazano na Rys. 5.15.



Rys. 5.15. Odczyty bieżące - pomiary

Kolejne wiersze oznaczono następująco:


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


W kolejnych kolumnach pokazywane są wartości poszczególnych parametrów:

U [V]	wartość skuteczna napięcia,
U_{h01} [V]	wartość skuteczna składowej podstawowej napięcia,
U_{dc} [V]	składowa stała napięcia,
f [Hz]	częstotliwość sieci,
I [A]	wartość skuteczna prądu,
I_{h01} [A]	wartość skuteczna składowej podstawowej prądu,
I_{dc} [A]	składowa stała prądu,
P [W]	moc czynna,
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_{Q1+} lub E_{QB+} [varh] ...	energia bierna pobrana,
E_{Q1-} lub E_{QB-} [varh]	energia bierna oddana,
E_s [VAh]	energia pozorna,
PF	współczynnik mocy (ang. <i>Power Factor</i>),
cosφ	współczynnik przesunięcia fazowego,
P_{st}	krótkookresowy wskaźnik migotania światła,
P_{lt}	długookresowy wskaźnik migotania światła,
U₀ [V]	składowa symetryczna zerowa napięcia,
U₁ [V]	składowa symetryczna zgodna napięcia,
U₂ [V]	składowa symetryczna przeciwna napięcia,
U₂/U₁ [%]	współczynnik asymetrii składowej przeciwnej napięcia,
U₀/U₁ [%]	współczynnik asymetrii składowej zerowej napięcia,
I₀ [A]	składowa symetryczna zerowa prądu,
I₁ [A]	składowa symetryczna zgodna prądu,
I₂ [A]	składowa symetryczna przeciwna prądu,
I₂/I₁ [%]	współczynnik asymetrii składowej przeciwnej prądu,
I₀/I₁ [%]	współczynnik asymetrii składowej zerowej prądu.

Opis ikon funkcyjnych


 przewijanie tabeli w lewo/prawo (można również przesunąć ją palcem)

 ikona wyboru typu widoku. Wyświetla się dodatkowe menu, w którym można zmienić typ widoku trybu LIVE

 zrzut ekranu.

 powrót do menu głównego trybu rejestratora


5.6.4 Wykres wektorowy składowych podstawowych (wskazowy)


Po wybraniu ikony  pojawia się wykres wskazowy (przykład na Rys. 5.16). Obrazuje on układ wektorów składowych podstawowych napięć i prądów. Może służyć do szybkiej weryfikacji poprawności podłączenia rejestratora do badanej sieci.

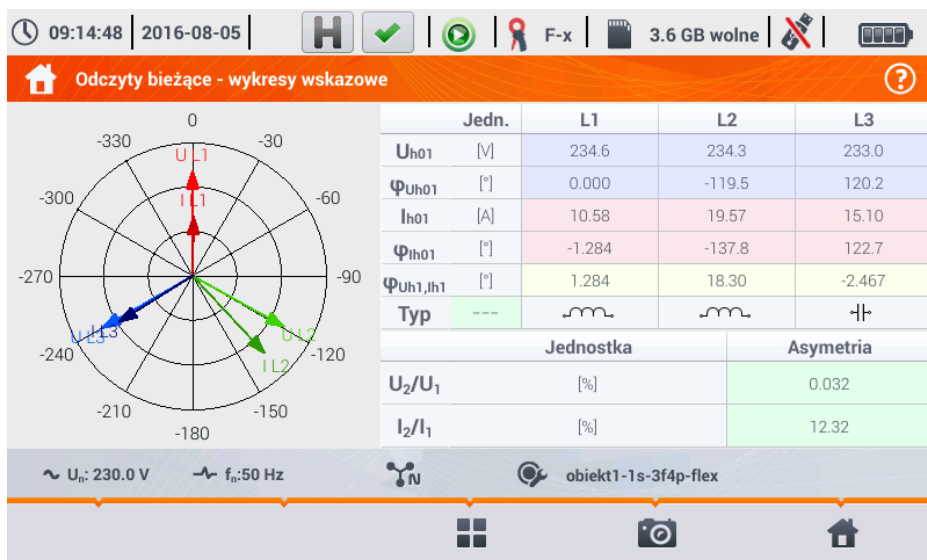
Obok wykresu znajdują się tabele:

- 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).




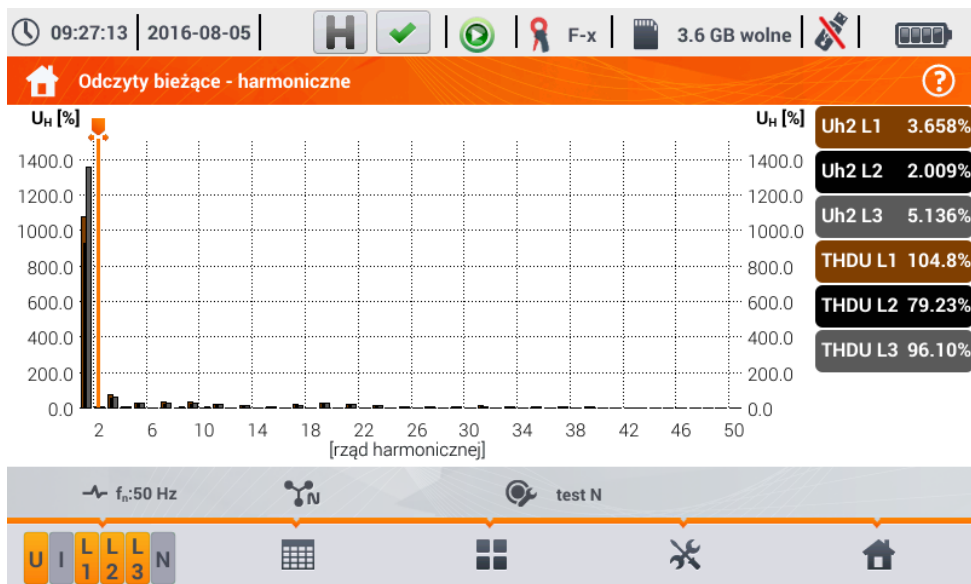
Rys. 5.16. Odczyty bieżące - wykres wskazowy

Opis ikon funkcyjnych

-  ikona wyboru typu widoku. Wyświetla się dodatkowe menu, w którym można zmienić typ widoku trybu LIVE
-  zrzut ekranu
-  powrót do menu głównego trybu rejestratora


5.6.5 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.




Rys. 5.17 Odczyty bieżące - harmoniczne - widok słupkowy


Wykres zawiera:








- o wykresy dla harmonicznych, które zostały wybrane w menu **Wybór danych do wykresu**,
- o suwak  - wskaźnik wartości chwilowych. Użytkownik może go przesunąć w dowolne miejsce wykresu.

Z prawej strony ekranu widnieją etykiety poszczególnych przebiegów. Wyświetlają udział harmonicznych w sygnale podstawowym dla tych harmonicznych, które wskazuje suwak . Ponadto dotknięcie etykiety powoduje ukrycie odpowiadającego jej wykresu (dotyczy tylko trybu wykresu).

Opis ikon funkcyjnych

 menu aktywnych kanałów. Po kliknięciu otwiera się dodatkowy pasek menu z ikonami do włączania lub wyłączenia wyświetlania danej oraz przełączania między prezentacją harmonicznych prądu i napięcia. Aktywny kanał sygnalizowany się kolorem **pomarańczowym** ikony


 przełączenie do widoku tabelarycznego harmonicznych (Rys. 5.18). W tabeli w poszczególnych wierszach wyświetlane są wartości harmonicznych (od składowej stałej DC do harmonicznej rzędu 40-tego) lub kątów między harmonicznymi prądu i napięcia. W przypadku harmonicznych wartości mogą być wyświetlane w jednostkach bezwzględnych (V/A) lub procentowo względem harmonicznej podstawowej


-  przełączenie do widoku histogramu
-  ikona wyboru typu widoku. Wyświetla się dodatkowe menu, w którym można zmienić typ widoku trybu LIVE
-  menu opcji wykresu lub tabeli. Po wybraniu wyświetla się dodatkowy pasek menu, udostępniający kilka nowych opcji:
 -  ukryj/pokaż harmoniczną podstawową (nie dostępne w widoku tabelarycznym)
 - [V,A]** wyświetlanie wartości w jednostkach bezwzględnych (woltzy i ampery)
 - [%]** wyświetlanie wartości w procentach względem składowej podstawowej
 -  zrzut ekranu
 -  zamknięcie menu
-  powrót do menu głównego trybu rejestratora



Rys. 5.18. Odczyty bieżące - harmoniczne - widok tabelaryczny

5.7 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.



W przypadku **zapelnienia** karty pamięci rejestracja kończy się **automatycznie**.

5.7.1 Przybliżone czasy rejestracji

Maksymalny czas rejestracji zależy od kilku czynników, takich jak:

- pojemność karty pamięci,
- czas uśredniania,
- typ sieci.

Kilka wybranych konfiguracji zamieszczono w Tab. 5.2. W ostatniej kolumnie podano przybliżone czasy rejestracji, gdy karta pamięci jest prawie w całości pusta i ma ok. 3,6 GB wolnego miejsca. Jeżeli czas uśredniania jest inny niż wybrana dla przykładowych konfiguracji użytkownika 1 sekunda, przybliżony czas rejestracji ulega proporcjonalnemu wydłużeniu - np. dla uśredniania 10 sekund czas rejestracji będzie 10-krotnością podanego czasu rejestracji przy uśrednianiu 1 sekunda.

Tab. 5.2. Przybliżone czasy rejestracji dla kilku przykładowych konfiguracji

Okres uśredniania	Typ sieci (pomiar prądów aktywny)	Pomiar prądów	Przybliżony czas rejestracji przy przydzielonym miejscu 3,6 GB
10 minut	3-fazowy 4-przewodowy	•	> 10 lat
10 minut	1-fazowy	•	> 10 lat
1 sekunda	3-fazowy 4-przewodowy	•	90 dni
1 sekunda	3-fazowy 4-przewodowy		144 dni
1 sekunda	1-fazowy	•	250 dni
1 sekunda	1-fazowy		330 dni
1 sekunda	3-fazowy 3-przewodowy	•	125 dni
1 sekunda	3-fazowy 3-przewodowy		144 dni

5.7.2 Wskazówki dotyczące rejestracji

Przed uruchomieniem rejestracji należy zwrócić uwagę na następujące zagadnienia:


- Należy sprawdzić poprawność czasu przyrządu. Jeśli data lub czas są nieprawidłowe należy wprowadzić poprawne dane zgodnie z **rozdz. 2.1.1**.
- Należy zweryfikować poprawność połączeń analizatora z badaną siecią. Jeśli ikona poprawności podłączenia analizatora na pasku górnym jest **?** lub **✗**, to zanim rejestracja zostanie uruchomiona zostanie wyświetlone dodatkowe okno ostrzegające o potencjalnym problemie z podłączeniem. Użytkownik musi:
 - o potwierdzić start rejestracji mimo tego lub
 - o zrezygnować ze startu.
- Aby uzyskać więcej informacji o potencjalnym problemie:
 - o należy wywołać okno poprawności podłączenia (rozdz. 5.3.2).
 - o Pomocne może być również **sprawdzenie wykresu wskazowego (rozdz. 5.6.4)** - wektory napięć i prądów; kolejność wirowania faz w układzie 3-fazowym powinna być taka, że faza UL1 (UL1-2) jest na 0°, UL2 (UL2-3) ok. -120°, UL3 (UL3-1) ok. -240°. Oba współczynniki asymetrii (dla napięcia i prądu) pokazywane na tym ekranie powinny być niskie (typowo poniżej 10%).
 - o Na ekranie oscylogramów można sprawdzić kształt przebiegów oraz wartości skuteczne napięć i prądów.
 - o Poprawność podłączenia cęgów prądowych można sprawdzić przez sprawdzenie znaku (znaków) mocy czynnej - w większości przypadków pracy odbiornikowej znak ten będzie dodatni.
- Jeśli rejestracja będzie dłuższa, należy zapewnić ciągłość zasilania przez podłączenie zewnętrznego zasilacza 12 V do gniazda w mierniku (na pasku górnym w prawym rogu pojawi się ikona wtyczki).
- Karta pamięci musi być włożona do gniazda i mieć odpowiednią ilość wolnego miejsca (jest ono wskazywane na górnym pasku). Jeśli na karcie jest mało wolnego miejsca w stosunku to przewidywanej zajętości rejestracji (zależnej m.in. od czasu uśredniania, czasu rejestracji, typu sieci), należy zwolnić miejsce przez usunięcie wcześniejszych rejestracji z karty (przejdź do panelu **Ustawienia analizatora → Menedżer plików**).
- Rejestracja przyjmuje nazwę konfiguracji pomiarowej, która jest aktywna w momencie jej uruchamiania i nie ma później możliwości jej zmiany. Dlatego też pomocne może być wcześniejsze nadanie konfiguracji nazwy opisującej pomiary, aby łatwiej było ją odnaleźć na liście rejestracji (nazwę konfiguracji można zmodyfikować przed startem wchodząc w edycję aktywnej konfiguracji).

5.8 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 powiększenia i markerem momentu czasowego,
- podgląd wykresu słupkowego harmonicznych (uśredniona wartość za cały przedział rejestracji).



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



Na ekranie **Analiza rejestracji – lista rejestracji** znajduje się lista rejestracji (wpisy o symbolu ) zapisanych w pamięci miernika. Listę można przewijać, przesuwając palcem w górę i dół w obrębie widocznego zestawienia.





① Aby otworzyć zawartość pliku:

- dotknąć dwukrotnie żądaną pozycję lub
- pojedynczym dotknięciem uaktywnić żądaną pozycję i wybrać ikonę .

🕒 12:37:49 | 2018-05-24 |     F-x |  3.6 GB wolne |  



 Analiza rejestracji - lista rejestracji 


Typ	Nazwa	Rozmiar	Data
	defaultConfiguration	4.7 KB	2018-04-25 13:02:56
	defaultConfiguration	5.4 KB	2018-04-25 13:01:52

   default registration 


②




🕒 12:40:32 | 2018-05-24 |     F-x |  3.6 GB wolne |  

 Analiza rejestracji - podsumowanie rejestracji 

Konfiguracja rejestracji:  defaultConfiguration

Start:	2018-04-25 13:02:50	$U_{SR\ MIN}$	U_{SR}	$U_{SR\ MAX}$
Stop:	2018-04-25 13:02:56	L1: 725.2mV (0.32%Un)	731.1mV (0.32%Un)	739.2mV (0.32%Un)
Czas trwania: Od Og 0m 6s	L2:	1.768V (0.77%Un)	2.823V (1.23%Un)	5.228V (2.27%Un)
	L3:	548.7mV (0.24%Un)	565.1mV (0.25%Un)	586.5mV (0.26%Un)
	N:	--- (---%Un)	--- (---%Un)	--- (---%Un)
		$I_{SR\ MIN}$	I_{SR}	$I_{SR\ MAX}$
	L1:	131.5mA	306.4mA	627.1mA
	L2:	257.9mA	291.5mA	338.3mA
	L3:	244.3mA	398.4mA	722.6mA
	N:	---	---	---

Pojawi się zawartość rekordu (podsumowanie rejestracji). Na ekranie widoczne są następujące parametry:

- o **Start** – czas rozpoczęcia rejestracji,
- o **Stop** – czas zakończenia rejestracji,
- o **Czas trwania (rejestracji)**.

Ponadto widoczne są parametry napięcia i prądu w przewodach fazowych oraz neutralnym:

$U_{SR\ MIN}$ minimalne napięcie średnie; w nawiasie podano wartość procentową w stosunku do

- U_{SR}** napięcia znamionowego Un,
U_{SR} średnie; w nawiasie podano wartość procentową w stosunku do napięcia znamionowego Un,
U_{SR} MAX maksymalne napięcie średnie; w nawiasie podano wartość procentową w stosunku do napięcia znamionowego Un,
I_{SR} MIN minimalny prąd średni,
I_{SR} prąd średni,
I_{SR} MAX maksymalny prąd średni.

3 12:40:32 | 2018-05-24 | 3.6 GB wolne

Analiza rejestracji - podsumowanie rejestracji

Konfiguracja rejestracji: defaultConfiguration

Start:	2018-04-25 13:02:50	U _{SR} MIN		U _{SR}	U _{SR} MAX
Stop:	2018-04-25 13:02:56	L1:	725.2mV (0.32%Un)	731.1mV (0.32%Un)	739.2mV (0.32%Un)
Czas trwania:	0d 0g 0m 6s	L2:	1.768V (0.77%Un)	2.823V (1.23%Un)	5.228V (2.27%Un)
		L3:	548.7mV (0.24%Un)	565.1mV (0.25%Un)	586.5mV (0.26%Un)
		N:	--- (---%Un)	--- (---%Un)	--- (---%Un)
		I _{SR} MIN		I _{SR}	I _{SR} MAX
		L1:	131.5mA	306.4mA	627.1mA
		L2:	257.9mA	291.5mA	338.3mA
		L3:	244.3mA	398.4mA	722.6mA
		N:	---	---	---

Opis ikon funkcyjnych

- rozwińnięcie opcji analizy graficznej:
- wykres czasowy rejestracji (**rozd. 5.8.1**)
- wykres harmonicznego przebiegu (**rozd. 5.8.2**)
- zamknięcie menu
- powrót do menedżera plików
- kalkulator kosztów energii (**rozd. 5.8.3**)
- powrót do menu głównego trybu rejestratora



- **Minima i maksima napięć** są wyznaczane spośród zarejestrowanych **wartości średnich** (nie są to wartości minimalne i maksymalne RMS_{1/2}). Oprócz wartości w woltach, w nawiasie pokazywana jest wartość procentowa odniesiona do napięcia nominalnego. Jeśli jakiś kanał nie był mierzony w danej konfiguracji, wyświetlane są kreski.
- **Minima i maksima prądów** są wyznaczane spośród **prądów średnich**. Jeśli jakiś kanał nie był mierzony w danej konfiguracji, wyświetlane są kreski.

5.8.1 Wykres czasowy rejestracji


a. Opis funkcjonalny

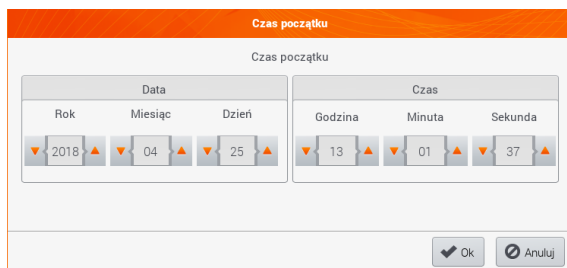
Jeśli w rozdz. 5.8 krok ③ wybrano ikonę , wyświetli się ekran widoczny na rys. Rys. 5.19.



Rys. 5.19. Wykres czasowy rejestracji

Zakres danych, które mają podlegać analizie, można ustalić na dwa sposoby:

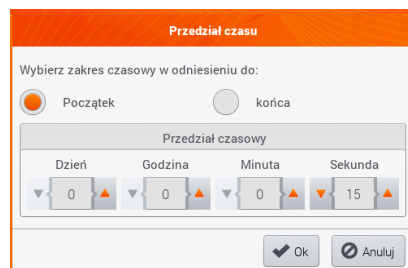
- przeciągając ikony  znajdujące powyżej wykresu lub
- wprowadzając ręcznie brzegowe wartości daty i godziny oraz interwał do analizy.



Ustawienie początku zakresu analizy. Wykres zawiera również informacje o dacie i godzinie oraz interwał czasu.

Data			Czas		
Rok	Miesiąc	Dzień	Godzina	Minuta	Sekunda
2018	04	25	13	01	37

Rys. 5.20 Ustawienie początku zakresu analizy



Ustawienie szerokości zakresu analizy. Wykres zawiera również informacje o dacie i godzinie oraz interwał czasu.

Wybierz zakres czasowy w odniesieniu do:

Początek końca

Przedział czasowy			
Dzień	Godzina	Minuta	Sekunda
0	0	0	15

Rys. 5.21 Ustawienie szerokości zakresu analizy

Czas końca

Czas końca

Data			Czas		
Rok	Miesiąc	Dzień	Godzina	Minuta	Sekunda
2018	04	25	13	01	52

Rys. 5.22 Ustawienie końca zakresu analizy

Ikony resetują zakres analizy do ustawień początkowych.

Opis ikon funkcyjnych

otwiera menu **Wybór danych do wykresu**. Na tym ekranie można wybrać parametry, jakie będą poddawane analizie. Szczegółowy opis przedstawiono w punkcie **b**.

zmiana powiększenia wyświetlanego przebiegu. Po dotknięciu rozwija się dodatkowe menu z ikonami:

po wybraniu tej ikony w obszarze wykresu zakreślić palcem obszar, który ma podlegać powiększeniu. Wykres zostanie powiększony. Po powiększeniu można go przesuwać palcem w górę, dół i na boki

po wybraniu tej ikony wykres pomniejszy się skokowo

wybranie tej ikony zamyka menu powiększania

powrót do menu **Analiza rejestracji – podsumowanie rejestracji**


wykonanie zrzutu ekranu

powrót do menu głównego trybu rejestratora



Wykres można również skalować gestami. Aby go **powiększyć**, należy **rozsunąć** w przeciwnie strony dwa palce dotykające ekranu). Aby **pomniejszyć** – **zbliżyć** do siebie dwa palce dotykające ekranu).

b. Wybór parametrów do wykresu czasowego

Po wybraniu ikony  otwiera się ekran **Wybór danych do wykresu**. Tu można wybrać parametry, jakie będą poddawane analizie. Do każdej z kategorii przypisane są typy odczytów, do nich zaś – parametry, które można wybrać.



Dostępne opcje (różne w zależności od układu sieci)

- **Napięcie Un**
 - U RMS (wartość skuteczna napięcia) – dla faz L1, L2, L3 (A, B, C)
 - U L-L (napięcie międzyfazowe)
 - f (częstotliwość) – dla fazy L1 (A)
- **Prąd**
 - I RMS (wartość skuteczna prądu) – dla faz L1, L2, L3 (A, B, C)
- **Moce**
 - P (moc czynna) – dla faz L1, L2, L3 (A, B, C) oraz suma Σ
 - Q1 (moc bierna) – dla faz L1, L2, L3 (A, B, C) oraz suma Σ
 - Sn (moc odkształceń) – dla faz L1, L2, L3 (A, B, C) oraz suma Σ
 - S (moc pozorna) – dla faz L1, L2, L3 (A, B, C) oraz suma Σ
 - $\cos\phi$ – dla faz L1, L2, L3 (A, B, C) oraz suma Σ
 - PF (współczynnik mocy) – dla faz L1, L2, L3 (A, B, C) oraz suma Σ
- **Energie**
 - EP+ (energia czynna pobierana z sieci) – dla faz L1, L2, L3 (A, B, C) oraz suma Σ
 - EP- (energia czynna oddawana do sieci) – dla faz L1, L2, L3 (A, B, C) oraz suma Σ
 - EQ+ (energia bierna pobierana z sieci) – dla faz L1, L2, L3 (A, B, C) oraz suma Σ
 - EQ- (energia bierna oddawana do sieci) – dla faz L1, L2, L3 (A, B, C) oraz suma Σ
 - ES (energia pozorna) – energia dla faz L1, L2, L3 (A, B, C) oraz sumarycznie Σ
- **Harmoniczne U**
 - THD U (współczynnik zawartości harmoniczných) – dla faz L1, L2, L3 (A, B, C)
 - U h1...U h40 (1...40. harmoniczna napięcia) – dla faz L1, L2, L3 (A, B, C)



- W oknie wyboru parametrów wyświetlane są jedynie te parametry, które były rejestrowane.
- Dla łatwiejszej orientacji, w których polach wybrano parametry do wykresu, pola kategorii i typu są otaczane pomarańczową obwódką, jeśli zawierają jakieś zaznaczone parametry.
- Jeśli użytkownik zaznaczył już cztery parametry, przy próbie zaznaczenia kolejnego zostanie wyświetlone okno z komunikatem o ograniczeniu maksymalnej liczby parametrów na wykresie.

Opis ikon funkcyjnych

- wywołanie wykresu czasowego
- odznaczenie wszystkich zmiennych
- powrót do menu **Wykres czasowy – przedział czasu** (punkt a)
- powrót do menu głównego trybu rejestratora

c. Tworzenie i zarządzanie wykresem czasowym

1 13:41:55 | 2018-05-24 | H ✓ F-x | 3.6 GB wolne |

Analiza rejestracji - wykres czasowy - wybór danych do wykresu ?

Kategoria	Typ	Max	Śr	Min	Chwil
Napięcie Un	URMS	L1	<input checked="" type="checkbox"/>		
Prąd	f				
Moce					
Energie					
Harmoniczne U					

$f_n: 50\text{ Hz}$ default registration

Na ekranie **Wybór danych do wykresu** dobrać dane do wyświetlenia na wykresie. W tym celu:

- w kolumnie **Kategoria** wybrać żądaną pozycję, w kolumnie **Typ** wybrać żądany parametr, a w kolumnie ostatniej wybrać żądaną zmienną (→)
- wybrać ikonę .



Pojawia się wykres czasowy. Zawiera on:

- o przebiegi wielkości wybranych w menu **Wybór danych do wykresu**,
- o suwak - wskaźnik wartości chwilowych. Użytkownik może go przesunąć w dowolne miejsce wykresu.

Z prawej strony ekranu widnieją:

- czas rozpoczęcia rejestracji,
- czas zakończenia rejestracji,
- czas trwania rejestracji ,
- czas odpowiadający położeniu suwaka ,
- o etykiety poszczególnych przebiegów. Wyświetlają one wartości chwilowe odczytów, odpowiadające ustawieniu suwaka na wykresie. Ponadto dotknięcie etykiety powoduje ukrycie wykresu, który reprezentuje.

Opis ikon funkcyjnych

menu aktywnych kanałów. Po wybraniu tej ikony otwiera się dodatkowy pasek menu z przyciskami do włączania lub wyłączania wyświetlania przebiegów ustawionych w kroku (1). Aktywny kanał sygnalizowany jest **pomarańczowym** kolorem przycisku

- zmiana powiększenia wyświetlanego przebiegu. Po wybraniu ikony rozwija się menu z opcjami:
- po wybraniu tej ikony w obszarze wykresu zakreślić palcem obszar, który ma podlegać powiększeniu. Wykres zostaje powiększony; można go przesunąć palcem w górę, dół i na boki
 - po wybraniu tej ikony wykres pomniejsza się skokowo
 - wybranie tej ikony zamyka menu powiększenia (można również wybrać)

✂ menu opcji wykresu lub tabeli. Po wybraniu wyświetla się dodatkowy pasek menu, który umożliwia wybór opisu skali po prawej i lewej stronie wykresu. W tym celu należy kliknąć odpowiednią ikonę z nazwą parametru.



Ikona z nazwą jednostki pojawia się wtedy, gdy na wykresie mamy co najmniej dwa parametry o identycznej jednostce. **Wybranie** takiej ikony powoduje **przeskalowanie przebiegów** mających taką jednostkę **do jednej wspólnej skali** (opisana jednym z uwspólnionych parametrów). Należy pamiętać, że jeśli nie stosuje się uwspólnienia skal, to tylko jeden przebieg, którego jednostkę przypisano do osi, jest skalowany odpowiednio do tej skali, a jego przebieg jest dopasowywany wielkością do okna – pozostałe, nawet mające taką samą jednostkę, już nie.



powrót do ekranu **Wybór danych do wykresu**




wykonanie zrzutu ekranu

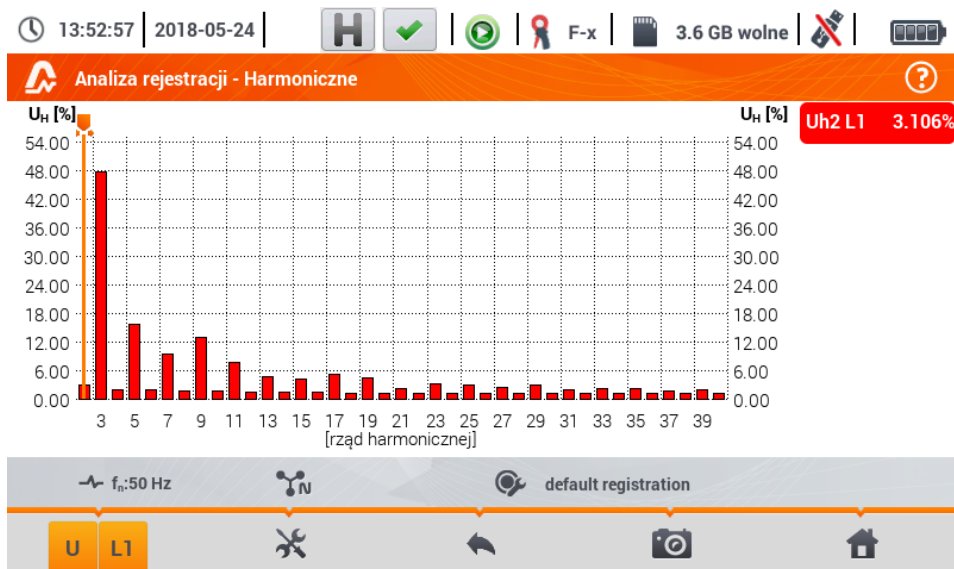


Wykres można również skalować gestami. Aby go **powiększyć, rozsunąć** w przeciwnie strony dwa palce dotykające ekranu). Aby **pomniejszyć – zbliżyć** do siebie dwa palce dotykające ekranu).

5.8.2 Wykres harmonicznych przebiegu


Jeśli w **rozd. 5.8** krok ③ wybrano ikonę , wyświetli się ekran widoczny na Rys. 5.23. Obszar roboczy składa się z wykresu, menu etykiet i menu ikon funkcyjnych.


Ekran ten pozwala na podgląd wartości harmonicznych napięć i prądów, kątów między harmonicznymi prądu i napięcia, współczynników $\cos\phi$ tych prądów oraz współczynników THD. Składowe harmoniczne są wyświetlane w formie wykresu słupkowego (domyślnie) bądź w formie tabelarycznej.




Rys. 5.23. Odczyty bieżące - harmoniczne - widok słupkowy


Wykres zawiera:

- o wykresy dla harmonicznych, które zostały wybrane w menu **Wybór danych do wykresu**,
- o suwak  - wskaźnik wartości chwilowych. Użytkownik może go przesunąć w dowolne miejsce wykresu.

Z prawej strony ekranu widnieją **etykiety** poszczególnych przebiegów. Wyświetlają **nazwę harmonicznej**, jak również jej **udział** w sygnale podstawowym dla tych harmonicznych, które wskazuje suwak . Ponadto dotknięcie etykiety powoduje ukrycie odpowiadającego jej wykresu.

Opis ikon funkcyjnych


 menu aktywnych kanałów. Po wybraniu ikony rozwija się dodatkowy pasek z przyciskami do włączania lub wyłączenia wyświetlania danej oraz przełączania między prezentacją harmonicznych prądu i napięcia. Aktywny kanał sygnalizowany się kolorem **pomarańczowym** ikony.

 menu opcji wykresu lub tabeli. Po wybraniu wyświetla się dodatkowy pasek menu, udostępniający kilka nowych opcji:

 ukryj/pokaż harmoniczną podstawową


[V,A] wyświetlanie wartości w jednostkach bezwzględnych (wołty i ampery)

[%] wyświetlanie wartości w procentach względem składowej podstawowej

 przełączenie do widoku tabelarycznego harmonicznych (Rys. 5.24). W tabeli w poszczególnych wierszach wyświetlane są wartości harmonicznych (harmoniczne do rzędu 40-tego oraz dodatkowo dla trybu **[%]** – również współczynnik THD)

 zamknięcie menu

 powrót do poprzedniego ekranu

 wykonanie zrzutu ekranu

 powrót do menu głównego trybu rejestratora








Rys. 5.24. Odczyty bieżące - harmoniczne - widok tabelaryczny


5.8.3 Kalkulator kosztów energii

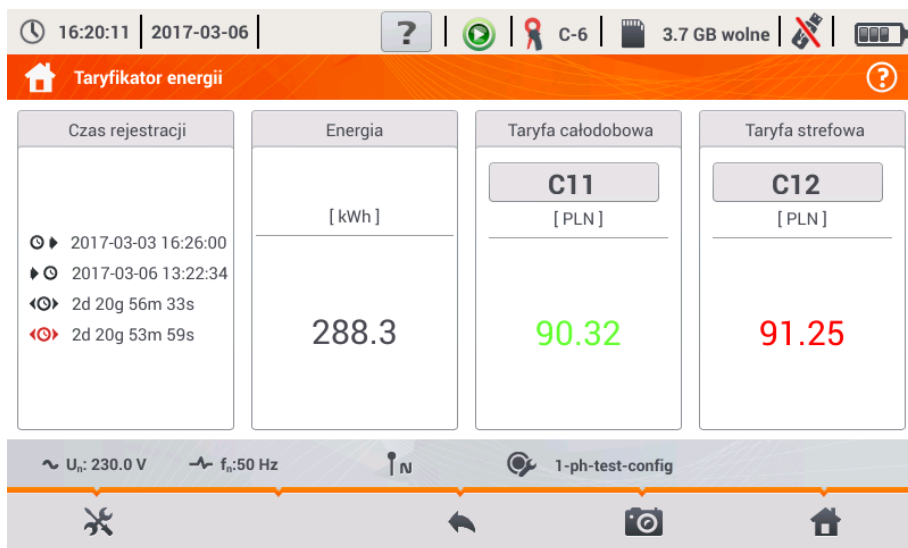
a. Opis funkcjonalny

Gdy wśród parametrów rejestrowanych przez rejestrator jest energia czynna E_P , możliwe jest obliczenie kosztów energii wg taryfikatora ustalonego przez użytkownika. Aby przejść do ekranu taryfikatora,

należy z paska menu na ekranie podsumowania rejestracji (**rozd. 5.7** krok ③) wybrać ikonę . Zostanie wyświetlony ekran kosztów energii jak na **Rys. 5.25**. Kolejne sekcje prezentują:





- **Czas rejestracji** –  początek,  koniec i  czas trwania rejestracji. W ostatniej linii widnieje  czas trwania, który jest analizowany przez algorytm taryfikatora (pełne okresy agregacji). Algorytm umożliwia wyliczenie kosztów energii za cały przedział rejestracji i nie ma możliwości wyboru innego przedziału czasu.
- **Energia** – w tym polu wyświetlana jest całkowita energia czynna w kilowatogodzinach, naliczona w analizowanym przedziale czasu.
- **Taryfa całodobowa** – w tej części jest wyświetlony koszt całkowity energii w wybranej walucie w wariantcie jednostrefowym. W taryfie tego typu obowiązuje jedna stała stawka za kWh niezależnie od pory dnia i dnia tygodnia. **Rodzaj taryfy** (może być modyfikowana przez użytkownika) jest wyświetlany **w górnej części**.
- **Taryfa strefowa** – pokazuje koszt całkowity energii w wybranej walucie w wariantcie wielostrefowym. Tego rodzaju taryfa pozwala na zdefiniowanie dwóch ciągłych przedziałów czasu doby, w których obowiązują niezależne stawki za kWh, oraz trzecia stawka obowiązująca w pozostałych porach doby. **Rodzaj taryfy** (może być modyfikowana przez użytkownika) jest wyświetlany **w górnej części**. Konfigurację stawek i stref przeprowadza się w panelu konfiguracyjnym taryfikatora.

Jeśli użytkownik wcześniej nie używał lub nie zmieniał ustawień taryfikatora, rejestrator używa ustawień domyślnych. Ustawienia taryfikatora można zmodyfikować, wybierając ikonę .



Rys. 5.25. Ekran wyników taryfikatora energii

Opis ikon funkcyjnych


-  przejście do panelu konfiguracyjnego taryfikatora energii
-  powrót do poprzedniego ekranu
-  wykonanie zrzutu ekranu
-  powrót do menu głównego trybu rejestratora

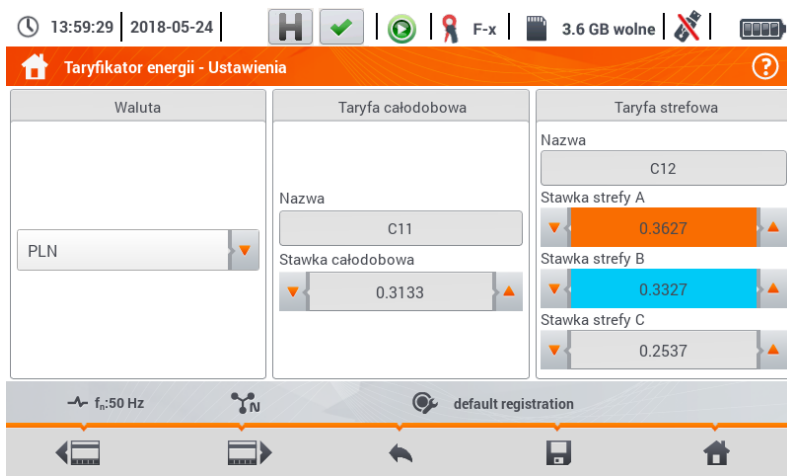
b. Konfiguracja taryfikatora energii

Ustawienia taryfikatora można w prosty sposób modyfikować, dopasowując do indywidualnych potrzeb. Kalkulator pozwala wyliczyć koszty energii według dwóch taryf:

- **Taryfa całodobowa** – w tej najprostszej formie taryfy w całym badanym okresie obowiązuje jedna stawka za każdą naliczoną kilowatogodzinę niezależnie od pory dnia lub dnia tygodnia,
- **Taryfa strefowa** – taryfa bardziej rozbudowana. Pozwala na ustawienie trzech różnych stawek, które obowiązują w innych przedziałach czasu:
 - o **Stawka strefy A** – można wprowadzić koszt 1 kWh dla pierwszego przedziału czasu doby (np. stawka dzienna),
 - o **Stawka strefy B** – można wprowadzić koszt 1 kWh dla drugiego przedziału czasu doby (np. stawka nocna),
 - o **Stawka strefy C** (przedziały czasu nie objęte strefami A i B).

Ustawienia taryfikatora zostały podzielone na dwa ekrany (**Rys. 5.26** i **Rys. 5.27**). Pierwszy ekran pozwala na skonfigurowanie następujących parametrów:

- **Waluta** – można wybrać z listy kilku predefiniowanych walut (PLN, EUR, USD, RUB, INR) lub ustawić własną (do czterech znaków), pokazywaną na liście jako ostatnią pozycję i oznaczoną gwiazdką (*).
- Dla **taryfy całodobowej**:
 - o **Nazwa taryfy całodobowej** (domyślnie C11) – po wybraniu pola nazwy wyświetla się panel do edycji.
 - o **Stawka całodobowa** – koszt 1 kWh energii dla taryfy całodobowej. Po wybraniu pola z wartością wyświetli się panel do edycji. Wartość można zmieniać również za pomocą ikon . Wartości stawek można wprowadzać z dokładnością do czterech cyfr po przecinku.

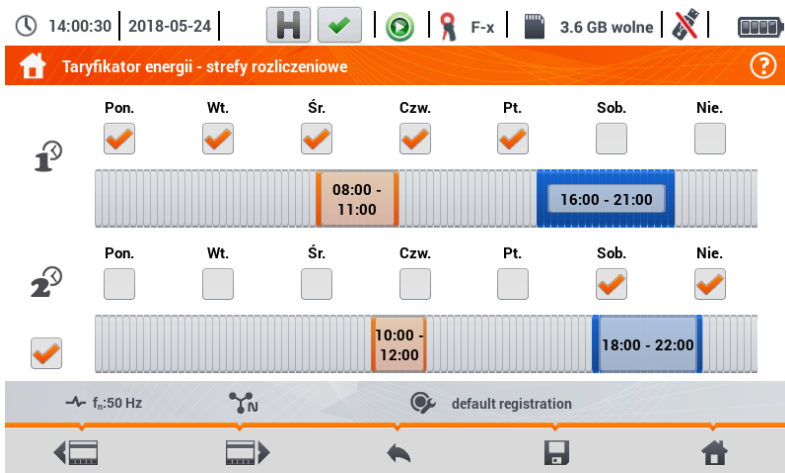


Rys. 5.26 Taryfikator energii – Ustawienia

- Dla taryfy strefowej:
 - Nazwa taryfy strefowej (domyślnie C12),
 - Stawka za 1 kWh strefy A (kolor **pomarańczowy**),
 - Stawka za 1 kWh strefy B (kolor **niebieski**),
 - Stawka za 1 kWh strefy C (w pozostałych okresach doby).

Przedziały czasu doby, które odpowiadają strefom A, B i C, konfiguruje się na drugim ekranie konfiguracyjnym taryfikatora (Rys. 5.27). Głównymi jego elementami są paski reprezentujące całą dobę, podzielone na 15-minutowe bloki.

W **wariantie prostszym** te same ustawienia stref obowiązują dla wszystkich dni w tygodniu (tylko zestaw oznaczony ikoną 1²). Gdyby jednak zachodziła potrzeba skonfigurowania **innych przedziałów czasu** dla wybranych dni (np. sobót i niedziel), to wybierając pole w dolnej lewej części okna, odblokuje się drugi zestaw przedziałów czasu oznaczony ikoną 2². Należy wybrać, w których dniach tygodnia ma obowiązywać drugi zestaw zaznaczając pola wyboru odpowiednich dni tygodnia.



Rys. 5.27 Taryfikator energii – Ustawienia stref rozliczeniowych w taryfie strefowej

Przedziały czasu stref A i B (odpowiednio kolor **pomarańczowy** i **niebieski**) można modyfikować:

- dotykając środka przedziału przesuwając cały przedział lub
- dotykając i przesunąć lewą lub prawą krawędź przedziału, zmieniając tym samym granice czasowe strefy rozliczeniowej.

Czas początku i końca widnieje w środkowej części przedziału. Przyjęta **rozdzielczość** czasu wynosi **15 minut**. **Minimalny czas trwania** przedziału to **2 godziny**.

Opis ikon funkcyjnych

- ◀ ▶ przechodzenie między dwoma ekranami konfiguracyjnymi taryfikatora
- ↶ powrót do ekranu wyników taryfikatora. Jeśli ustawienia zostały zmodyfikowane i zapisane, wyniki kosztów energii zostaną automatycznie przeliczone i wyświetlone.
- 💾 zapis ustawień taryfikatora w pamięci rejestratora
- 🏠 powrót do menu głównego trybu rejestratora

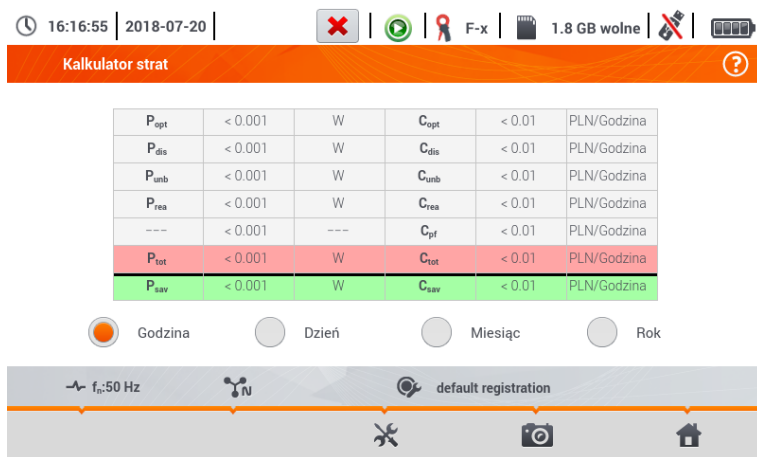


Ustawienia są globalne dla całego rejestratora (nie są związane z konkretną rejestracją).

5.9 Kalkulator strat energii

5.9.1 Opis funkcjonalny

W tym trybie można oszacować straty mocy czynnej oraz wiążące się z nimi koszty z tytułu złej jakości zasilania. Ekran analizy strat przedstawiono na **Rys. 5.28**. Analizy można dokonać w żądanym ujęciu czasowym.



Rys. 5.28 Analiza strat energii

Parametry podlegające analizie

P_{opt} straty mocy na rezystancji przewodów (przy założeniu braku wyższych harmonicznych, asymetrii oraz mocy biernej)

P_{dis} straty spowodowane wyższymi harmonicznymi

P_{unb} straty mocy spowodowane asymetrią sieci

P_{rea} straty mocy spowodowane występowaniem mocy biernej

P_{tot} straty całkowite (suma powyższych)

P_{sav} straty, które można ograniczyć przez polepszenie parametrów jakościowych (np. skompensowanie harmonicznych, zlikwidowanie asymetrii), wynikające z relacji

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

C_{opt} koszt związany ze stratami P_{opt}

C_{dis} koszt związany ze stratami P_{dis}

C_{unb} koszt związany ze stratami P_{unb}

C_{rea} koszt związany ze stratami P_{rea}

C_{pf} koszt związany z niskim współczynnikiem mocy (duży udział mocy biernej)

C_{tot} koszt związany ze stratami P_{rea}




C_{sav} koszt związany ze stratami P_{sav}

Straty finansowe można oszacować na podstawie bieżących odczytów w ujęciu:




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

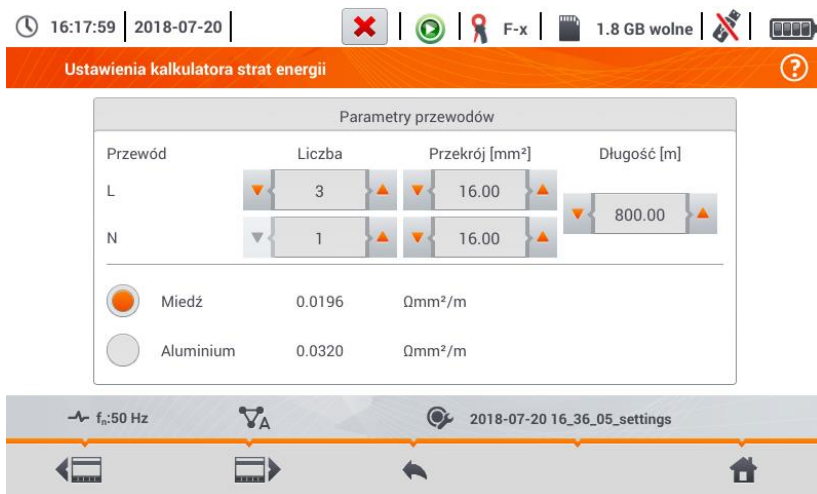
Uaktywnienie jednej z powyższych opcji ( → ) sprawi, że tabela wyświetlać będzie dane adekwatne do dokonanej wyliczenia.

Opis ikon funkcyjnych

-  przejście do panelu konfiguracyjnego kalkulatora strat (**rozdz. 5.9.2**)
-  wykonanie zrzutu ekranu
-  powrót do menu głównego trybu rejestratora

5.9.2 Konfiguracja kalkulatora strat

Po wybraniu ikony  ukazuje się panel konfiguracyjny kalkulatora, przedstawiony na **Rys. 5.29** oraz **Rys. 5.30**. Między ekranami można się przełączać za pomocą ikon  .



Rys. 5.29 Analiza strat energii – ekran konfiguracyjny 1

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

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

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



Rys. 5.30 Analiza strat energii – ekran konfiguracyjny 2

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

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

Aby zmienić walutę:

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

Opis ikon funkcyjnych

przechodzenie między dwoma ekranami konfiguracyjnymi kalkulatora

powrót do ekranu wyników kalkulatora. Jeśli ustawienia zostały zmodyfikowane i zapisane, wyniki zostaną automatycznie przeliczone i wyświetlone.

zapis ustawień kalkulatora

powrót do menu głównego trybu rejestratora

5.10 Sprawność inwertera

Patrz rozdz. 3.20.1, 3.20.2.

6 Pamięć miernika

6.1 Pamięć pomiarów

6.1.1 Ustawienia pamięci

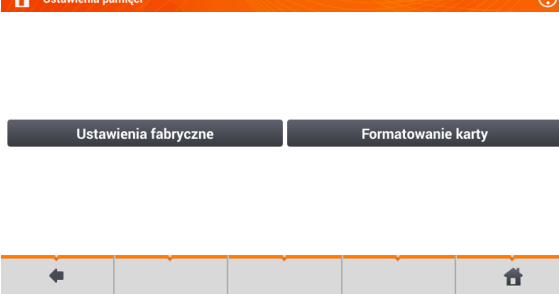
1  W menu głównym wybrać **Ustawienia**.



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.

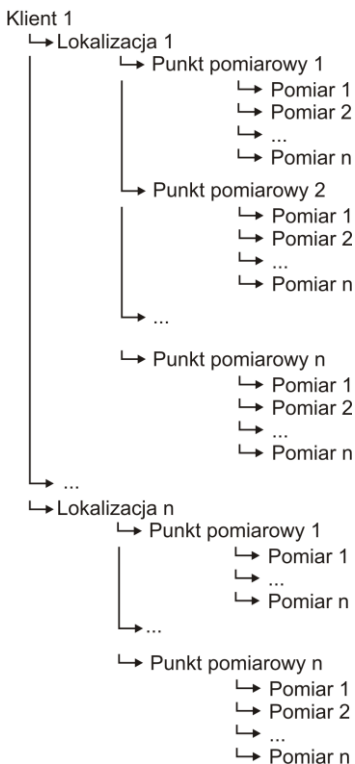
Opis ikon funkcyjnych

 powrót do poprzedniego ekranu

 powrót do menu głównego

6.1.2 Organizacja pamięci

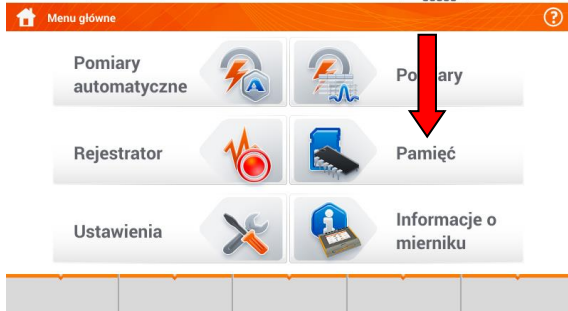
Pamięć wyników pomiarów ma strukturę drzewiastą (Rys. 6.1). Użytkownik ma możliwość zapisu nieograniczonej liczby klientów. W każdym z klientów może utworzyć dowolną liczbę obiektów, z podobiektami.



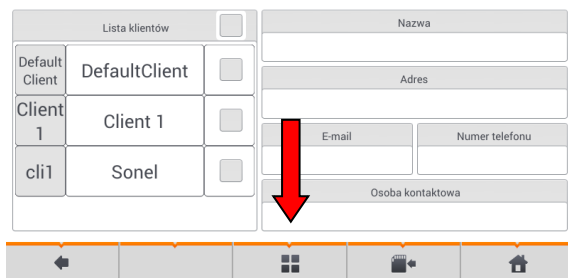
Rys. 6.1. Struktura pamięci miernika dla pojedynczego klienta

a. Podstawy poruszania się po menu Pamięć

1 15:50:45 | 2018-11-13 | 3.7 GB | 94% W menu głównym wybrać **Pamięć**.



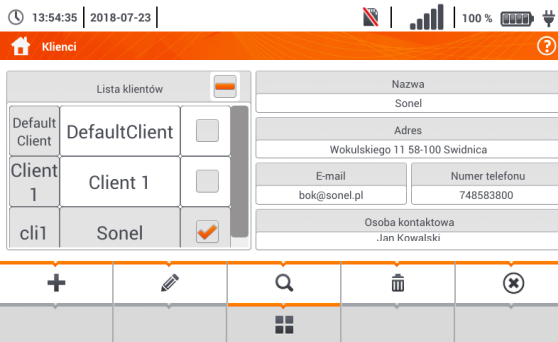
2 13:54:12 | 2018-07-23 | 100% Pojawi się panel zarządzania pamięcią.



Opis ikon funkcyjnych

- pozycja nieaktywna
- pozycja aktywna
- ← powrót do poprzedniego ekranu
- ➡ przejście na niższy poziom aktywnej (✓) pozycji
- ✓ przejście do drzewa folderów aktywnego (✓) klienta
- 🏠 powrót do menu głównego
- 💾 zapis aktywnej pozycji na kartę SD
- ☰ rozwinięcie menu zarządzania aktywną pozycją

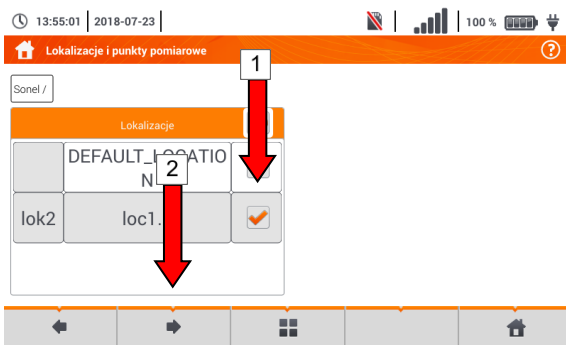
3



Opis ikon funkcyjnych w menu edycji

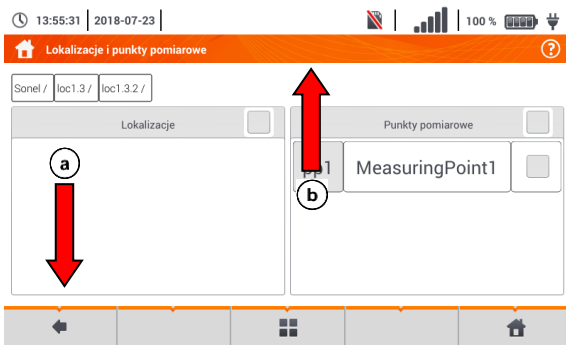
- + dodanie nowego klienta
- ✎ edycja aktywnego klienta
- 🔍 tryb wyszukiwania (rozdz. 6.1.4)
- 🗑️ usunięcie aktywnego klienta
- ✖️ zamknięcie menu

4



Aby przejść na niższy poziom drzewa folderów, należy:

- uaktywnić żądaną pozycję (☐ → ☑️),
- wybrać ikonę ➡️.



a) Aby przejść na wyższy poziom drzewa folderów, wybrać ikonę ⬅️.

b) Aby przenieść się kilka poziomów wyżej, wybrać nazwę żądanego folderu na górnym pasku nawigacji.

b. Dodawanie nowego drzewa pomiarów

1

Ikona + dodać nowego klienta.

2



Dotknąć i uzupełnić z klawiatury ekranowej żądane pola:

- o ID klienta,
- o nazwę,
- o adres,
- o miasto,
- o kod pocztowy,
- o numer telefonu,
- o e-mail,
- o osoba kontaktowa.

3

Wprowadzić nazwę z klawiatury dotykowej (dłuższe przytrzymanie niektórych przycisków wywołuje polskie znaki).

Funkcje ikon

-  odrzucenie zmian i powrót do kroku 2
-  akceptacja zmian i przejście do kroku 4

4

13:58:22 | 2018-07-23

Dodawanie klienta

ID	Nazwa	
cli2	Sonel S.A.	
Adres	Miasto	Kod pocztowy
Wokulskiego 11	Swidnica	58-100
Numer telefonu	E-mail	Osoba kontaktowa
+48748583800	bok@sonel.pl	Jan Kowalski

← [Save] →

- Ikoną  zapisać zmiany.

- Nastąpi powrót do menu zarządzania klientami.

5

13:58:35 | 2018-07-23

Klienci

Lista klientów			Nazwa	
Default Client	DefaultClient	<input type="checkbox"/>	Sonel S.A.	
Client 1	Client 1	<input type="checkbox"/>	Wokulskiego 11 58-100 Swidnica	
cli2	Sonel S.A.	<input checked="" type="checkbox"/>	E-mail	Numer telefonu
cli1	Sonel	<input type="checkbox"/>	bok@sonel.pl	+48748583800
			Osoba kontaktowa	
			Jan Kowalski	


← [Check] [Grid] [Add] →

- Dotknięciem uaktywnić wybranego klienta (→)

- Wybrać ikonę  oraz , aby dokonać edycji danych.

- Dalsze czynności są analogiczne jak w krokach **(2)(3)(4)**.

- Aby przejść do niższego poziomu drzewa:

- o dotknąć etykiety żądanej pozycji,
- o uaktywnić żądaną pozycję i wybrać .

6

13:58:51 | 2018-07-23

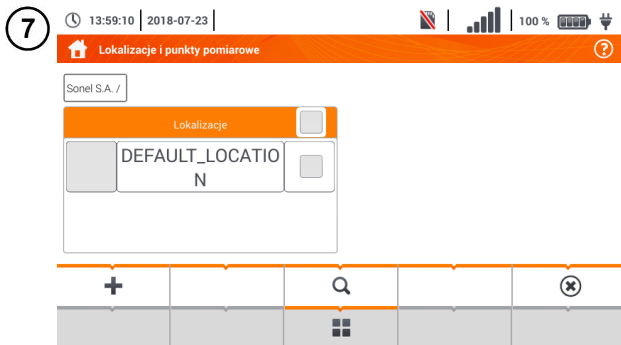
Lokalizacje i punkty pomiarowe

Sonel S.A. /


Lokalizacje	
DEFAULT_LOCATIO	<input type="checkbox"/>
N	<input type="checkbox"/>

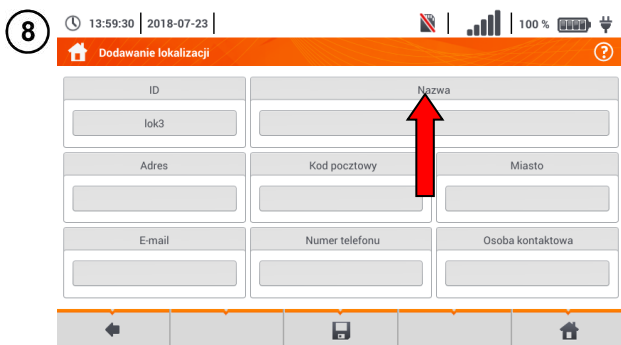
← [Grid] →

Utworzenie nowego klienta skutkuje założeniem domyślnej lokalizacji dla pomiarów.

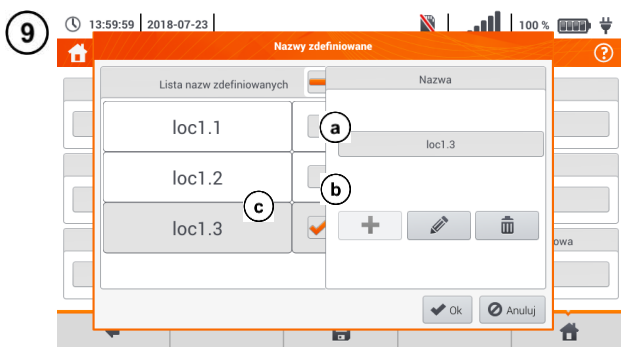


Aby dodać nową lokalizację:

- dotknięciem uaktywnić kolumnę **Lokalizacje**,
- ikoną  rozwinąć menu edycji i wybrać **+**,
- postępować analogicznie jak w krokach **(2)(3)**.





W polu **Nazwa** można zdefiniować listę nazw do późniejszego wykorzystania.





(a) Dotknąć pola tworzenia nowej nazwy i nadać nową analogicznie jak w kroku **(3)**.

(b) Ikoną **+** dodać utworzoną pozycję do listy nazw.

(c) Wybrać żądaną pozycję i za pomocą ikon:

-  dokonać edycji nazwy,
-  usunąć nazwę.

Dotknięciem przypisać lokalizację z listy do żądanego miejsca drzewa ( → ).

Ok – akceptacja wszystkich zmian.



Anuluj – anulowanie zmian.


10

• Ikoną  zapisać zmiany.

• Nastąpi powrót do menu zarządzania lokalizacjami.

11



• Uaktywnić żądaną lokalizację  → .

• Wybrać , aby przejść do niższego poziomu drzewa.

12

Pojawi się ekran lokalizacji i punktów pomiarowych.


• Dotknięciem uaktywnić kolumnę **Lokalizacje**.

• Ikoną  rozwinąć menu edycji i wybrać .


• Postępować analogicznie jak w krokach **(2)(3)(4)** oraz **(8)(9)(10)**.


13


• Uaktywnić lokalizację  → .


• Ikoną  przejść do niższego poziomu menu.

• W razie potrzeby powtórzyć kroki **(12)(13)**.

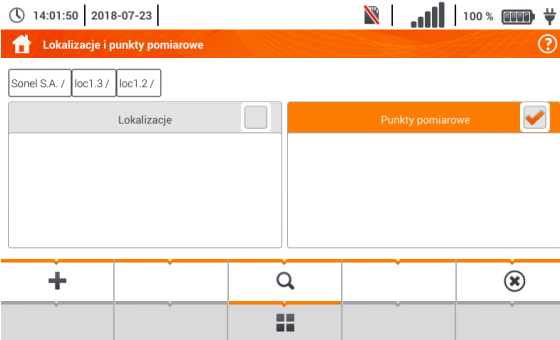
• Ikoną  rozwinąć menu edycji i wybrać:

 aby dokonać edycji lokalizacji (jak w krokach **(8)(9)(10)**),

 by wejść w tryb wyszukiwania (**rozdz. 6.1.4**),

 usunąć.

14



- Uaktywnić kolumnę **Punkty pomiarowe** (☐ → ☑).
- Ikoną ☐ rozwinąć menu edycji i wybrać + aby dodać nowy punkt pomiarowy (krok 15).

15



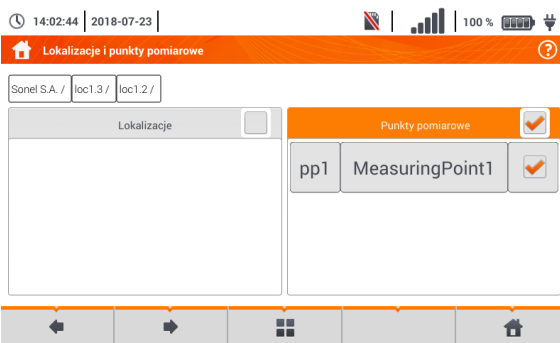
Dotknąć i uzupełnić z klawiatury ekranowej żądane pola:

- o ID punktu,
- o nazwa,
- o opis,
- o producenta,
- o model,
- o numer seryjny,
- o cykl pomiarowy,
- o rok produkcji,
- o klasa bezpieczeństwa,
- o napięcie nominalne,
- o prąd nominalny,
- o moc nominalna.

Opis ikon funkcyjnych

- ☐ powrót do poprzedniego ekranu
- 💾 zapisanie zmian
- 🏠 powrót do menu głównego

16



Punkt pomiarowy został zapisany.

Opis ikon w menu edycji

- + dodanie nowego punktu
- ✎ edycja aktywnego punktu
- 🔍 tryb wyszukiwania (**rozd. 6.1.4**)
- 🗑️ usunięcie aktywnego punktu
- ☒ zamknięcie menu



- 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} (p00), U_{L-PE} (p00)

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

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).

2

15:58:08 | 2018-07-20 | 92 %

Zapisywanie wyniku pomiaru

Sonek / loc1.3 /

Lokalizacje	
loc1.3.1	<input type="checkbox"/>
loc1.3.2	<input checked="" type="checkbox"/>

Punkty pomiarowe	
------------------	--

- Wybrać żądaną lokalizację.
- W razie potrzeby utworzyć nową lokalizację zgodnie z rozdz. 6.1.2b.

3



15:59:32 | 2018-07-20 | 92 %

Zapisywanie wyniku pomiaru

Sonek / loc1.3 /

Lokalizacje	
loc1.3.1	<input type="checkbox"/>
loc1.3.2	<input type="checkbox"/>

Punkty pomiarowe	
p01	<input checked="" type="checkbox"/>
Point 01	<input checked="" type="checkbox"/>

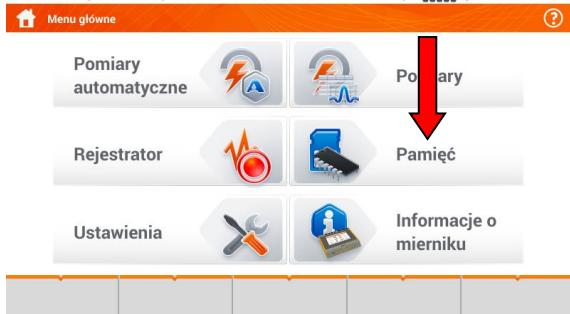
- Wybrać z lokalizacji żądany punkt pomiarowy lub utworzyć nowy zgodnie z rozdz. 6.1.2b krok (14) (15) (16).
- Dotknąć , by zapisać wynik do pamięci.
- W przypadku rezygnacji z zapisu wycofać się do ekranu pomiarowego ikoną .



Zarządzanie obiektami i podobiektami możliwe jest zarówno w trybie zapisu do pamięci, jak i jej przeglądania (rozdz. 6.1.4).

6.1.4 Przeglądanie zapisanych pomiarów

1 15:50:45 | 2018-11-13 | 3.7 GB | 94% | Wybrać **Pamięć**.



2 14:26:58 | 2018-07-23 | 100% |

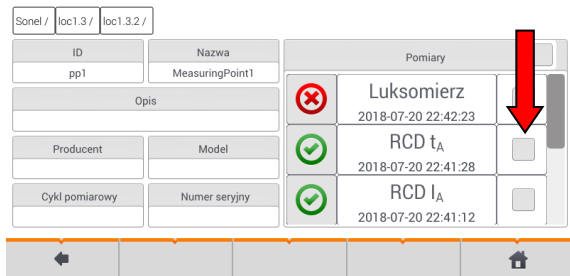
• Przejdź do lokalizacji z punktem pomiarowym, do którego zapisane zostały wyniki pomiarów.

• Uaktywnić żądany punkt pomiarowy (→)

• Ikona ➡ przejść do zawartości punktu pomiarowego.



3 14:27:23 | 2018-07-23 | 100% | Wyświetli się lista pomiarów zawartych w aktywnym punkcie.

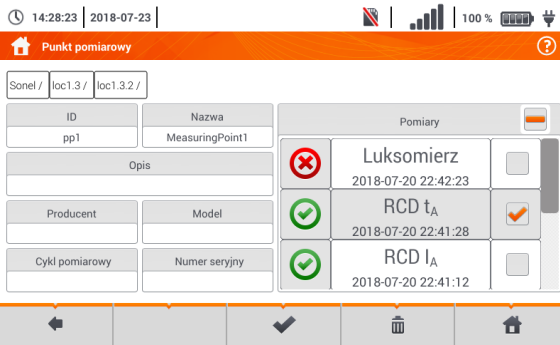


Opis kontrolki sygnalizujących spełnienie ustawionego limitu

- warunek spełniony
- warunek niespełniony
- nie zdefiniowano limitu

Aby wywołać menu zarządzania pomiarami, uaktywnić żądane rekordy (→)

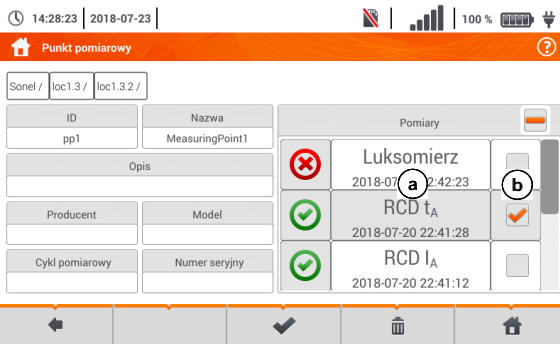
4



Opis ikon funkcyjnych

- ← powrót do poprzedniego ekranu
- ✓ przejście do szczegółów (krok 5)
- 🗑️ usunięcie aktywnego rekordu
- 🏠 powrót do menu głównego

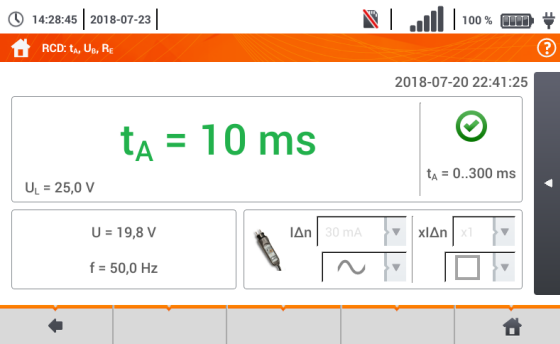
5



Aby przejść do wybranego wyniku pomiaru:

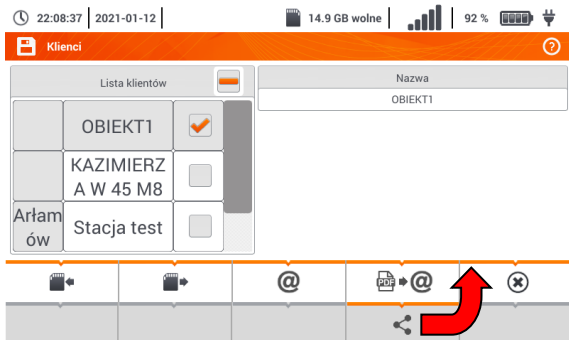
- a) dotknąć etykiety rekordu,
- b) uaktywnić rekord (☐ → ☑) i wybrać ✓.


6








Wyświetli się wartość żądanego pomiaru.

6.1.5 Udostępnianie zapisanych pomiarów



- Wybrać . Dostępne są następujące opcje:

-  import wszystkich klientów z karty pamięci do miernika,
-  eksport wybranych klientów do karty pamięci,
-  wysłanie wybranych klientów e-mailem,
-   wygenerowanie raportu w formacie PDF i wysłanie go e-mailem.

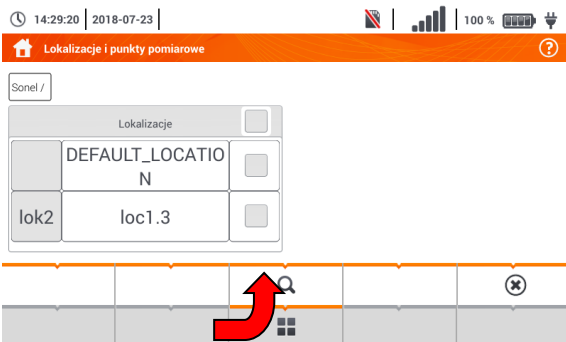
- W razie potrzeby zaznaczyć klienta (→) , który ma podlegać żądanej akcji.
- Wybrać ikonę z żądaną akcją.





Przed wysłaniem danych przez e-mail należy skonfigurować skrzynkę nadawczą. Zob. **rozd. 2.3.4**.

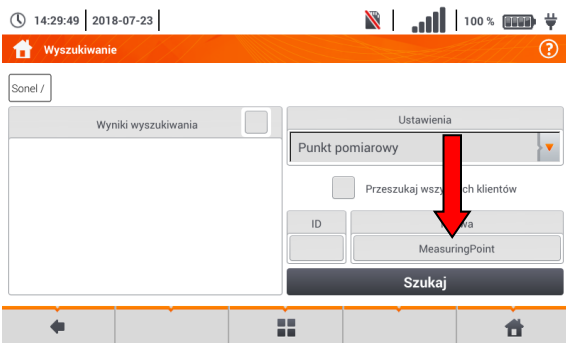
6.1.6 Przeszukiwanie pamięci miernika

1



- Z dowolnego miejsca menu przeglądania pamięci wybrać  i .

2



- Wyświetli się menu wyszukiwania.

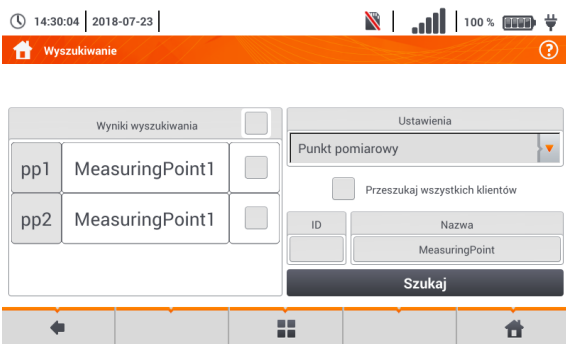
- W polu **Ustawienia** wybrać rodzaj wyszukiwanego obiektu: **lokalizację** lub **punkt pomiarowy**.

- W razie potrzeby zaznaczyć **Przeszukaj wszystkich klientów** (→)


- W polu **Nazwa** wprowadzić z klawiatury ekranowej wyszukiwaną frazę.





- Wybrać **Szukaj**.

3





- Uaktywnić żądany wynik (→)

- Ikona  przejść do szczegółów.

- Po wybraniu ikony  dostępna jest również edycja rekordu zgodnie z **rozdz. 6.1.2b**, kroki   .

Opis pozostałych ikon funkcyjnych

-  powrót do poprzedniego ekranu

-  powrót do menu głównego

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 *Sone! Analizie*) zaleca się najpierw wyłączyć miernik, aby zostały zapisane wszelkie zbuforowane dane.

Kartę pamięci microSD można sformatować z poziomu interfejsu użytkownika. Należy przejść do **Ustawień analizatora**, a następnie wybrać sekcję **Pamięć**, gdzie użytkownik ma możliwość sformatowania wybranej pamięci (zobacz również **rozd. 6.1.1**).

6.2.2 Pamięć zewnętrzna USB (pendrive)

Podłączenie zewnętrznej przenośnej pamięci USB typu pendrive pozwala na:

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

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

Dane na pendrive zapisywane są w folderze o nazwie „MPI-540_DATA”.

6.2.3 Współpraca z programem *Sone! Analiza*

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



- odczyt danych z rejestratora,
- podgląd sieci w czasie rzeczywistym,
- przedstawianie danych w formie tabel,
- przedstawianie danych w formie wykresów,
- 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 *Sone! Analiza* dostępna jest w osobnym dokumencie (również do pobrania ze strony producenta www.sone!pl).

6.2.4 Połączenie z PC i transmisja danych

Połączenie z komputerem (tryb PC) umożliwia transmisję danych zapisanych w pamięci rejestratora – możliwe jest odczytanie danych wszystkich zakończonych rejestracji.

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







Program *Sonel Analiza* pozwala również na odczyt danych bezpośrednio z karty microSD z użyciem zewnętrznego czytnika kart pamięci. Ta metoda pozwala na najszybsze odczytanie zarejestrowanych danych. Aby użyć tego trybu, należy wyjąć kartę pamięci z miernika i przełożyć ją do czytnika podłączonego do komputera (przy wyjmowaniu karty należy przestrzegać zasad opisanych w **rozd. 6.2.1**; bezpieczną metodą jest wcześniejsze wyłączenie miernika).

7 Zasilanie miernika

7.1 Monitorowanie rozładowania akumulatorów

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

Stopień naładowania akumulatora jest na bieżąco wskazywany ikoną na górnym pasku ekranu po prawej stronie (**rozdz. 2** element 2).

	poziom ładunku 80...100%
	poziom ładunku 60...80%
	poziom ładunku 40...60%
	poziom ładunku 20...40%
	poziom ładunku 0...20%
	<ul style="list-style-type: none">• akumulatory wyczerpane• brak akumulatora• brak komunikacji z pakietem akumulatorów

7.2 Wymiana akumulatorów

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

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



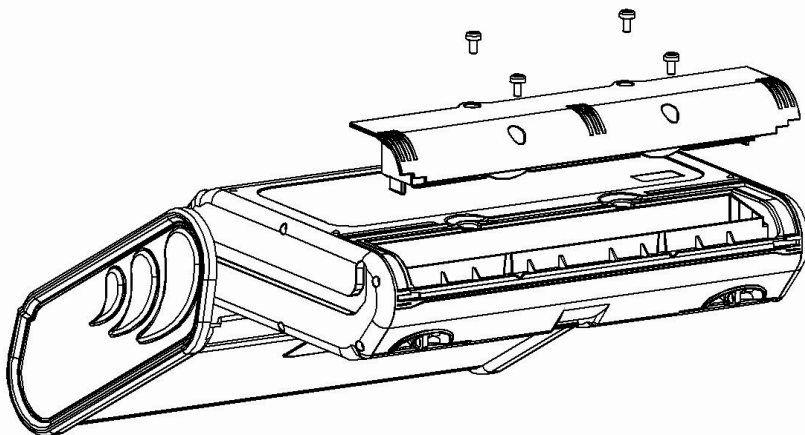
OSTRZEŻENIE

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

Wewnętrzny zegar czasu rzeczywistego podtrzymywany jest z akumulatora, dlatego też, aby ustawienia zegara nie uległy skasowaniu, można dokonać wymiany przy podłączonym zasilaniu 12 V DC.

W celu wymiany pakietu akumulatorów należy:

- wyjąć wszystkie przewody z gniazd i wyłączyć miernik,
- podłączyć zasilanie z zewnętrznego zasilacza 12 V DC (aby nastawy daty i czasu nie uległy skasowaniu),
- odkręcić 4 wkręty mocujące pojemnik na akumulatory (w dolnej części obudowy – **Rys. 7.1**),
- wyjąć pojemnik akumulatorów,
- zdjęć pokrywę pojemnika i wyjąć akumulatory,
- włożyć nowy pakiet akumulatorów,
- włożyć (zatrzasnąć) pokrywę pojemnika,
- włożyć pojemnik do miernika,
- przykręcić 4 wkręty mocujące pojemnik.



Rys. 7.1. Wymiana pakietu akumulatorów




UWAGA!

Nie wolno użytkować miernika z wyjętym lub niedomkniętym pojemnikiem baterii (akumulatorów) oraz zasilać go ze źródeł innych niż wymienione w niniejszej instrukcji.








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.

Sygnalizacja statusu akumulatora

- ładowanie
 - o miernik wyłączony – dioda **H.V./REC/CONT.** świeci na **zielono**  
 - o miernik włączony – ładowanie sygnalizowane jest jedynie ikoną na wyświetlaczu  
- uszkodzenie
 - o miernik wyłączony – dioda **H.V./REC/CONT.** miga na **zielono** co 0,5 sekundy  
 - o miernik włączony – błąd sygnalizowany jest ikoną na wyświetlaczu 



Na skutek zakłóceń w sieci lub zbyt dużej temperatury otoczenia może się zdarzyć przedwczesne zakończenie ładowania akumulatorów. W przypadku stwierdzenia zbyt krótkiego czasu ładowania należy wyłączyć miernik i rozpocząć ładowanie jeszcze raz.

7.4 **Ogólne zasady użytkowania akumulatorów litowo-jonowych (Li-Ion)**

- Przechowuj akumulatory naładowane do 50% w plastikowym pojemniku, w suchym, chłodnym i dobrze wentylowanym miejscu oraz chroń je przed bezpośrednim nasłonecznieniem. Akumulator przechowywany w stanie całkowitego rozładowania może ulec uszkodzeniu. Temperatura otoczenia dla długiego przechowywania powinna być utrzymywana w granicach 5°C...25°C.
- Ładuj akumulatory w chłodnym i przewiewnym miejscu w temperaturze 10°C...28°C. Nowoczesne szybkie ładowarki wykrywają zarówno zbyt niską, jak i zbyt wysoką temperaturę akumulatorów i odpowiednio reagują na te sytuacje. Zbyt niska temperatura powinna uniemożliwić rozpoczęcie procesu ładowania, który mógłby nieodwracalnie uszkodzić akumulator. Wzrost temperatury akumulatora może spowodować wyciek elektrolitu, a nawet zapalenie się lub wybuch akumulatora.
- Nie przekraczaj prądu ładowania, gdyż może dojść do zapłonu lub „spuchnięcia” akumulatora. „Spuchniętych” akumulatorów nie wolno używać.
- Nie ładuj ani nie używaj akumulatorów w temperaturach ekstremalnych. Skrajne temperatury redukują żywotność akumulatorów. Bezwzględnie przestrzegaj znamionowej temperatury pracy. Nie wrzucaj akumulatorów do ognia.
- Ogniwa Li-Ion są wrażliwe na uszkodzenia mechaniczne. Takie uszkodzenia mogą przyczynić się do ich trwałego uszkodzenia, a co za tym idzie – do zapłonu lub wybuchu.
- Jakakolwiek ingerencja w strukturę akumulatora Li-Ion może doprowadzić do jego uszkodzenia. Skutkiem tego może być jego zapalenie się lub wybuch.
- W przypadku zwarcia biegunów akumulatora + i – może dojść do jego trwałego uszkodzenia, a nawet zapłonu lub wybuchu.
- Nie zanurzaj akumulatora Li-Ion w cieczach ani nie przechowuj w warunkach wysokiej wilgotności.
- W razie kontaktu elektrolitu, który znajduje się w akumulatorze Li-Ion z oczami lub skórą niezwłocznie przepłucz te miejsca dużą ilością wody i skontaktuj się z lekarzem. Chroń akumulator przed osobami postronnymi i dziećmi.
- W momencie zauważenia jakichkolwiek zmian w akumulatorze Li-Ion (m.in. kolor, puchnięcie, zbyt duża temperatura) zaprzestań jego używania. Akumulatory Li-Ion uszkodzone mechanicznie, przeładowane lub nadmiernie wyladowane nie nadają się do użytkowania.
- Używanie akumulatora niezgodnie z przeznaczeniem może spowodować jego trwałe uszkodzenie. Może to skutkować jego zapłonem. Sprzedawca wraz z producentem nie ponoszą odpowiedzialności za ewentualne szkody powstałe w wyniku nieprawidłowego obchodzenia się akumulatorem Li-Ion.

8 Czyszczenie i konserwacja



UWAGA!

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

Miernik został zaprojektowany z myślą o wielu latach niezawodnego użytkowania, pod warunkiem przestrzegania poniższych zaleceń dotyczących jego utrzymania i konserwacji.

1. **MIERNIK MUSI BYĆ SUCHY.** Zawilgocony miernik należy wytrzeć.
2. **MIERNIK NALEŻY STOSOWAĆ ORAZ PRZECHOWYWAĆ W NORMALNYCH TEMPERATURACH.** Temperatury skrajne mogą skrócić żywotność elektronicznych elementów miernika oraz zniekształcić lub stopić elementy plastikowe.
3. **Z MIERNIKIEM NALEŻY OBCHODZIĆ SIĘ OSTROŻNIE I DELIKATNIE.** Upadek miernika może spowodować uszkodzenie elektronicznych elementów lub obudowy.
4. **MIERNIK MUSI BYĆ UTRZYMYWANY W CZYSTOŚCI.** Od czasu do czasu należy przetrzeć jego obudowę wilgotną tkaniną. NIE wolno stosować środków chemicznych, rozpuszczalników ani detergentów.
5. **SONDY MOŻNA UMYĆ WODĄ I WYTRZEĆ DO SUCHA.** Przed dłuższym przechowywaniem zaleca się nasmarowanie sond dowolnym smarem maszynowym.
6. Szpule oraz przewody można oczyścić używając wody z dodatkiem detergentów, następnie wytrzeć do sucha.



Układ elektroniczny miernika nie wymaga konserwacji.

9 Magazynowanie

Przy przechowywaniu przyrządu należy przestrzegać poniższych zaleceń:

- odłączyć od miernika wszystkie przewody,
- dokładnie wyczyścić miernik i wszystkie akcesoria,
- długie przewody pomiarowe nawinąć na szpule,
- przy dłuższym okresie przechowywania akumulatory należy wyjąć z miernika,
- aby uniknąć całkowitego rozładowania akumulatorów przy długim przechowywaniu należy je co jakiś czas doładowywać.

10 Rozbiórka i utylizacja

Zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny należy gromadzić selektywnie, tj. nie umieszczać z odpadami innego rodzaju.

Zużyty sprzęt elektroniczny należy przekazać do punktu zbiórki zgodnie z Ustawą o zużytym sprzęcie elektrycznym i elektronicznym.

Przed przekazaniem sprzętu do punktu zbiórki nie należy samodzielnie demontować żadnych części z tego sprzętu.

Należy przestrzegać lokalnych przepisów dotyczących wyrzucania opakowań, zużytych baterii i akumulatorów.

11 Dane techniczne

11.1 Dane podstawowe

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

11.1.1 Pomiar napięć przemiennych (True RMS)

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

- Zakres częstotliwości: 45...65 Hz

11.1.2 Pomiar częstotliwości

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

- Zakres napięć: 50...500 V

11.1.3 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	±(5% w.m. + 0,03 Ω)
20,00...199,99 Ω	0,01 Ω	±(5% w.m. + 0,3 Ω)
200,0...1999,9 Ω	0,1 Ω	±(5% w.m. + 3 Ω)

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

Wskazania rezystancji pętli zwarcia R_S i reaktancji pętli zwarcia X_S

Zakres wyświetlania	Rozdzielczość	Dokładność
0...19,999 Ω	0,001 Ω	±(5% + 0,05 Ω) wartości Z_S

- Obliczane i wyświetlane dla wartości $Z_S < 20 \Omega$

Wskazania prądu zwarciovego I_k

Zakresy pomiarowe wg IEC 61557-3 można obliczyć z zakresów pomiarowych dla Z_S i napięć nominalnych.

Zakres wyświetlania	Rozdzielczość	Dokładność
0,055 ... 1,999 A	0,001 A	Obliczana na podstawie dokładności dla pętli zwarcia
2,00...19,99 A	0,01 A	
20,0...199,9 A	0,1 A	
200...1999 A	1 A	
2,00...19,99 kA	0,01 kA	
20,0 ...40,0 kA	0,1 kA	

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

11.1.4 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

Wskazania rezystancji pętli zwarcia R_S i reaktancji pętli zwarcia X_S

Zakres wyświetlania	Rozdzielczość	Dokładność
0..19,99 Ω	0,01 Ω	$\pm(6\% + 10 \text{ cyfr})$ wartości Z_S

- Obliczane i wyświetlane dla wartości $Z_S < 20 \Omega$

Wskazania prądu zwarciovego I_k

Zakresy pomiarowe wg IEC 61557-3 można wyliczyć z zakresów pomiarowych dla Z_S i napięć nominalnych.

Zakres wyświetlania	Rozdzielczość	Dokładność
0,055 ... 1,999 A	0,001 A	Obliczana na podstawie dokładności dla pętli zwarcia
2,00...19,99 A	0,01 A	
20,0...199,9 A	0,1 A	
200...1999 A	1 A	
2,00...19,99 kA	0,01 kA	
20,0 ...40,0 kA	0,1 kA	

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

11.1.5 Pomiar parametrów wyłączników RCD

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

Test wyłączenia 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 i krótkozwłoczny	0,5 $I_{\Delta n}$	0..300 ms (TN/TT)	1 ms	$\pm(2\% \text{ w.m.} + 2 \text{ cyfry})^1$
	1 $I_{\Delta n}$	0..400 ms (IT)		
	2 $I_{\Delta n}$	0..150 ms		
	5 $I_{\Delta n}$	0..40 ms		
Selektywny	0,5 $I_{\Delta n}$	0..500 ms		
	1 $I_{\Delta n}$			
	2 $I_{\Delta n}$	0..200 ms		
	5 $I_{\Delta n}$	0..150 ms		









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









- Dokładność zadawania prądu różnicowego:

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

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

Wartość skuteczna wymuszanego prądu upływu przy pomiarze czasu wyzwania wyłącznika RCD [mA]

$I_{\Delta n}$	Nastawa krotności							
	0,5				1			
								
10	5	3,5	3,5	5	10	20	20	20
30	15	10,5	10,5	15	30	42	42	60
100	50	35	35	50	100	140	140	200
300	150	105	105	150	300	420	420	600
500	250	175	175	—	500	700	700	1000*
1000	500	—	—	—	1000	—	—	—

$I_{\Delta n}$	Nastawa krotności							
	2				5			
								
10	20	40	40	40	50	100	100	100
30	60	84	84	120	150	210	210	300
100	200	280	280	400	500	700	700	1000*
300	600	840	840	—	—	—	—	—
500	1000	—	—	—	—	—	—	—
1000	—	—	—	—	—	—	—	—

* – nie dotyczy $U_n = 110 \text{ V}$, 115 V i 127 V oraz sieci IT

Pomiar rezystancji uziemienia R_E (dotyczy sieci TT)

Wybrany prąd nominalny wyłącznika	Zakres pomiarowy	Rozdzielczość	Prąd pomiarowy	Dokładność
10 mA	0,01...5,00 k Ω	0,01 k Ω	4 mA	0..+10% w.m. ± 8 cyfr
30 mA	0,01...1,66 k Ω		12 mA	0..+10% w.m. ± 5 cyfr
100 mA	1...500 Ω	1 Ω	40 mA	0..+5% w.m. ± 5 cyfr
300 mA	1...166 Ω		120 mA	
500 mA	1...100 Ω		200 mA	
1000 mA	1...50 Ω		400 mA	

Pomiar napięcia dotykowego U_B odniesionego do nominalnego prądu różnicowego

Zakres pomiarowy wg IEC 61557-6: 10,0 V...99,9 V

Zakres pomiarowy	Rozdzielczość	Prąd pomiarowy	Dokładność
0...9,9 V	0,1 V	0,4 x $I_{\Delta n}$	0%...10% w.m. ± 5 cyfr
10,0...99,9 V			0%...15% w.m.

Pomiar prądu zadziałania RCD I_A dla sinusoidalnego prądu różnicowego

Zakres pomiarowy wg IEC 61557-6: (0,3...1,0) $I_{\Delta n}$

Wybrany prąd nominalny wyłącznika	Zakres pomiarowy	Rozdzielczość	Prąd pomiarowy	Dokładność
10 mA	3,0..10,0 mA	0,1 mA	0,3 x $I_{\Delta n}$..1,0 x $I_{\Delta n}$	$\pm 5\% I_{\Delta n}$
30 mA	9,0..30,0 mA			
100 mA	30..100 mA	1 mA		
300 mA	90..300 mA			
500 mA	150..500 mA			
1000 mA	300..1000 mA			

- możliwe rozpoczęcie pomiaru od dodatniej lub ujemnej połówki wymuszanego prądu upływu
- czas przepływu prądu pomiarowego..... max. 8,8 s

Pomiar prądu zadziałania RCD I_A dla prądu różnicowego pulsującego jednokierunkowego i pulsującego jednokierunkowego z podkładem 6 mA prądu stałego

Zakres pomiarowy wg IEC 61557-6: (0,35...1,4) $I_{\Delta n}$ dla $I_{\Delta n} \geq 30$ mA oraz (0,35...2) $I_{\Delta n}$ dla $I_{\Delta n} = 10$ mA

Wybrany prąd nominalny wyłącznika	Zakres pomiarowy	Rozdzielczość	Prąd pomiarowy	Dokładność
10 mA	3,5..20,0 mA	0,1 mA	0,35 x $I_{\Delta n}$..2,0 x $I_{\Delta n}$	$\pm 10\% I_{\Delta n}$
30 mA	10,5..42,0 mA			
100 mA	35..140 mA	1 mA	0,35 x $I_{\Delta n}$..1,4 x $I_{\Delta n}$	
300 mA	105..420 mA			
500 mA	175..700 mA			

- możliwy pomiar dla dodatnich lub ujemnych półokresów wymuszanego prądu upływu
- czas przepływu prądu pomiarowego..... max. 8,8 s

Pomiar prądu zadziałania RCD I_A dla prądu różnicowego stałego

Zakres pomiarowy wg IEC 61557-6: $(0,2...2)I_{\Delta n}$

Wybrany prąd nominalny wyłącznika	Zakres pomiarowy	Rozdzielczość	Prąd pomiarowy	Dokładność
10 mA	2,0..20,0 mA	0,1 mA	$0,2 \times I_{\Delta n}..2,0 \times I_{\Delta n}$	$\pm 10\% I_{\Delta n}$
30 mA	6..60 mA	1 mA		
100 mA	20..200 mA			
300 mA	60..600 mA			
500 mA	100..1000 mA			

- możliwy pomiar dla dodatniego lub ujemnego wymuszanego prądu upływu
- czas przepływu prądu pomiarowego..... max. 5,2 s

11.1.6 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

Pomiar rezystancji elektrod pomocniczych R_H, R_S

Zakresy wyświetlania	Rozdzielczość	Dokładność
000...999 Ω	1 Ω	$\pm(5\% (R_S + R_E + R_H) + 3 \text{ cyfry})$
1,00...9,99 k Ω	0,01 k Ω	
10,0...50,0 k Ω	0,1 k Ω	

Pomiar napięć zakłócających

Rezystancja wewnętrzna: ok. 8 M Ω

Zakres	Rozdzielczość	Dokładność
0...100 V	1 V	$\pm(2\% \text{ w.m.} + 3 \text{ cyfry})$

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

* – przy maksymalnym prądzie zakłócającym 1 A

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

Pomiar rezystywności gruntu (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 $\text{k}\Omega\text{m}$	0,01 $\text{k}\Omega\text{m}$	
10,0...99,9 $\text{k}\Omega\text{m}$	0,1 $\text{k}\Omega\text{m}$	

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

11.1.7 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	$\pm(2\% \text{ w.m.} + 3 \text{ cyfry})$
20,0...199,9 Ω	0,1 Ω	
200...400 Ω	1 Ω	

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

Pomiar rezystancji małym prądem

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

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

11.1.8 Pomiar rezystancji izolacji

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

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

* – dla przewodów WS-03 i WS-04

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

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

* – dla przewodów WS-03 i WS-04

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

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

* – dla przewodów WS-03 i WS-04

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

Zakres wyświetlania dla $U_N = 500 \text{ V}$	Rozdzielczość	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 ($R_{obc} [\Omega] \geq 1000 \cdot U_N [V]$): -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: $0\text{ V}...440\text{ V}$
- Prąd pomiarowy $< 2\text{ mA}$

11.1.9 Pomiar oświetlenia

Zakresy pomiarowe sondy LP-1

Zakres [lx]	Rozdzielczość [lx]	Niepewność widmowa	Dokładność
0...399,9	0,1	f1<6%	±(5% w.m. + 5 cyfr)
400...3999	1		
4,00 k...19,99 k	0,01 k		

Zakres [fc]	Rozdzielczość [fc]	Niepewność widmowa	Dokładność
0...39,99	0,01	f1<6%	±(5% w.m. + 5 cyfr)
40,0...399,9	0,1		
400...1999	1		

- Klasa sondy B

Zakresy pomiarowe sondy LP-10B

Zakres [lx]	Rozdzielczość [lx]	Niepewność widmowa	Dokładność
0...39,99	0,01	f1<6%	±(5% w.m. + 5 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		

Zakres [fc]	Rozdzielczość [fc]	Niepewność widmowa	Dokładność
0...3,999	0,001	f1<6%	±(5% 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		

- Klasa sondy B

Zakresy pomiarowe sondy LP-10A

Zakres [lx]	Rozdzielczość [lx]	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		

Zakres [fc]	Rozdzielczość [fc]	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		

- Klasa sondy A

11.1.10 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

11.1.11 Wirowanie silnika

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

11.1.12 **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)

11.1.13 **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

11.2 Dane rejestratora

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

11.2.1 Wejścia

Wejścia napięciowe

Liczba wejść	4 (L1, L2, L3, N - 3 tory pomiarowe) niezolowane 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) niezolowane 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)

11.2.2 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)

11.2.3 Pomiar napięcia

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

11.2.4 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 A (10 kA _{p-p} @ 50Hz)	0,01% I_{nom}	Niepewność dodatkowa $\pm 1\%$ ($\pm 2\%$ z uwzględnieniem błędów dodatkowego od położenia)
	Cęgi twarde C-4A		
	0..1000 A (3600 A _{p-p})	0,01% I_{nom}	Niepewność dodatkowa 0,1..10 A: $\pm (3\% + 0,1 A)$ 10 A: $\pm 3\%$ 50 A: $\pm 1,5\%$ 200 A: $\pm 0,75\%$ 1000..1200 A: $\pm 0,5\%$
	Cęgi twarde C-5A		
	0..1000 A (3600 A _{p-p})	0,01% I_{nom}	Niepewność dodatkowa 0,5..100 A: $\leq (1,5\% + 1 A)$ 100..800 A: $\leq 2,5\%$ 800..1000 A AC: $\leq 4\%$ 1000..1400 A DC: $\leq 5\%$
	Cęgi twarde C-6A		
	0..10 A (36 A _{p-p})	0,01% I_{nom}	Niepewność dodatkowa 0,01..0,1 A: $\pm (3\% + 1 mA)$ 0,1..1 A: $\pm 2,5\%$ 1..12 A: $\pm 1\%$
Cęgi twarde C-7A			
0..100 A (360 A _{p-p})	0,01% I_{nom}	Niepewność dodatkowa 0..100 A: $\pm (0,5\% + 0,02 A)$ (45..65 Hz) 0..100 A: $\pm (1,0\% + 0,04 A)$ (40..1000 Hz)	
Współczynnik szczytu	1..10 (maks. 3,6 dla I_{nom}) dla $I_{RMS} \geq 1\% I_{nom}$	0,01	$\pm 5\%$

11.2.5 Pomiar częstotliwości

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

11.2.6 Pomiar harmonicznyc

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%	$\pm 5\%$

11.2.7 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)

11.2.8 Pomiar mocy i energii

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

(1) Patrz pkt. 11.2.9 Szacowanie niepewności pomiaru mocy i energii

11.2.9 Szacowanie niepewności pomiaru mocy i energii

Całkowita niepewność pomiaru mocy i energii czynnej i biernej (składowej podstawowej) bazuje w uogólnieniu na następującej zależności (dla energii pomija się niepewność dodatkową od pomiaru czasu, jako dużo mniejszą niż pozostałe niepewności):

$$\delta_{P,Q} \cong \sqrt{\delta_{U_h}^2 + \delta_{I_h}^2 + \delta_{ph}^2}$$

gdzie: $\delta_{P,Q}$ – niepewność pomiaru mocy czynnej lub biernej,
 δ_{U_h} – sumaryczna niepewność pomiaru amplitudy harmonicznej napięcia (rejestrator, przekładniki, cęgi),
 δ_{I_h} – sumaryczna niepewność pomiaru amplitudy harmonicznej prądu (rejestrator, przekładniki, cęgi),
 δ_{ph} – niepewność dodatkowa wynikająca z błędów pomiaru fazy między harmonicznymi napięciami i prądami.

Niepewność δ_{ph} można wyznaczyć jeśli znany jest kąt przesunięcia fazowego dla interesującego nas zakresu częstotliwości. W **Tab. 11.1** przedstawiono błąd różnicy faz między harmonicznymi napięciami i prądami dla rejestratora MPI-540 (bez cęgów i przekładników).

Tab. 11.1. Błąd fazy rejestratora MPI-540 w zależności od częstotliwości

Zakres częstotliwości	0..200 Hz	200..500 Hz	500 Hz..1 kHz	1..2 kHz	2..2,4 kHz
Błąd fazy	$\leq 1^\circ$	$\leq 2,5^\circ$	$\leq 5^\circ$	$\leq 10^\circ$	$\leq 15^\circ$

Błąd fazowy wprowadzany przez użyte przekładniki i cęgi można zwykle znaleźć w ich dokumentacji technicznej. W takim przypadku należy oszacować wynikowy błąd fazy między napięciem i prądem dla interesującej nas częstotliwości, wprowadzany przez wszystkie elementy toru pomiarowego: przekładniki napięciowe i prądowe, cęgi oraz rejestrator.

Niepewność pomiaru wynikającą z błędów fazy dla mocy czynnej dla poszczególnych harmonicznych można wyznaczyć na podstawie zależności:

$$\delta_{ph} = 100 \left(1 - \frac{\cos(\varphi + \Delta\varphi)}{\cos\varphi} \right) [\%], \cos\varphi \neq 0$$

Z kolei niepewność pomiaru mocy biernej harmonicznych można wyznaczyć z zależności:

$$\delta_{ph} = 100 \left(1 - \frac{\sin(\varphi - \Delta\varphi)}{\sin\varphi} \right) [\%], \sin\varphi \neq 0$$

W obu tych wzorach φ oznacza rzeczywisty kąt przesunięcia między harmonicznymi prądem i napięciem, a $\Delta\varphi$ sumaryczny błąd fazy dla danej częstotliwości.

11.3 Pozostałe dane techniczne

- a) rodzaj izolacji wg PN-EN 61010-1 i IEC 61557podwójna
- 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 60529IP51 (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) wymiary288 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) wyświetlaczkolorowy 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).

11.4 Dane dodatkowe

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

11.4.1 Niepewności dodatkowe wg IEC 61557-2 (R_{ISO})

Wielkość wpływająca	Oznaczenie	Niepewność dodatkowa
Położenie	E ₁	0%
Napięcie zasilania	E ₂	0%
Temperatura 0°C...35°C	E ₃	2%

11.4.2 Niepewności dodatkowe wg IEC 61557-3 (Z)

Wielkość wpływająca	Oznaczenie	Niepewność dodatkowa
Położenie	E ₁	0%
Napięcie zasilania	E ₂	0%
Temperatura 0°C...35°C	E ₃	przewód 1,2 m – 0 Ω przewód 5 m – 0,011 Ω przewód 10 m – 0,019 Ω przewód 20 m – 0,035 Ω przewód WS-03, WS-04 – 0,015 Ω
Kąt fazowy 0°...30°	E _{6,2}	0,6%
Częstotliwość 99%...101% f _n	E ₇	0%
Napięcie sieci 85%...110% U _n	E ₈	0%
Harmoniczne	E ₉	0%
Składowa DC	E ₁₀	0%

11.4.3 Niepewności dodatkowe wg IEC 61557-4 (R ±200 mA)

Wielkość wpływająca	Oznaczenie	Niepewność dodatkowa
Położenie	E ₁	0%
Napięcie zasilania	E ₂	0,5%
Temperatura 0 °C...35°C	E ₃	1,5%

11.4.4 Niepewności dodatkowe pomiaru rezystancji uziemienia (R_E)

Niepewności dodatkowe wg IEC 61557-5

Wielkość wpływająca	Oznaczenie	Niepewność dodatkowa
Położenie	E ₁	0%
Napięcie zasilania	E ₂	0%
Temperatura 0 °C...35 °C	E ₃	0% dla 50 V ±2 cyfry dla 25 V
Szeregowe napięcie zakłócające	E ₄	±(6,5% + 5 cyfr)
Rezystancja elektrod	E ₅	2,5%
Częstotliwość 99%...101% f _n	E ₇	0%
Napięcie sieci 85%...110% U _n	E ₈	0%

Niepewność dodatkowa od szeregowego napięcia zakłócającego dla funkcji 3p, 4p, 3p+cęgi

(dla 25 V i 50 V)

R _E	Niepewność dodatkowa
<10 Ω	$\pm(((-32 \cdot 10^{-5} \cdot R_E + 33 \cdot 10^{-4}) \cdot U_Z^2 + (-12 \cdot 10^{-3} \cdot R_E + 13 \cdot 10^{-3}) \cdot U_Z) \cdot 100\% + 0,026 \cdot \sqrt{U_Z \Omega})$
≥10 Ω	$\pm(((-46 \cdot 10^{-9} \cdot R_E + 1 \cdot 10^{-4}) \cdot U_Z^2 + (14 \cdot 10^{-8} \cdot R_E + 19 \cdot 10^{-5}) \cdot U_Z) \cdot 100\% + 0,26 \sqrt{U_Z \Omega})$

Niepewność dodatkowa od rezystancji elektrod

$$\delta_{\text{dod}} = \pm \left(\frac{R_S}{R_S + 10^6} \cdot 300 + \frac{R_H^2}{R_E \cdot R_H + 200} \cdot 3 \cdot 10^{-3} + \left(1 + \frac{1}{R_E} \right) \cdot R_H \cdot 5 \cdot 10^{-4} \right) [\%]$$

Wzór obowiązuje dla R_S > 200 Ω i/lub R_H ≥ 200 Ω.

Niepewność dodatkowa od prądu zakłócającego w funkcji 3p + cęgi

(dla 25 V i 50 V)

R_E	Niepewność [Ω]
$\leq 50 \Omega$	$\pm (4 \cdot 10^{-2} \cdot R_E \cdot I_{zakl}^2)$
$> 50 \Omega$	$\pm (25 \cdot 10^{-5} \cdot R_E^2 \cdot I_{zakl}^2)$

Niepewność dodatkowa od prądu zakłócającego w funkcji podwójne cęgi

R_E	Niepewność [Ω]
$< 5 \Omega$	$\pm (5 \cdot 10^{-2} \cdot R_E^2 \cdot I_{zakl})$
$\geq 5 \Omega$	$\pm (2,5 \cdot 10^{-2} \cdot R_E^2 \cdot I_{zakl}^2)$

Niepewność dodatkowa od stosunku rezystancji mierzonej cęgami gałęzi uziemienia wielokrotnego do rezystancji wypadkowej w funkcji 3p + cęgi

R_C	Niepewność [Ω]
$\leq 99,9 \Omega$	$\pm (5 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{R_C}{R_w^2})$
$> 99,9 \Omega$	$\pm (9 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{R_C}{R_w^2})$

$R_C[\Omega]$ jest wartością rezystancji mierzonej cęgami gałęzi wyświetlonej przez przyrząd, a $R_w[\Omega]$ wartością rezystancji wypadkowej uziemienia wielokrotnego.

11.4.5 Niepewności dodatkowe wg IEC 61557-6 (RCD)

I_A , t_A , U_B

Wielkość wpływająca	Oznaczenie	Niepewność dodatkowa
Położenie	E_1	0%
Napięcie zasilania	E_2	0%
Temperatura 0°C...35°C	E_3	0%
Rezystancja elektrod	E_5	0%
Napięcie sieci 85%...110% U_n	E_8	0%

11.5 Wykaz spełnianych norm

EN 61010-1:2010

EN 61010-2-030:2010

EN 61557-1:2007,-2, 3, 4, 5, 7:2007, -6:2007, -10:2013

EN 60529:1991/A2:2013

EN 61326-1:2013

EN 61326-2-2:2013

12 Akcesoria

Aktualne zestawienie akcesoriów znajduje się na stronie internetowej producenta.

12.1 Akcesoria standardowe

W skład standardowego kompletu dostarczanego przez producenta wchodzi:

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

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

12.2 Akcesoria opcjonalne

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

- Pomiar stacji ładowania pojazdów elektrycznych

Adapter EVSE-01
WAADAEVSE01



- Pomiar ogólny

Adapter WS-04 (wtyk kątowy UNI-Schuko) (bez wyzwalania)
WAADAWS04



Sonda ostrzowa czerwona 1 kV (2 m rozkładana, gn. bananowe)
WASONSP2M



- Pomiar rezystancji izolacji

Adapter AutoISO-1000c do automatycznego pomiaru rezystancji izolacji przewodów wielożyłowych
WAADAAISO10C



Sonda do pomiaru rezystancji podłóg i ścian PRS-1
WASONPRS1PL



- Przewód czerwony 1 kV (wtyki bananowe)

wersja 5 / 10 / 20 m
WAPRZ005REBB



- Przewód do pomiaru uziemień na szpuli (wtyki bananowe)

25 m niebieski
WAPRZ025BUBBSZ



50 m żółty
WAPRZ050YEBSZ



- Sonda do wbijania w grunt

Sonda 80 cm
WASONG80V2



Futrał L-3
WAFUTL3



- Adapter do gniazd trójfazowych 16 A

wersja pięcioprzewodowa
AGT-16P
WAADAAGT16P



wersja czteroprzewodowa
AGT-16C
WAADAAGT16C



- Adapter do gniazd trójfazowych 32 A

wersja pięcioprzewodowa
AGT-32P
WAADAAGT32P



wersja czteroprzewodowa
AGT-32C
WAADAAGT32C



- Adapter do gniazd trójfazowych 63 A

wersja pięcioprzewodowa
AGT-63P
WAADAAGT63P



- Adapter do gniazd przemysłowych jednofazowych

AGT-16T 16 A
WAADAAGT16T



AGT-32T 32 A
WAADAAGT32T



- Sonda luksomierza LP-1 z wtykiem WS06, klasa B, rozdzielczość od 0,1 lx

komplet z adapterem WS-06
WAADALP1KPL



tylko sonda z wtykiem PS/2
WAADALP1



- Sonda luksomierza LP-10B z wtykiem WS-06, klasa B, rozdzielczość od 0,01 lx

komplet z adapterem WS-06
WAADALP10BKPL



tylko sonda z wtykiem PS/2
WAADALP10B



- Sonda luksomierza LP-10A z wtykiem WS-06, klasa A, rozdzielczość od 0,001 lx

komplet z adapterem WS-06
WAADALP10AKPL



tylko sonda z wtykiem PS/2
WAADALP10A



- tylko adapter WS-06 z gniazdem PS/2

WAADAWS06



- Sonda luksomierza LP-10A z wtykiem WS-06, klasa A, rozdzielczość od 0,001 lx

WACEGN1BB



- Cęgi pomiarowe

C-3 (fi 52 mm) do pomiaru uziemień

WACEGC3OKR



C-4A (fi 52 mm) 1000 A AC do rejestratora mocy

WACEGC4AOKR



- Cęgi pomiarowe

C-5A (fi 39 mm) 1000 A AC/DC do rejestratora mocy

WACEGC5AOKR



C-6A (fi 20 mm) 10 A AC do rejestratora mocy

WACEGC6AOKR



C-7A (fi 24 mm) 100 A AC do rejestratora mocy

WACEGC7AOKR



- Cęgi elastyczne do rejestratora mocy (3000 A AC)

F-1A Ø 40 cm

WACEGF1AOKR



F-2A Ø 25 cm

WACEGF2AOKR



- Adapter zasilania AZ-2 (wtyk IEC C7 / bananki)

WAADAAZ2



- Adapter TWR-1J do testowania wyłączników RCD

WAADATWR1J



- Program do tworzenia protokołów pomiarowych „SONEL Pomiarzy Elektryczne”

WAPROSONPE6



- Symulator kabla CS-1

WAADACS1



- Świadectwo wzorcowania z akredytacją

12.2.1 Cęgi C-3

Cęgi C-3 służą do pomiaru prądu zmiennego w instalacjach niskiej i średniej mocy. Jako wyposażenie dodatkowe do przyrządów firmy SONEL S.A. współpracują z miernikami rezystancji uziemień serii MRU i miernikami wielofunkcyjnymi serii MPI.

Sygnał wyjściowy wyprowadzony jest przewodem 1,5 m zakończonym odpowiednim wtykiem dostosowanym do gniazda w mierniku.



UWAGA!

Nie wolno mierzyć prądów powyżej 1200 A. Należy ograniczyć czas pomiaru prądów powyżej 1000 A wg poniższych danych.

Przeciążenia

Zakres prądów	$I \leq 1000$ A	1000 A $< I \leq 1200$ A
Tryb pracy	ciągły ¹⁾	15 minut pomiaru, następnie 30 minut przerwy

¹⁾ Dla częstotliwości $f \leq 1$ kHz. Ograniczenie maksymalnej wartości prądu dla pracy ciągłej dla częstotliwości powyżej 1 kHz według zależności:

$$I_{\text{ciągły}} = \frac{1000 \text{ A}}{f [\text{kHz}]}$$

Warunki odniesienia

- a) temperatura +20...+26°C
- b) wilgotność względna 20...75%
- c) przewodnik wyśrodkowany w stosunku do szczyk
- d) częstotliwość prądu sinusoidalnego 48...65 Hz
- e) współczynnik zawartości harmoniczych <1%
- f) składowa stała prądu brak
- g) stałe pole magnetyczne <40 A/m (ziemskie pole magnetyczne)
- h) zmienne zewnętrzne pole magnetyczne brak
- i) przewodniki w bezpośredniej bliskości brak płynącego prądu

Dane techniczne

Zakres prądu	Niepewność podstawowa ¹⁾	Błąd fazy
10...100 mA	$\leq 3\% + 5$ mA	niespecyfikowany
0,1 A...1 A	$\leq 3\% + 3$ mA	niespecyfikowany
1 A...10 A	$\leq 1\%$	$\leq 2^\circ$
10 A...100 A	$\leq 0,5\%$	$\leq 1^\circ$
100 A...1200 A	$\leq 0,3\%$	$\leq 0,7^\circ$

¹⁾ jako% wartości mierzonej

- a) sygnał wyjściowy dla max prądu 1 A AC
- b) przełożenie 1000/1
- c) zakres częstotliwości 30 Hz...10 kHz

Pozostałe dane

- a) rodzaj izolacji podwójna, zgodnie z PN-EN 61010-1
- b) kategoria pomiarowa wg PN-EN 61010-1 III 600 V
- c) stopień ochrony obudowy wg PN-EN 60529 IP40, z otwartymi szczękami: IP30

- d) wymiary 216 × 111 × 45 mm
- e) masaok. 550 g
- f) otwarcie szczęk 53 mm
- g) wysokość otwartych szczęk 139 mm
- h) maksymalna średnica przewodu mierzonego $\varnothing 52$ mm
- i) długość przewodu cęgów 1,5 m
- j) temperatura pracy $-10^{\circ}\text{C} \dots +55^{\circ}\text{C}$
- k) wilgotność względna $<85\%$
- l) wysokość n.p.m. ≤ 2000 m
- m) standard jakości ... opracowanie, projekt i produkcja zgodnie z ISO 9001, ISO 14001, PN-N-18001
- n) wyrób spełnia wymagania EMC wg norm PN-EN 61000-6-3 i PN-EN 61000-6-2

12.2.2 Cęgi C-4A

Cęgi C-4A służą do pomiaru prądu zmiennego w instalacjach elektrycznych niskiej i średniej mocy. Sygnałem wyjściowym jest napięcie proporcjonalne do mierzonego prądu. Sygnał wyjściowy wyprowadzony jest przewodem 2,2 m zakończonym odpowiednim wtykiem dostosowanym do gniazda w mierniku.

Strzałka umieszczona na jednej ze szczęk **wskazuje kierunek przepływu prądu**. Uznaje się, że prąd płynie w dodatnim kierunku, jeżeli płynie od źródła do odbiornika. Taka orientacja cęgów jest wymagana do poprawnego pomiaru mocy.



UWAGA!

- Nie wolno używać cęgów z nieizolowanymi przewodnikami o potencjale wyższym niż 600 V w stosunku do ziemi i w instalacjach o kategorii pomiarowej wyższej niż III.
- Nie wolno mierzyć prądów powyżej 1200 A. Należy ograniczyć czas pomiaru prądów powyżej 1000 A wg poniższych danych:

Zakres prądów	$I \leq 1000 \text{ A}$	$1000 \text{ A} < I \leq 1200 \text{ A}$
Tryb pracy	ciągły ¹⁾	15 minut pomiaru, następnie 30 minut przerwy

¹⁾ Dla częstotliwości $f \leq 1 \text{ kHz}$. Ograniczenie maksymalnej wartości prądu dla pracy ciągłej dla częstotliwości powyżej 1 kHz według zależności $I_{\text{ciągły}} = 1000 \text{ A}/\sqrt{f[\text{kHz}]}$

Warunki odniesienia

- a) temperatura $+20 \dots +26^{\circ}\text{C}$
- b) wilgotność względna $20 \dots 75\%$
- c) pozycja przewodnika przewodnik wyśrodkowany w stosunku do szczęk
- d) częstotliwość prądu sinusoidalnego $48 \dots 65 \text{ Hz}$
- e) współczynnik zawartości harmonicznych $<1\%$
- f) składowa stała prądu brak
- g) stałe pole magnetyczne $<40 \text{ A/m}$ (ziemskie pole magnetyczne)
- h) zmienne zewnętrzne pole magnetyczne brak
- i) przewodniki w bezpośredniej bliskości brak płynącego prądu

Parametry techniczne

a) dokładność:

Zakres prądu	Niepewność podstawowa ¹⁾	Błąd fazy
0,1...10 A	$\leq 3\% + 0,1 \text{ A}$	niespecyfikowany
10...50 A	$\leq 3\%$	$\leq 3^\circ$
50...200 A	$\leq 1,5\%$	$\leq 1,5^\circ$
200...1000 A	$\leq 0,75\%$	$\leq 0,75^\circ$
1000...1200 A	$\leq 0,5\%$	$\leq 0,5^\circ$

¹⁾ jako % wartości mierzonej

- b) sygnał wyjściowy dla maks. prądu 1 V AC
c) przełożenie 1 mV AC/1 A AC
d) zakres częstotliwości 30 Hz...10 kHz
e) rodzaj izolacji podwójna, zgodnie z PN-EN 61010-1
f) kategoria pomiarowa wg PN-EN 61010-1 III 600 V
g) stopień ochrony wg PN-EN 60529 IP40, z otwartymi szczękami: IP30
h) wymiary 216 × 111 × 45 mm
i) masa ok. 640 g
j) otwarcie szczęk 53 mm
k) wysokość otwartych szczęk 139 mm
l) maksymalna średnica przewodu mierzonego $\varnothing 52 \text{ mm}$
m) długość przewodu cęgów 2,2 m
n) temperatura pracy $-10^\circ\text{C} \dots +55^\circ\text{C}$
o) wilgotność względna $<85\%$
p) wysokość $\leq 2000 \text{ m}$
q) kompatybilność elektromagnetyczna PN-EN 61000-6-3
..... PN-EN 61000-6-2

12.2.3 Cęgi C-5A

Cęgi C-5A służą do pomiaru prądów przemiennych i stałych bez przerywania obwodu z płynącym prądem. Zakres pomiarowy wynosi 1400 A dla prądu stałego i 1000 A dla prądu przemiennego. Sygnałem wyjściowym jest napięcie proporcjonalne do mierzonego prądu. Cęgi mają jeden zakres pomiarowy 1000 A, o czułości 1 mV/A, pokrętko regulacji zera i diodowy wskaźnik zasilania. Sygnał wyjściowy wyprowadzony jest przewodem 2,2 m zakończonym odpowiednim wtykiem dostosowanym do gniazda w mierniku.

Strzałka umieszczona na jednej ze szczęk **wskazuje kierunek przepływu prądu**. Uznaje się, że prąd płynie w dodatnim kierunku, jeżeli płynie od źródła do odbiornika. Taka orientacja cęgów jest wymagana do poprawnego pomiaru mocy i składowych stałych.

Przeciążenia

- a) prąd stały (DC) do 3000 A (tryb ciągły)
b) prąd przemienny (AC) do 1000 A w trybie ciągłym do częstotliwości 1 kHz
c) ograniczenie maksymalnej wartości prądu dla pracy ciągłej dla częstotliwości powyżej 1 kHz według zależności $I_{\text{ciągły}} = 1000 \text{ A/f [kHz]}$

Włączanie

- **Zasilanie baterijne**. Przesunąć przełącznik na pozycję ON. Zielona dioda LED sygnalizuje poprawną pracę. Cęgi wyłączą się automatycznie po 10 minutach nieużytkowania.
- **Zasilanie baterijne**. Przesunąć przełącznik na pozycję ON trzymając jednocześnie przycisk DC ZERO. Pomarańczowa dioda LED sygnalizuje poprawną pracę. Cęgi nie wyłączą się automatycznie, działając aż do rozładowania baterii.

- **Zasilanie zewnętrzne.** Podłączyć do cęgów zasilanie poprzez port USB. Pomarańczowa dioda LED sygnalizuje poprawną pracę. Cęgi wyłączą się po odłączeniu zasilania.

Jeżeli po przełączeniu dioda nie świeci lub gaśnie podczas pomiarów, należy wymienić baterię zasilającą.

Sygnalizacja przekroczenia zakresu pomiarowego

- Jeśli mierzony prąd przekroczy zakres pomiarowy cęgów, świeci dioda OL.

Korekcja wskazania zera DC

- Włączyć cęgi.
- Upewnić się, że szczęki są zamknięte i nie obejmują żadnego przewodnika.
- Podłączyć cęgi do analizatora.
- Naciśnąć przycisk DC ZERO. Dioda OL będzie świecić przez ok. 3 sekundy, sygnalizując trwanie korekcji.
- Dioda OL zgaśnie, gdy korekcja zakończy się sukcesem. Jeśli nie zgaśnie, będzie to oznaczać, że korekcja nie mogła zostać przeprowadzona. W tej sytuacji należy sprawdzić, czy cęgi nie obejmują żadnego przewodnika, a szczęki są poprawnie zamknięte. Następnie ponownie naciśnąć przycisk DC ZERO lub wyłączyć i włączyć cęgi i ponowić procedurę.

Po włączeniu cęgi przywołują ostatnią zapisaną korekcję.

Warunki odniesienia

- a) temperatura +18...+28°C
- b) wilgotność względna 20...75%
- c) napięcie baterii 9 V
- d) pozycja przewodnika przewodnik wyśrodkowany w stosunku do szczęk
- e) prąd stały (DC) lub sinusoidalny (AC) $f \leq 65$ Hz
- f) stałe pole magnetyczne <40 A/m (ziemskie pole magnetyczne)
- g) zmienne zewnętrzne pole magnetyczne brak
- h) zewnętrzne pole elektryczne brak

Dane techniczne

- a) dokładność:

Zakres prądu	0,5...100 A	100...800 A	800...1000 A	1000...1400 A (DC)
Niepewność podstawowa ¹⁾	≤ 1,5% + 1 A	≤ 2,5%	≤ 4%	≤ 5%

¹⁾ jako % wartości mierzonej

- b) błąd fazy (45...65 Hz):

Zakres prądu	3...200 A	200...1000 A
Błąd fazy	≤ 2°	≤ 1,5°

- c) przełożenie 1 mV/1 A
- d) zakres częstotliwości DC...30 kHz
- e) impedancja wyjściowa 215 Ω
- f) błędy dodatkowe
- od częstotliwości prądu
- 10...400 Hz ≤1%
- 400...7000 Hz ≤3,5%
- 7...10 kHz +1,5...-12%
- od wilgotności względnej w zakresie 10...85% ≤0,5%
- od pozycji przewodnika o średnicy Ø20 mm ≤0,5%
- od równoległego przewodnika z prądem przemiennym 50...60 Hz, w odległości 23 mm od cęgów:

.....≤10 mA/A
 od zewnętrznego pola magnetycznego 400 A/m (50 Hz) na wyśrodkowany przewodnik
≤1,3 A
 współczynnik tłumienia sygnału wspólnego≤65 dB A/V (50 Hz)

Pozostałe dane

- a) rodzaj izolacji podwójna, zgodnie z PN-EN 61010-1
- b) kategoria pomiarowa wg PN-EN 61010-1 III 600 V (IV 300 V)
- c) stopień ochrony wg PN-EN 60529 IP40
- d) zasilanie bateria 9 V (6LR61, 6LF22, NEDA 1604)
 5 V DC 100 mA przez microUSB typu B
- e) czas pracy z baterią alkaliczną ok. 50 h
- f) wymiary 237 × 97 × 44 mm
- g) masa ok. 520 g
- h) maksymalna średnica przewodu mierzonego Ø39 mm
- i) długość przewodu cęgów 2,2 m
- j) temperatura pracy -10°C... +55°C
- k) wilgotność względna ≤85%
- l) wysokość ≤2000 m
- m) kompatybilność elektromagnetyczna PN-EN 61326-1

12.2.4 Cęgi C-6A

Cęgi C-6A przeznaczone są do pomiaru prądów przemiennych o częstotliwościach do 10 kHz w zakresie 10 mA...10A. Jako wyposażenie do przyrządów firmy SONEL S.A. współpracują z miernikami jakości energii serii PQM i miernikami wielofunkcyjnymi serii MPI.

Sygnałem wyjściowym jest napięcie proporcjonalne do mierzonego prądu przy czułości 100 mV/A. Jest on wyprowadzony przewodem 2,2 m zakończonym odpowiednim wtykiem dostosowanym do gniazda w mierniku.

Strzałka umieszczona na jednej ze szczęk **wskazuje kierunek przepływu prądu**. Uznaje się, że prąd płynie w dodatnim kierunku jeśli płynie od źródła do odbiornika. Taka orientacja cęgów jest wymagana do poprawnego pomiaru mocy.



UWAGA!

Nie wolno używać cęgów z nieizolowanymi przewodnikami o potencjale wyższym niż 600 V w stosunku do ziemi i w instalacjach o kategorii pomiarowej wyższej niż III oraz w instalacjach o kategorii IV i potencjale wyższym niż 300 V.

Warunki odniesienia

- a) temperatura +20... +26°C
- b) wilgotność względna 20... 75%
- c) przewodnik wyśrodkowany w stosunku do szczęk
- d) częstotliwość prądu sinusoidalnego 48... 65 Hz
- e) współczynnik zawartości harmonicznych <1%
- f) składowa stała prądu brak
- g) stałe pole magnetyczne <40 A/m (ziemskie pole magnetyczne)
- h) zmienne zewnętrzne pole magnetyczne brak
- i) przewodniki w bezpośredniej bliskości brak płynącego prądu

Dane techniczne

Zakres prądu	Niepewność podstawowa ¹⁾	Błąd fazy
0,01...0,1 A	≤ 3% + 1 mA	niespecyfikowany
0,1...1 A	≤ 2,5%	≤ 5°
1...12 A	≤ 1%	≤ 3°

¹⁾ jako% wartości mierzonej

- a) przełożenie 100 mV AC/1 A AC
b) zakres częstotliwości 40 Hz...10 kHz

Pozostałe dane

- a) rodzaj izolacji podwójna, zgodnie z PN-EN 61010-1
b) kategoria pomiarowa wg PN-EN 61010-1 III 600 V
c) stopień ochrony obudowy wg PN-EN 60529 IP40, z otwartymi szczękami: IP30
d) wymiary 135 × 50 × 30 mm
e) masa ok. 180 g
f) otwarcie szczęk 21 mm
g) wysokość otwartych szczęk 69 mm
h) maksymalna średnica przewodu mierzonego Ø20 mm
i) długość przewodu cęgów 2,2 m
j) temperatura pracy -10°C...+55°C
k) wilgotność względna <85%
l) wysokość n.p.m. ≤2000 m
m) standard jakości ... opracowanie, projekt i produkcja zgodnie z ISO 9001, ISO 14001, PN-N-18001
n) wyrób spełnia wymagania EMC wg norm PN-EN 61000-6-3 i PN-EN 61000-6-2

12.2.5 Cęgi C-7A

Cęgi C-7A przeznaczone są do pomiaru prądów przemiennych w sieciach niskich i średnich mocy w zakresie do 100 A.

Sygnałem wyjściowym jest napięcie proporcjonalne do mierzonego prądu przy czułości 5 mV/A. Jest on wyprowadzony przewodem 3 m zakończonym odpowiednim wtykiem dostosowanym do gniazda w mierniku.

Strzałka umieszczona na jednej ze szczęk **wskazuje kierunek przepływu prądu**. Uznaje się, że prąd płynie w dodatnim kierunku jeśli płynie od źródła do odbiornika. Taka orientacja cęgów jest wymagana do poprawnego pomiaru mocy.



UWAGA!

Nie wolno używać cęgów z nieizolowanymi przewodnikami o potencjale wyższym niż 300 V w stosunku do ziemi i w instalacjach o kategorii pomiarowej wyższej niż III.

Warunki odniesienia

- a) temperatura +18...+28°C
b) wilgotność względna <85% (bez kondensacji)

Dane techniczne

- a) zakres pomiarowy 0...100 A AC
b) zakres częstotliwości 40 Hz...3 kHz
c) maksymalny dopuszczalny prąd ciągły 100 A AC (50/60 Hz)

d) dokładność (przebieg sinusoidalny)

Częstotliwość	Niepewność podstawowa	Błąd fazy
45...65 Hz	±0,5% ±0,1 mV	≤ 2°
40 Hz...1 kHz	±1,0% ±0,2 mV	niespecyfikowany

- e) przełożenie 5 mV AC/1 A AC
 f) impedancja wyjściowa 11 Ω
 g) rodzaj izolacji podwójna, zgodnie z PN-EN 61010-1
 h) kategoria pomiarowa wg PN-EN 61010-1 III 300 V
 i) wymiary 100 × 60 × 26 mm
 j) masa ok. 160 g
 k) maksymalna średnica przewodu mierzonego Ø24 mm
 l) długość przewodu cęgów 3 m
 m) temperatura pracy 0°C...+50°C
 n) wilgotność względna <85% (bez kondensacji)
 o) kompatybilność elektromagnetyczna PN-EN 61326

12.2.6 Cęgi F-1A, F-2A, F-3A

Cęgi giętkie (cewka Rogowskiego) F-1A, F-2A i F-3A przeznaczone są do pomiaru prądów przemiennych o częstotliwościach do 10 kHz w zakresie 1 A...3000 A.

Cęgi giętkie F-1A, F-2A i F-3A różnią się między sobą jedynie obwodem cewki. Parametry elektryczne są takie same. Sygnałem wyjściowym jest napięcie proporcjonalne do pochodnej mierzonego prądu przy czułości 38,83 mV/1000 A dla 50 Hz i 46,6 mV/1000 A dla 60 Hz.



Rys. 12.1 Cęgi F-1A



Rys. 12.2 Cęgi F-2A



Rys. 12.3 Cęgi F-3A

Sygnał wyjściowy wyprowadzony jest przewodem 2,2 m zakończonym odpowiednim wtykiem, dostosowanym do gniazda w mierniku.

Strzałka umieszczona na zapięciu cęgów **wskazuje kierunek przepływu prądu**. Uznaje się, że prąd płynie w dodatnim kierunku, jeżeli płynie od źródła do odbiornika. Taka orientacja cęgów jest wymagana do poprawnego pomiaru mocy.



UWAGA!

Nie wolno używać cęgów z niez izolowanymi przewodnikami o potencjale wyższym niż 1000 V w stosunku do ziemi i w instalacjach o kategorii pomiarowej wyższej niż III.

Warunki odniesienia

- a) Temperatura +18... +22°C
- b) Pozycja przewodnika wyśrodkowany względem pętli cęgów
- c) Stałe pole magnetyczne <40 A/m (ziemskie pole magnetyczne)
- d) Zmienne zewnętrzne pole magnetyczne brak
- e) Zewnętrzne pole elektryczne brak

Dane techniczne

- a) Nominalny zakres pomiarowy w trybie rejestratora 1 A...3000 A (10 000 A szczytowo dla 50 Hz)
- b) Współczynnik wejście/wyjście 38,83 mV/1000 A (50 Hz)
..... 46,6 mV/1000 A (60 Hz)
- c) Niepewność podstawowa ±1% w zakresie 1 A...3000 A
- d) Liniowość ±0,2%
- e) Błąd dodatkowy od położenia przewodnika ±1% maks.
- f) Błąd dodatkowy od zewnętrznego pola magnetycznego ±0,5% maks.
- g) Błąd dodatkowy od temperatury ±0,07%
- h) Impedancja wyjściowa 70 Ω/450 mm

Pozostałe dane:

- a) rodzaj izolacji podwójna, zgodnie z PN-EN 61010-1
- b) kategoria pomiarowa wg PN-EN 61010-1 III 1000 V
- c) stopień ochrony wg PN-EN 60529 IP65
- d) średnica cewki 15,5 mm
- e) średnica zapięcia (maksymalna) 30 mm
- f) obwód cewki F-1: 120 cm
..... F-2: 80 cm
..... F-3: 45 cm
- g) wewnętrzna średnica cęgów po zapięciu F-1: 360 mm
..... F-2: 235 mm
..... F-3: 120 mm
- h) masa F-1: ok. 410 g
..... F-2: ok. 310 g
..... F-3: ok. 220 g
- i) długość przewodu cęgów 2,2 m
- j) temperatura pracy -20°C... +80°C
- k) kompatybilność elektromagnetyczna PN-EN 61000-6-3, PN-EN 61000-6-2

12.2.7 **MPI-540-PV** Cęgi C-PV

Cęgi C-PV służą do pomiarów prądu stałego I_{sc} oraz pomiarów prądu stałego łańcucha modułów na wejściu inwertera w funkcji „Test inwertera”. Cęgi należy podłączać do miernika poprzez adapter **WAADACPV**.

Korekcja wskazania zera dla pomiarów prądu DC

- Podłączyć cęgi do miernika, włączyć cęgi.
- Pokrętem DC ZERO wyzerować cęgi na wskazanie prądu najbliższe zera.

Warunki odniesienia

- | | |
|--|---|
| a) temperatura | 23 ± 5°C |
| b) wilgotność względna | 70% |
| c) zasilanie | 3 V |
| d) pozycja przewodnika | przewodnik wyśrodkowany w stosunku do szcęk |
| e) stałe pole magnetyczne | <40 A/m (ziemskie pole magnetyczne) |
| f) zmienne zewnętrzne pole magnetyczne | brak |
| g) zewnętrzne pole elektryczne | brak |

Dane techniczne

- | | |
|--|--------------------------------|
| a) dokładność | |
| ▪ zakres: 40 A DC | 0...40,0 A DC: ±(2,5% + 0,1 A) |
| ▪ zakres: 400 A DC | 0...400 A DC: ±(2,8% + 0,5 A) |
| ▪ zakres: 40 A AC (50/60 Hz) | 0...40,0 A AC: ±(2,5% + 0,1 A) |
| ▪ zakres: 400 A AC (50/60 Hz) | 0...400 A AC: ±(2,8% + 0,5 A) |
| b) przełożenie | |
| ▪ 40 A | 10 mV/A, |
| ▪ 400 A | 1 mV/A |
| c) impedancja wyjściowa | 1320 Ω |

Pozostałe dane

- | | |
|---|--|
| a) rodzaj izolacji | podwójna, zgodnie z EN 61010-1 |
| b) kategoria pomiarowa wg PN-EN 61010-1 | CAT IV 300 V, CAT III 600 V,
maks. 1000 V DC tylko na izolowane przewodniki |
| c) stopień ochrony wg PN-EN 60529 | IP40 |
| d) zasilanie | dwie baterie typu „AAA” 1,5 V |
| e) maksymalna średnica przewodu mierzonyego | Ø30 mm |
| f) temperatura pracy | 0...+50°C |
| g) temperatura przechowywania | -20...+70°C |
| h) wilgotność względna pracy | ≤70% |
| i) wilgotność względna przechowywania | ≤80% |
| j) wysokość n.p.m. | ≤2000 m |

12.2.8 Cęgi N-1

Cęgi N-1, jako wyposażenie dodatkowe do przyrządów firmy SONEL S.A. współpracują z miernikami rezystancji uziemień serii MRU jako cęgi nadawcze w pomiarze dwucęgowym.

Sygnal wyjściowy wyprowadzony jest przez dwa gniazda bananowe.

Przebieżania:

Zakres prądów	$I \leq 1000 \text{ A}$	$1000 \text{ A} < I \leq 1200 \text{ A}$
Tryb pracy	ciągły ¹⁾	15 minut pomiaru, następnie 30 minut przerwy

¹⁾ Dla częstotliwości $f \leq 1 \text{ kHz}$. Ograniczenie maksymalnej wartości prądu dla pracy ciągłej dla częstotliwości powyżej 1 kHz według zależności:

$$I_{\text{ciągły}} = \frac{1000 \text{ A}}{f [\text{kHz}]}$$

Warunki odniesienia

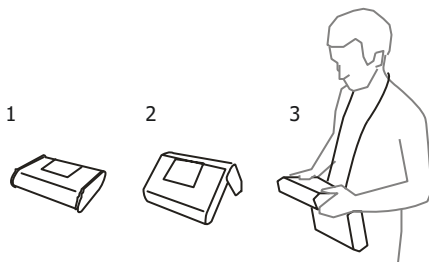
- a) temperatura +20...+26°C
- b) wilgotność względna 20...75%
- c) przewodnik wyśrodkowany w stosunku do szczęk
- d) składowa stała prądu brak
- e) stałe pole magnetyczne <40 A/m (ziemskie pole magnetyczne)
- f) zmienne zewnętrzne pole magnetyczne brak
- g) przewodniki w bezpośredniej bliskości brak płynącego prądu

Dane techniczne

- a) sygnał wyjściowy dla max prądu 1 A AC
- b) przełożenie 1000/1
- c) zakres częstotliwości 30 Hz...10 kHz
- d) rodzaj izolacji podwójna, zgodnie z PN-EN 61010-1
- e) kategoria pomiarowa wg PN-EN 61010-1 III 600 V
- f) stopień ochrony obudowy wg PN-EN 60529 IP40, z otwartymi szczękami: IP30
- g) wymiary 216 × 111 × 45 mm
- h) masa ok. 550 g
- i) otwarcie szczęk 53 mm
- j) wysokość otwartych szczęk 139 mm
- k) maksymalna średnica przewodu mierzonego Ø52 mm
- l) temperatura pracy -10°C...+55°C
- m) wilgotność względna <85%
- n) wysokość n.p.m. ≤2000 m
- o) standard jakości ... opracowanie, projekt i produkcja zgodnie z ISO 9001, ISO 14001, PN-N-18001
- p) wyrób spełnia wymagania EMC wg norm PN-EN 61000-6-3 i PN-EN 61000-6-2

13 Położenia pokrywy miernika

Ruchoma pokrywa umożliwia użytkowanie miernika w różnych pozycjach.



1 – Pokrywa od spodu miernika

2 – Pokrywa jako podpórka

3 – Pokrywa w pozycji umożliwiającej wygodne użytkowanie miernika przenieszonego na szyi przy pomocy szelek

14 Producent

Producentem przyrządu prowadzącym serwis gwarancyjny i pogwarancyjny jest:

SONEL S.A.

ul. Wokulskiego 11

58-100 Świdnica

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

e-mail: bok@sonel.pl

internet: www.sonel.pl



UWAGA!

Do prowadzenia napraw serwisowych upoważniony jest jedynie producent.

15 Usługi laboratoryjne

Laboratorium Badawczo-Wzorujące działające w SONEL S.A. posiada akredytację Polskiego Centrum Akredytacji nr AP 173.

Laboratorium oferuje usługi wzorcowania następujących przyrządów związanych z pomiarami wielkości elektrycznych i nieelektrycznych:



AP 173

• MIERNIKI DO POMIARÓW WIELKOŚCI ELEKTRYCZNYCH ORAZ PARAMETRÓW SIECI ENERGETYCZNYCH

- mierniki napięcia
- mierniki prądu (w tym również mierniki cęgowe)
- mierniki rezystancji
- mierniki rezystancji izolacji
- mierniki rezystancji uziemień
- mierniki impedancji pętli zwarcia
- mierniki zabezpieczeń różnicowoprądowych
- mierniki małych rezystancji
- analizatory jakości zasilania
- testery bezpieczeństwa sprzętu elektrycznego
- multimetry
- mierniki wielofunkcyjne obejmujące funkcjonalnie w/w przyrządy

• WZORCE WIELKOŚCI ELEKTRYCZNYCH

- kalibratory
- wzorce rezystancji

• PRZYRZĄDY DO POMIARÓW WIELKOŚCI NIEELEKTRYCZNYCH

- pirometry
- kamery termowizyjne
- luksomierze

Świadectwo Wzorcowania jest dokumentem prezentującym zależność między wartością wzorcową a wskazaniem badanego przyrządu z określeniem niepewności pomiaru i zachowaniem spójności pomiarowej. Metody, które mogą być wykorzystane do wyznaczenia odstępów czasu między wzorcowaniami określone są w dokumencie ILAC G24 „Wytyczne dotyczące wyznaczania odstępów czasu między wzorcowaniami przyrządów pomiarowych”. Firma SONEL S.A. zaleca dla produkowanych przez siebie przyrządów wykonywanie potwierdzenia metrologicznego nie rzadziej, niż co **12 miesięcy**.

Dla wprowadzanych do użytkowania fabrycznie nowych przyrządów posiadających Świadectwo Wzorcowania lub Certyfikat Kalibracji, kolejne wykonanie potwierdzenia metrologicznego (wzorcowanie) zaleca się przeprowadzić w terminie do **12 miesięcy** od daty zakupu, jednak nie później, niż **24 miesiące** od daty produkcji.



UWAGA!

Osoba wykonująca pomiary powinna mieć całkowitą pewność, co do sprawności używanego przyrządu. Pomiary wykonane niesprawnym miernikiem mogą przyczynić się do błędnej oceny skuteczności ochrony zdrowia, a nawet życia ludzkiego.

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 Z_s

L-N!

Napięcie U_{L-N} jest niepoprawne do wykonania pomiaru.

L-PE!

Napięcie U_{L-PE} jest niepoprawne do wykonania pomiaru.

N-PE!

Napięcie U_{N-PE} przekracza dopuszczalną wartość 50 V.

L ↔ N

Faza podłączona do zacisku N zamiast L (np. zamiana L i N w gniazdku sieciowym).

TEMPERATURA!

Przekroczona temperatura miernika.

f!

Częstotliwość sieci jest poza zakresem 45 Hz...65 Hz.

BŁĄD!

Błąd pomiaru. Wyświetlenie poprawnego wyniku niemożliwe.

**Uszkodzenie obwodu
zwarciowego**

Miernik należy oddać do serwisu.

U>500V!

Na zaciskach pomiarowych przed pomiarem napięcie przekracza 500 V.

i ciągły sygnał dźwiękowy

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.

$R_E > 1,99k\Omega$

Przekroczony zakres pomiarowy.

SZUM!

Zbyt mała wartość stosunku sygnał/szum (zbyt duży sygnał zakłócający).

LIMIT!

Niepewność pomiaru R_E od rezystancji elektrod $> 30\%$ (do obliczenia niepewności, brane są wartości zmierzone).



Przerwa w obwodzie pomiarowym lub rezystancja sond pomiarowych większa niż 60 k Ω .

Pomiar RCD

$U_B > U_L!$

Napięcie dotykowe przekracza ustaloną wartość progową U_L .

!

Z prawej strony wyniku oznacza niesprawność RCD.

PE!

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

i ciągły sygnał dźwiękowy

Pomiar Riso



Wykryto obecność napięcia na zaciskach miernika. Pomiar niemożliwy.

i ciągły sygnał dźwiękowy

SZUM!

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

LIMIT!

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



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



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

e-mail: bok@sonel.pl
www.sonel.pl