



POLITECHNIKA  
LUBELSKA  
WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI  
I INFORMATYKI



KATEDRA URZĄDZEŃ  
ELEKTRYCZNYCH I  
TECHNIKI WYSOKICH  
NAPIĘĆ

## LABORATORIUM

# Projektowanie urządzeń elektrycznych

Ćwiczenie nr 12

## **Pomiary ochronne w urządzeniach i instalacjach elektrycznych niskiego napięcia**

## 1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z obsługą miernika MPI-511 firmy SONEL, oraz wykonanie kompletu pomiarów eksploatacyjnych w rozdzielnicy RNWBH niskiego napięcia.

## 2. Wprowadzenie

Zgodnie z normą PN-IEC 60364 oględziny należy wykonać przed przystąpieniem do prób i po odłączeniu zasilania instalacji bądź urządzenia. Oględziny mają na celu potwierdzić, że zainstalowane na stałe urządzenia elektryczne:

1. Zostały prawidłowo dobrane i zainstalowane zgodnie z wymaganiami normy.
2. Nie mają widocznych uszkodzeń wpływających na pogorszenie bezpieczeństwa, a ponadto obejmują dodatkowo:
  - sprawdzanie ochrony przed dotykiem bezpośrednim, łącznie z pomiarem odstępów;
  - sprawdzenie ochrony przeciwpożarowej
  - sprawdzanie poprawności oznakowania;
  - sprawdzanie nastaw zabezpieczeń;
  - sprawdzanie łączników;
  - sprawdzanie doboru urządzeń i środków ochrony w zależności od stopnia zagrożenia;
  - sprawdzenie rozmieszczenia tablic i napisów informacyjnych;
  - sprawdzenie poprawności połączeń przewodów;
  - sprawdzenie lokalizacji urządzeń elektrycznych;
  - sprawdzenie doboru klasy ochronności i stopnia IP urządzeń.

## 3. Opis stanowiska laboratoryjnego

### 3.1 Pomiar rezystancji izolacji miernikiem MPI-511

Zasady wykonywania pomiarów rezystancji izolacji:

- Rezystancję izolacji należy mierzyć pomiędzy przewodami czynnymi i ziemią, przy czym jako ziemię należy traktować przewody ochronne PE i ochronno-neutralne PEN, a przewód neutralny N jako przewód czynny.
- Przy urządzeniach z układami elektronicznymi pomiar rezystancji izolacji należy wykonać pomiędzy połączonymi razem przewodami czynnymi a ziemią w celu uniknięcia uszkodzenia elementów elektroniki. Bloki zawierające elementy elektroniczne, o ile to możliwe, należy na czas pomiaru wyjąć z obudowy.

- Pomiary winne być wykonywane w instalacji odłączonej od zasilania i rozładowanej.
- Jeżeli zmierzona wartość jest mniejsza od wartości podanej w poniżej znajdującej się **Tabeli 1** to instalacja powinna zostać podzielona na szereg grup obwodów, a pomiar winien zlokalizować uszkodzone miejsce.
- Jeżeli dany obwód ma wszystkie fazy wyłączane to obwody takie należy pomierzyć oddzielnie.
- Przy załączonych odbiornikach dopuszczalny jest pomiar rezystancji pomiędzy fazą i ziemią.

Tabela 1. Minimalne wartości rezystancji izolacji i wymagane napięcia probiercze

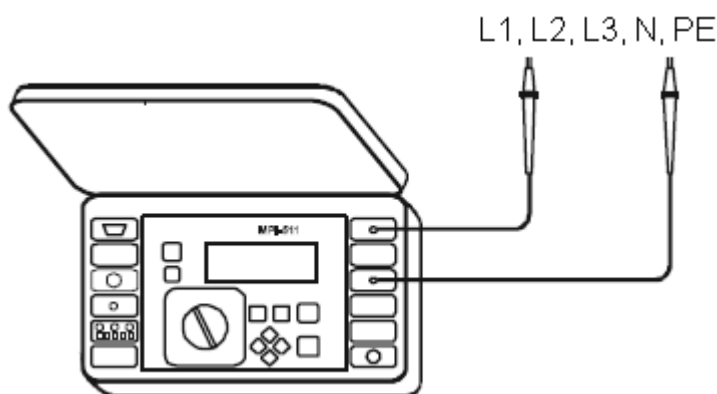
Napięcie znamionowe obwodu	Napięcie probiercze prądu stałego	Rezystancja izolacji
V	V	MΩ
do 50 V obwody SELV i PELV	250	≥ 0,25
powyżej 50 V do 500 V	500	≥ 0,5
powyżej 500 V	1000	≥ 1,0

### OSTRZEŻENIE:

Mierzony obiekt nie może znajdować się pod napięciem.

Niedopuszczalne jest odłączanie przewodów pomiarowych przed zakończeniem pomiaru, grozi to porażeniem wysokim napięciem i uniemożliwia rozładowanie badanego obiektu.

Przy pomiarach rezystancji izolacji, na końcówkach przewodów pomiarowych miernika MPI-511 występuje niebezpieczne napięcie do 1kV.



Rys. 1. Podłączenie miernika z badanym obiektem

### 3.2 Pomiar ciągłości połączeń ochronnych miernikiem MPI-511

Według PN-IEC 60364 ciągłość przewodów ochronnych wykonujemy z użyciem źródeł prądu zmiennego lub stałego o napięciu od 4 do 24 V prądem co najmniej 0,2 A. Prąd podczas próby musi być tak mały by nie spowodować powstania pożaru. Pomiar ciągłości miernikiem jest całkowicie bezpieczny napięcie na zaciskach pomiarowych mieści się w granicach 4...8 V, prąd pomiarowy przepuszczany jest w dwóch przeciwnych kierunkach, jako wynik główny wyświetlana jest wartość średnia.

Sprawdzenie polega na przyłączeniu przewodów obwodu pomiarowego z jednej strony np. do części przewodzących dostępnych odbiornika, do bolca ochronnego gniazda wtykowego itp., a z drugiej strony do przewodu ochronnego w miejscu, w którym na pewno jest zachowana ciągłość jego połączenia z uziomem.

Rezystancja przejścia połączenia stykowego nie powinna być większa niż rezystancja przewodu ochronnego długości 1 metra przyłączonego do tego styku.

### 3.3 Pomiary impedancji pętli zwarcia miernikiem MPI-511

Miernik mierzy zawsze impedancje, a wyświetlony prąd zwarciaowy jest wyliczany według wzoru:

$$I_K = \frac{U_N}{Z_S}$$

gdzie:  $U_N$  – napięcie nominalne badanej sieci,  $Z_S$  – zmierzona impedancja.

Miernik MPI-511 ma możliwość pomiaru pętli zwarcia w obwodzie L - N, L - L, L - PE, jak również w obwodzie L - PE zabezpieczonym wyłącznikiem RCD.

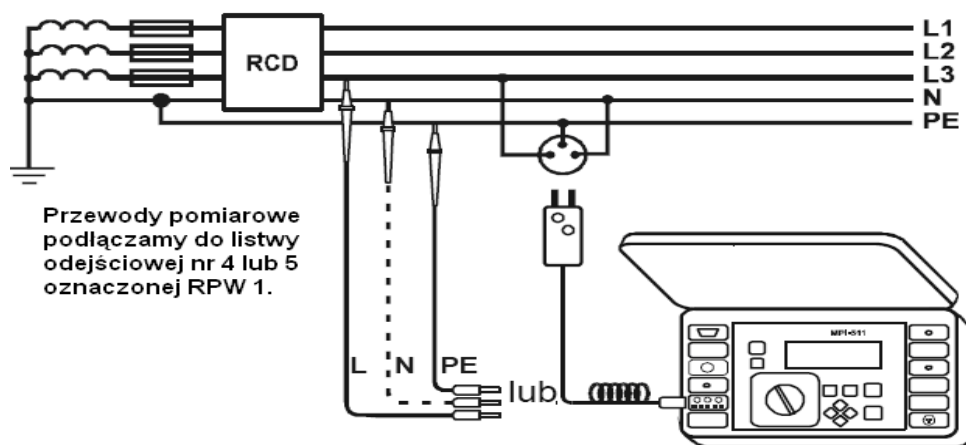
Z <sub>L-N, L-L</sub>	11:07	
GOTOWY	221V	I <sub>K</sub> = 310A
	50.0Hz	R = 0.72Ω
<b>0.72Ω</b>		X <sub>L</sub> = 0.05Ω
Przewód WS-01		U <sub>L-N</sub> = 223V
		f = 50.0Hz

Rys. 2. Wygląd ekranu przy pomiarze parametrów pętli zwarcia

Jako wynik główny wyświetlana jest impedancja pętli zwarcia  $Z_S$ , z prawej strony ekranu wyświetlane są składowe wyniki pomiaru: prąd zwarciaowy  $I_K$ , rezystancja  $R$ , reaktancja  $X_L$ , napięcie sieciowe w chwili pomiaru, częstotliwość sieci w chwili pomiaru, przykładowy wygląd ekranu pokazano na rysunku 2.

### 3.4 Pomiar parametrów wyłączników RCD

Pierwszą czynnością przy wykonywaniu badania wyłącznika jest sprawdzenie jego działania za pomocą przycisku „TEST”. W tym celu należy nacisnąć przycisk oznaczony symbolem „T” lub napisem „TEST”. Powoduje to załączenie obwodu kontrolnego wyłącznika, który powoduje zamodelowanie warunków takich, jak przy uszkodzeniu w instalacji. Sprawny, prawidłowo zainstalowany i zasilany (będący pod napięciem) wyłącznik powinien natychmiast zadziałać. Jeżeli wyłącznik nie zadziała (nie wyłączy zasilania) należy odstąpić od dalszych badań i orzec jego nie sprawność.



Rys. 3. Sposób podłączenia miernika do pomiaru parametrów wyłącznika RCD









W przypadku braku połączenia miernika z przewodem neutralnym (przerywana linia) wyświetlany jest na ekranie komunikat **Brak  $U_{L-N}$ !** ale pomiar może być kontynuowany w przypadku zastosowania ustawień opisanych poniżej.

## 4. Sposób przeprowadzenia pomiarów

### 4.1 Pomiar rezystancji izolacji miernikiem MPI-511

Aby dokonać pomiaru rezystancji izolacji należy:

- badaną rozdzielnicę odłączyć od sieci zasilającej;
- zdemontować osłony oznaczone numerami 1, 2, 3;
- odłączyć rozłącznikiem bezpiecznikowym RBKOO ochronniki przepięć, rozłącznik opisany jest jako „NH00 ZABEZPIECZENIE OCHRONNIKA”;
- obrotowy przełącznik funkcji miernika należy ustawić w położeniu  $R_{ISO}$ ;
- ustawić napięcie pomiarowe  $U_N$  oraz tryb pomiaru na  $R_{ISO}$  (widoczny na pasku funkcji pomiarowej);


- podłączyć przewody pomiarowe zgodnie z rysunkiem 1 zaczynając od L1 - L2 (na stałe krokodylkami, ponieważ pomiar trwa kilkadziesiąt sekund), jeżeli obiekt jest pod napięciem, wartość tego napięcia jest mierzona i wyświetlana na wyświetlaczu;
- wcisnąć i przytrzymać klawisz , jednocześnie wciskając klawisz , następnie puszcza oba przyciski w celu rozpoczęcia pomiaru;
- po dokonaniu pomiaru i rozładowaniu obiektu (kilkadziesiąt sekund) wyświetlany jest wynik na wyświetlaczu, który zapisujemy w pamięci miernika. Proces zapisu uruchamiamy klawiszem , (pojawia się ekran przedstawiony na rysunku 4), następnie klawiszami  i  podświetlamy pole wyboru banku i komórki, a klawiszami  i  wybieramy numer banku i komórki, zalecane jest pozostawienie numerów bieżących jeżeli zawartość danego banku została wcześniej usunięta;
- w celu dokończenia procesu zapisu wyniku ponownie wciskamy klawisz . Wynik zostaje zapisany w pamięci pod bankiem i komórką, która widniała na ekranie;
- czynności pomiarowe powtarzamy kolejno dla poszczególnych szyn: L1 - L2, L1 - L3, L2 - L3, L1 - N, L2 - N, L3 - N, L1 - PE, L2 - PE, L3 - PE, N - PE;
- po zakończeniu tej części ćwiczenia załączamy ochronniki przepięć rozłącznikiem bezpiecznikowym RBK00, opisanym jest jako „NH00 ZABEZPIECZENIE OCHRONNIKA”.









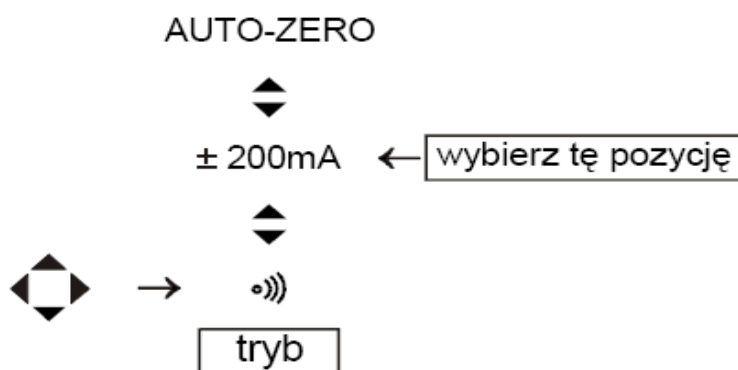
Rys. 4. Wygląd ekranu miernika podczas funkcji zapisu wyniku

#### 4.2 Pomiar ciągłości połączeń ochronnych miernikiem MPI-511

Aby dokonać pomiaru ciągłości połączeń ochronnych należy:

- badaną rozdzielnicę odłączyć od sieci zasilającej;
- obrotowy przełącznik funkcji miernika ustawić w położeniu **R** o)))  $\pm 200\text{mA}$ ;
- ustawić tryb pomiaru  $\pm 200\text{mA}$  wg algorytmu przedstawionego na rysunku 5;
- podłączyć przewody pomiarowe zgodnie z rysunku 6;
- wcisnąć klawisz .

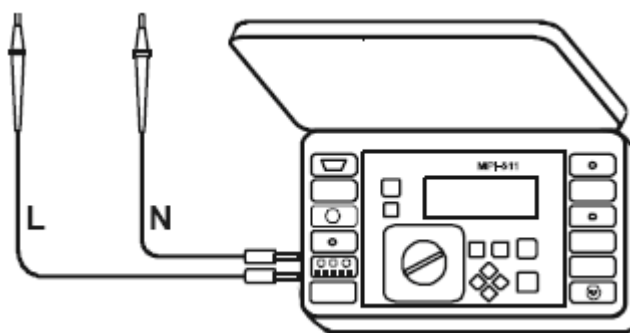
- po wykonaniu pomiaru wynik zapisujemy, proces zapisu uruchamiamy klawiszem  (pojawia się ekran przedstawiony na rysunku 4), następnie klawiszami  i  podświetlamy pole wyboru banku i komórki, a klawiszami  i  wybieramy numer banku i komórki, zalecane jest pozostawienie numerów bieżących jeżeli zawartość danego banku została wcześniej usunięta;
- w celu dokończenia procesu zapisu wyniku ponownie wciskamy klawisz . Wynik zostaje zapisany w pamięci pod bankiem i komórką, która widniała na ekranie.



Rys. 5 Ustawienie trybu pomiaru ciągłości przewodów ochronnych

Niskonapięciowy pomiar ciągłości przewodów:

Przewody pomiarowe podłączamy do szyny i przewodów PE, zaleca się aby jeden przewód podłączony był do zacisku uziemiającego, a drugi odpowiednio do wybranych zacisków PE występujących w rozdzielnicy.










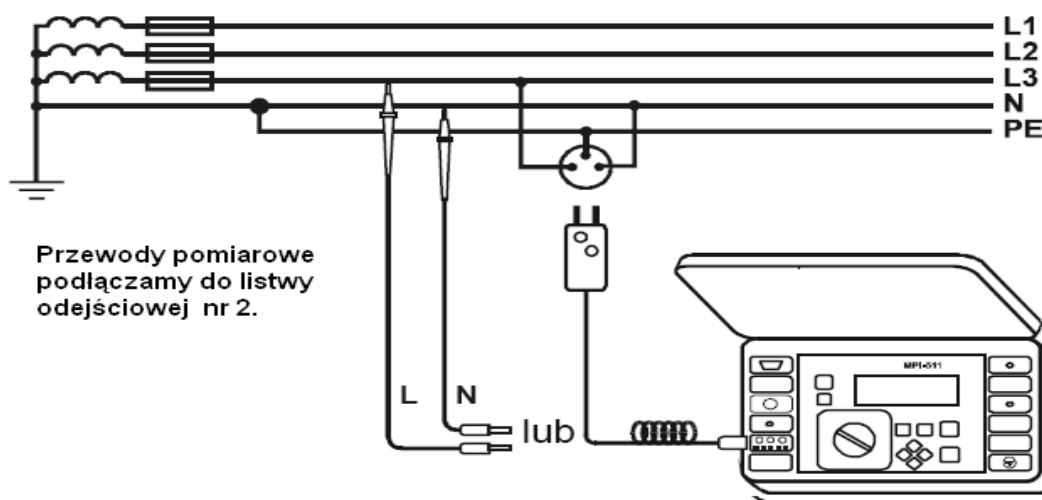
Rys. 6.

### 4.3 Pomiary impedancji pętli zwarcia miernikiem MPI-511

Aby dokonać pomiaru pętli zwarcia w obwodzie L - N i L - L należy:

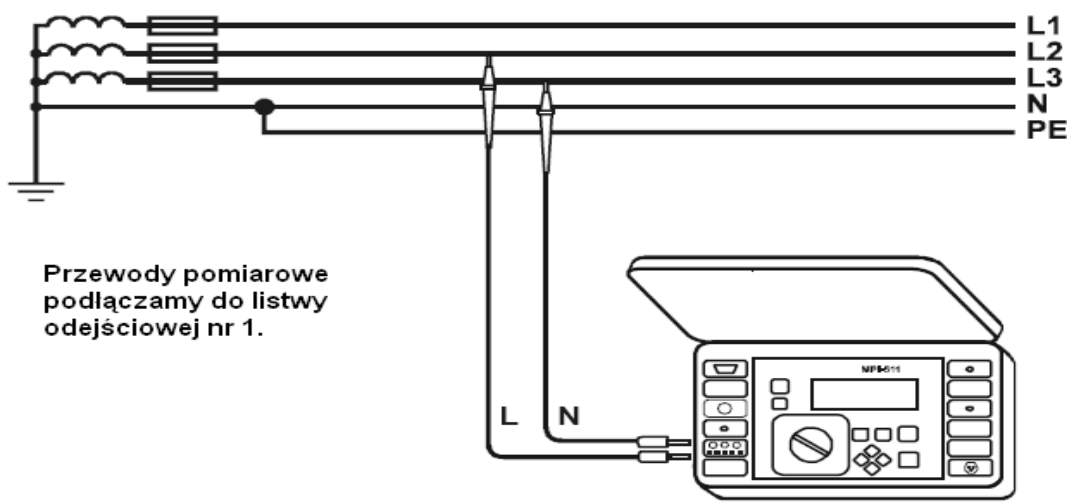
- badaną rozdzielnicę przyłączyć do sieci zasilającej;
- obrotowy przełącznik funkcji ustawić w położeniu  $U_{L-N,L-L}$ ,  $Z_{L-N,L-L}$ ;

- przewody pomiarowe podłączyć zgodnie z rysunku 7 lub rysunku 8 zależnie od rodzaju obwodu (pamiętając o zachowaniu ostrożności), zaciski do przyłączenia przewodów pomiarowych znajdują się na listwie odejściowej oznaczonej nr 1, 2;
- gdy z lewej strony wyświetlacza pojawi się napis **GOTOWY** wcisnąć klawisz ;
- po wykonaniu pomiaru wynik zapisujemy, proces zapisu uruchamiamy klawiszem  (pojawia się ekran przedstawiony na rysunku 4), następnie klawiszami  i  podświetlamy pole wyboru banku i komórki, a klawiszami  i  wybieramy numer banku i komórki, zalecane jest pozostawienie numerów bieżących jeżeli zawartość danego banku została wcześniej usunięta;
- w celu dokończenia procesu zapisu wyniku ponownie wciskamy klawisz . Wynik zostaje zapisany w pamięci pod bankiem i komórką, która widniała na ekranie.










Rys. 7. Sposób podłączenia miernika MPI-511 przy pomiarze pętli zwarcia w obwodzie L - N

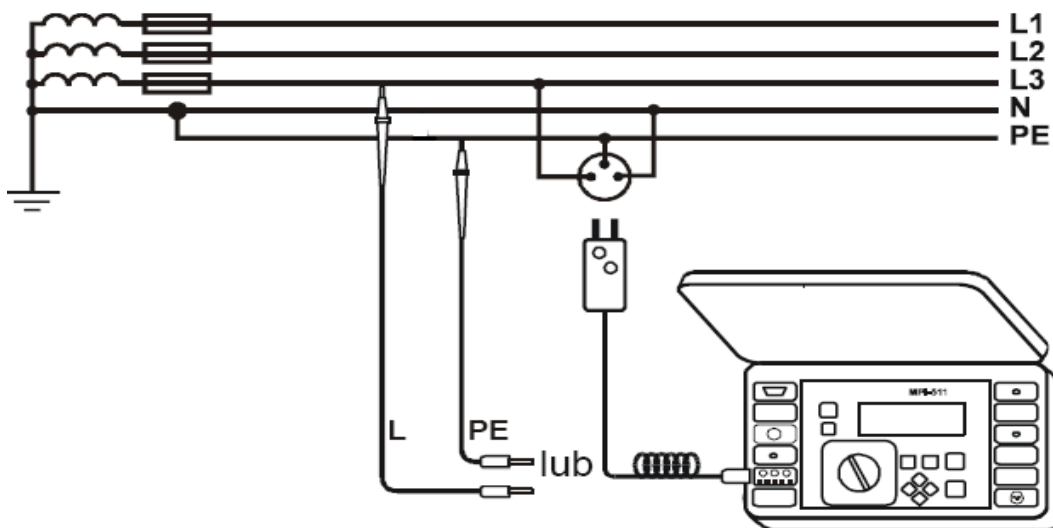




Rys. 8. Sposób podłączenia miernika MPI-511 przy pomiarze pętli zwarcia w obwodzie L - L







Aby dokonać pomiaru pętli zwarcia w obwodzie L - PE należy:

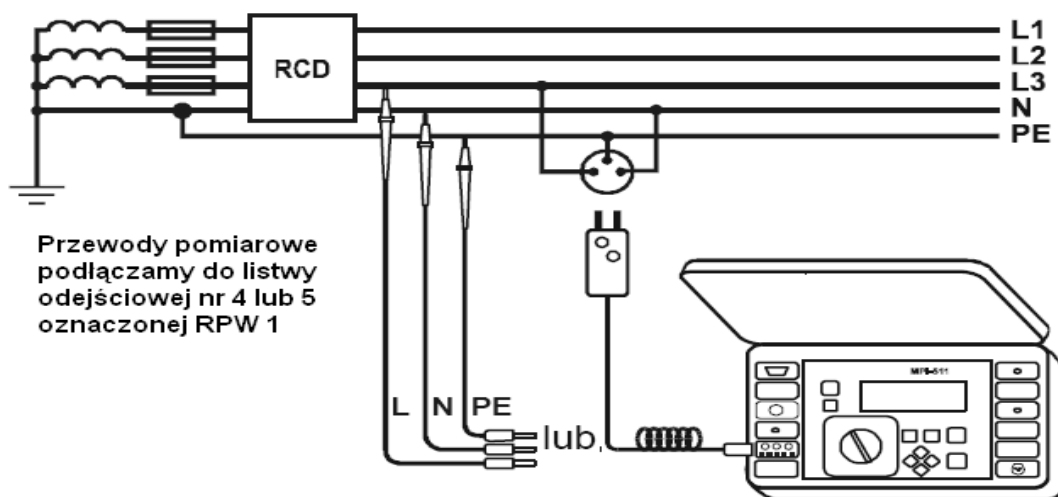
- badaną rozdzielnicę przyłączyć do sieci zasilającej;
- obrotowy przełącznik funkcji ustawić w położeniu  $U_{L-PE} Z_{L-PE}$ ;
- przewody pomiarowe podłączyć zgodnie z rysunkiem 9 (pamiętając o zachowaniu ostrożności);
- gdy z lewej strony wyświetlacza pojawi się napis GOTOWY wcisnąć klawisz , napis L - PE na ekranie informuje o braku odpowiedniej wartości napięcia na zaciskach L - PE;
- po wykonaniu pomiaru wynik zapisujemy, proces zapisu uruchamiamy klawiszem  (pojawia się ekran przedstawiony na rysunku 4), następnie klawiszami  i  podświetlamy pole wyboru banku i komórki, a klawiszami  i  wybieramy numer banku i komórki, zalecane jest pozostawienie numerów bieżących jeżeli zawartość danego banku została wcześniej usunięta;
- w celu dokończenia procesu zapisu wyniku ponownie wciskamy klawisz . Wynik zostaje zapisany w pamięci pod bankiem i komórką, która widniała na ekranie.



Rys. 9. Sposób podłączenia miernika MPI-511 przy pomiarze pętli zwarcia w obwodzie L - PE

Aby dokonać pomiaru pętli zwarcia w obwodzie L - PE z wyłącznikiem RCD należy:







- badaną rozdzielnicę przyłączyć do sieci zasilającej
- obrotowy przełącznik funkcji ustawić w położeniu  $Z_{L-PE}$  **RCD**;
- przewody pomiarowe podłączyć zgodnie z rysunku 10 (pamiętając o zachowaniu ostrożności), obwody zabezpieczone wyłącznikiem RCD znajdują na listwie odejściowej są to odejścia nr 4 i 5 oznaczone RPW 1;
- gdy z lewej strony wyświetlacza pojawi się napis GOTOWY wcisnąć klawisz **START**;
- po wykonaniu pomiaru wynik zapisujemy, proces zapisu uruchamiamy klawiszem  (pojawia się ekran przedstawiony na rysunku 4), następnie klawiszami  i  podświetlamy pole wyboru banku i komórki, a klawiszami  i  wybieramy numer banku i komórki, zalecane jest pozostawienie numerów bieżących jeżeli zawartość danego banku została wcześniej usunięta;
- w celu dokończenia procesu zapisu wyniku ponownie wciskamy klawisz . Wynik zostaje zapisany w pamięci pod bankiem i komórką, która widniała na ekranie.




Rys. 10. Sposób podłączenia miernika MPI-511 przy pomiarze pętli zwarcia w obwodzie L - PE z wyłącznikiem RCD

#### 4.4 Pomiar parametrów wyłączników RCD

Aby dokonać pomiarów parametrów wyłącznika RCD należy:

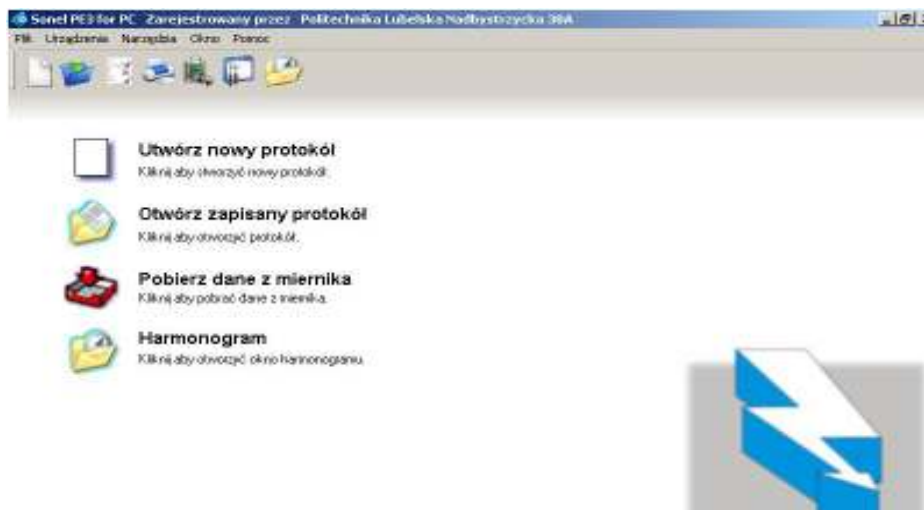
- badaną rozdzielnicę przyłączyć do sieci zasilającej;
- obrotowy przełącznik funkcji ustawić w położeniu  $I_A$  ▲;
- ustawić następujące parametry wyłącznika RCD:
  - różnicowy prąd znamionowy – **30 mA**;
  - kształt napięcia – **sinusoidalny**;
  - typ wyłącznika – **zwykły**;
  - $U_L$  – **25V**;
  - tryb pomiaru –  $I_A$ ,  $t_{AI}$ ,  $U_B$ ,  $R_E$ .
- przewody pomiarowe podłączyć zgodnie z rysunkiem 3 (pamiętając o zachowaniu ostrożności), obwody zabezpieczone wyłącznikiem RCD znajdują na listwie odejściowej są to odejścia nr 4 i 5 oznaczone RPW 1;
- gdy z lewej strony wyświetlacza pojawi się napis GOTOWY wcisnąć klawisz ;
- po wykonaniu pomiaru wynik zapisujemy, proces zapisu uruchamiamy klawiszem  (pojawia się ekran przedstawiony na rysunku 4), następnie klawiszami  i  podświetlamy pole wyboru banku i komórki, a klawiszami  i  wybieramy numer banku i komórki, zalecane jest pozostawienie numerów bieżących jeżeli zawartość danego banku została wcześniej usunięta;

- w celu dokończenia procesu zapisu wyniku ponownie wciskamy klawisz . Wynik zostaje zapisany w pamięci pod bankiem i komórką, która widniała na ekranie;
- po zakończeniu pomiarów należy odłączyć zasilanie od rozdzielnicy oraz zamontować osłony oznaczone numerami 1, 2, 3.

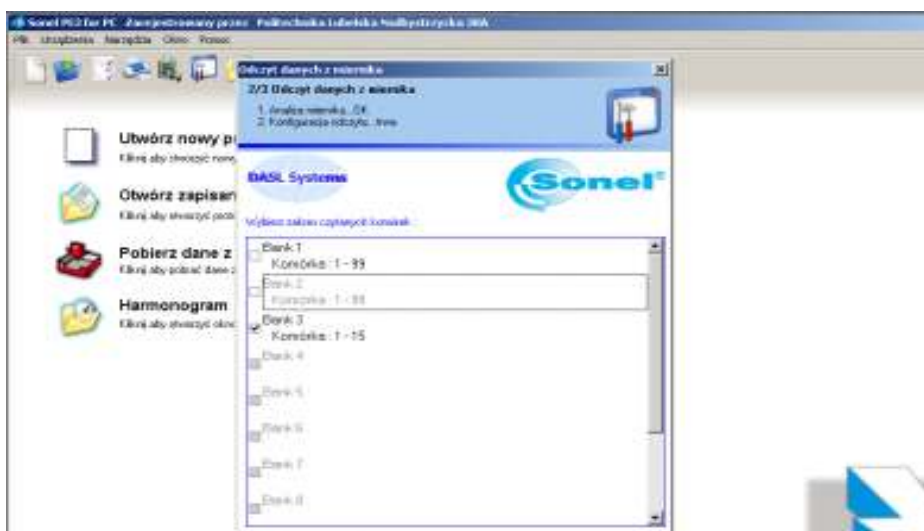
## 5. Opracowanie sprawozdania

### Przesyłanie danych z miernika do komputera i tworzenie protokołu

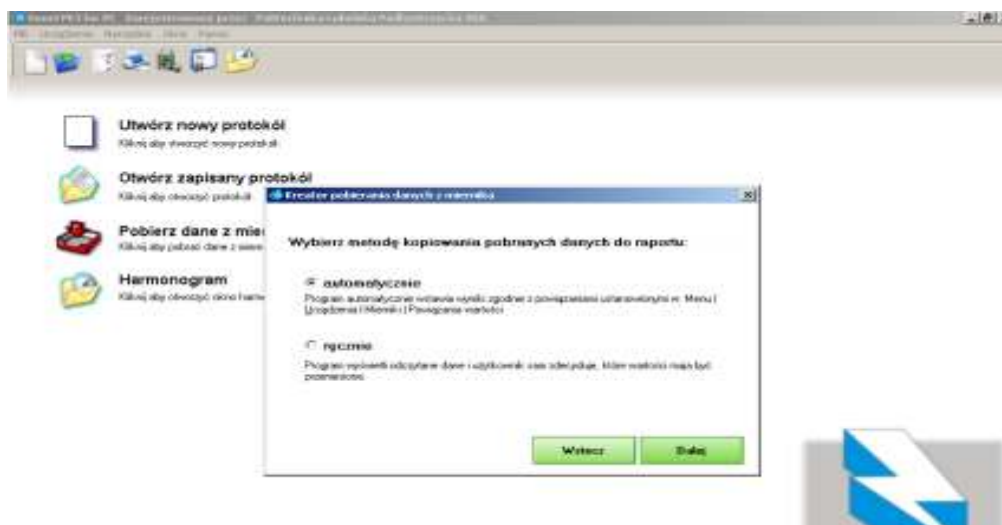
1. Podłączyć przewód do portu szeregowego (RS-232) komputera i do gniazda portu miernika.
2. W MENU miernika uruchomić transmisję danych wybierając pozycję: **Transmisja danych (RS- 232)**.
3. Uruchomić program SONEL PE 3 na pulpicie komputera (pojawi się poniższe okno):



4. Wybieramy opcję: **Pobierz dane z miernika** (pojawia się poniższe okno):



- Zaznaczamy wybrane banki w których dokonywaliśmy zapisu wyników pomiaru. Po przejściu dalej pojawia się nam następne okno z wyborem rodzaju metody kopiowania danych z miernika:



- Zaznaczamy metodę :**automatycznie** i klikamy przycisk **Dalej**.
- Wybieramy następnie z paska menu zakładkę o nazwie: **Definicja raportu**, następnie wypełniamy pola i zaznaczamy w opcji **Tabele** rodzaje badań jakie wykonywaliśmy, musimy pamiętać, że zaznaczone opcje będą widniały na protokole.

Zgodnie z niniejszą instrukcją wybrane pola w tabeli to:

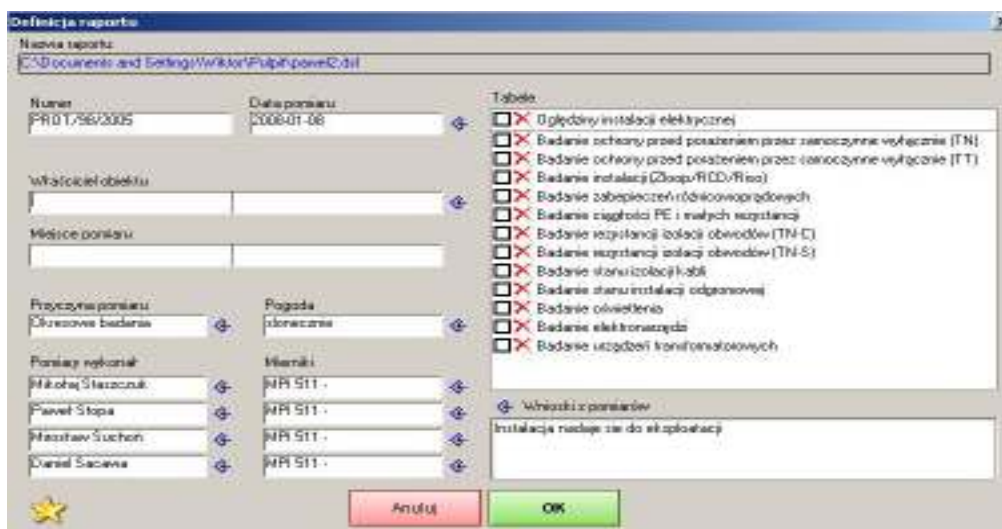
Ogłędziny instalacji elektrycznej

Badanie ochrony przed porażeniem przez samoczynne wyłączenie(TN)

Badanie zabezpieczeń różnicowoprądowych

Badanie ciągłości PE i małych rezystancji

Badanie rezystancji izolacji obwodów (TN-S)

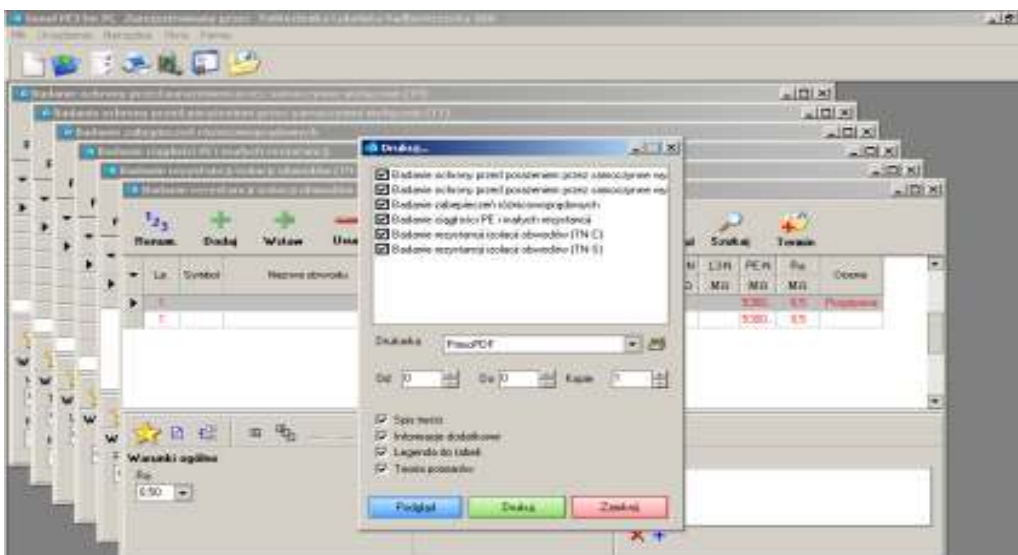


- Klikamy przycisk **OK**, następnie komputer sam otwiera zaznaczone tabele jednocześnie przypisując im wyniki z naszych pomiarów, wyniki znajdują się w odpowiednich rubrykach

tabeli, dlatego ważne jest aby podczas zapisu do pamięci miernika wyników pomiaru zachować kolejność komórek w poszczególnych bankach. Istnieje możliwość przejrzania wyników w poszczególnych tabelach.



- Następnie potwierdzamy zapisane dane i otwiera się nam okno z możliwością podglądu, zapisu lub druku protokołu, a także możemy zdecydować co oprócz tabel ma znaleźć się w protokole tzn. spis treści, informacje dodatkowe, legenda do tabeli czy krótka teoria do każdego z dokonywanych pomiarów.



- Zgodne postępowanie z poleceniami programu SONEL PE3, jak i dokładne wypełnianie rubryk w nim zawartych daje możliwość wydrukowania końcowego protokołu z przeprowadzonych badań.
- Otrzymany końcowy protokół przetransferować do formatu PDF i wydrukować. Wydruk stanowi jednocześnie sprawozdanie z wykonanego ćwiczenia.

## Literatura

1. Markiewicz H., *Urządzenia elektroenergetyczne*. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 2005
2. Królikowski Cz., *Technika łączenia obwodów elektroenergetycznych*. Państwowe Wydawnictwa Naukowe, 1990
3. Markiewicz H., *Instalacje elektryczne*. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 2002
4. Markiewicz H., *Bezpieczeństwo w elektroenergetyce*. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 2002
5. Musiał E., *Instalacje i urządzenia elektroenergetyczne*. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa, 1998
6. Maksymiuk J., *Aparaty elektryczne*. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1992
7. Beldowski T., Markiewicz H., *Stacje i urządzenia elektroenergetyczne*. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1980