

# Uniwersalny miernik rezystancji uziemienia Megger DET 3TC

Tomasz Koczorowicz

**Wartość rezystancji uziemienia jest jednym z parametrów decydujących o bezpieczeństwie systemu elektroenergetycznego. W artykule opisano najnowszy miernik rezystancji uziemienia brytyjskiej firmy Megger. Jej przedstawicielem na polskim rynku jest firma Tomtronix.**

Przyrząd służy do pomiarów jednoelektrodowych i rozległych systemów uziemień, a także pojedynczych elektrod bez ich odłączania od pozostałej części systemu. Charakterystykę miernika uzupełniono opisem metod pomiarowych rezystancji uziemienia.

## Obudowa

Miernik Megger DET 3TC umieszczono w obudowie z tworzywa ABS oraz ze specjalnej gumy o odpowiedniej elastyczności (rys. 1). Górną i dolną część obudowy zaprojektowano w taki sposób, aby zapewnić właściwą klasę szczelności. Wzdłuż całej długości krawędzi górnej części obudowy umieszczono rowek wypełniony silikonową uszczelką, natomiast wzdłuż dolnej – dodatkową krawędź, która szczelnie wypełnia przestrzeń rowka w momencie połączenia obu części obudowy. Okno wyświetlacza zabezpieczono szybką z poliwęglanu, przymocowaną do obudowy taśmą o dużej przyczepności i szczelności. Na osi obrotowej przełącznika zakresów umieszczono uszczelkę typu O-ring, a przycisk funkcyjny zamocowano na gumowej płaszczyźnie przylegającej całą swoją powierzchnią do obudowy. Dzięki tym zabiegom osiągnięto stopień szczelności obudowy IP54 i szeroki zakres temperatur pracy od  $-15$  do  $+55^{\circ}\text{C}$ .

Integralną część obudowy stanowi zamocowana na dwóch zawiasach pokrywa (rys. 2), której położenie można ustalać w dwóch pozycjach. Można zamknąć pokrywę nad płytą czołową miernika, skutecznie chroniąc płytę czołową przyrządu



Rys. 1. Obudowa miernika Megger DET 3TC

przed mechanicznym oddziaływaniem, lub po stronie spodniej obudowy podczas wykonywania pomiarów.

Takie rozwiązanie umożliwia bezpieczne noszenie przyrządu w torbie narzędziowej. Na pokrywie umieszczono skróconą instrukcję obsługi w przyjaznej dla użytkownika obrazkowej formie. Przewody pomiarowe mogą pozostawać podłączone do miernika niezależnie od położenia pokrywy (rys. 3).

## Wypożenie

Zestaw akcesoriów, w które został wyposażony przyrząd jest konsekwencją przyjętego założenia, iż miernik będzie

pracować w trudnych warunkach przemysłowych i środowiskowych. Przyszły użytkownik wraz z przyrządem otrzymuje solidną walizkę z tworzywa, z wytłoczonymi stanowiskami do przechowywania miernika, przewodów pomiarowych, sond oraz z miejscem do przechowywania instrukcji obsługi, certyfikatów itp. (rys. 4). Otrzymuje również kompletny zestaw solidnych przewodów pomiarowych oraz dwie sondy pomiarowe. Cęgi prądowe – tzw. Iclamp – stanowią wyposażenie opcjonalne.

## Możliwości

Miernik wyposażono we wskaźnik cyfrowy. Pomiar rezystancji uziemienia jest



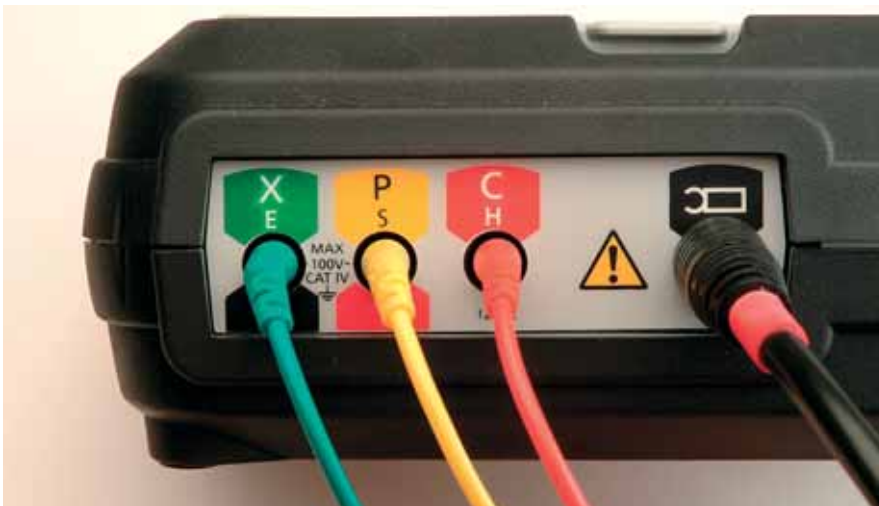
Rys. 2.  
Zawiasy  
mocujące  
pokrywę  
obudowy

wykonywany prądem przemiennym. Sygnał pomiarowy ma częstotliwość (128 Hz) odległą od harmonicznycy sieci po to, aby maksymalnie ograniczyć wpływ prądów błądzących w gruncie na wynik badania.

Przyrząd wykonuje badanie w układzie dwu- lub trój- przewodowym oraz mierzy rezystancję uziemienia pojedynczych elektrod w rozległych systemach uziemień (bez ich odłączania) metodą cęgową (metoda ART, *Attache Rod Technique*). Metoda ART gwarantuje rzetelne wyniki pomiarów pojedynczych elektrod w systemach uziemień. W metodzie tej przyrząd podłącza się do systemu uziemienia w ta-

ki sam sposób, jak przy klasycznej metodzie trójprzewodowej. Dodatkowo na przewodzie łączącym badaną elektrodę z systemem uziemienia, zapinane są cęgi prądowe. Cęgi mierzą prąd płynący wyłącznie przez badany uziom. Miernik na podstawie porównania wartości prądów płynących przez system uziemienia i przez badany uziom precyzyjnie oblicza rezystancję przejścia do ziemi badanej elektrody.

Zakres pomiarowy wynosi od 0,01 do 2000Ω, a maksymalna rozdzielczość pomiaru – 0,01Ω. Błąd pomiarowy stanowi ±2% wartości odczytanej ±3 cyfry. Mier-



Rys. 3. Gniazda i przewody pomiarowe



Rys. 4. Miernik uziemień DET3TC wraz z akcesoriami

nik przed wykonaniem badania sprawdza parametry w układzie pomiarowym. Kontrolowana jest rezystancja zarówno pętli prądowej jak i w obwodzie pomiaru napięcia. Jeżeli wartość rezystancji jednego z obwodów przewyższa wartość dopuszczalną, na wyświetlaczu urządzenia pojawia się stosowna informacja, a pomiar zostaje zablokowany.

Operator ma możliwość wyboru napięcia pomiarowego: 25 lub 50 V. Przyrząd wyposażono w automatyczną blokadę po-

miaru w obecności takiego poziomu napięcia zewnętrznego (40 V pik-pik), przy którym podane w instrukcji obsługi dokładności pomiaru nie mogą być spełnione. Miernik posiada również sygnalizację rozładowania baterii zasilających.

### Trójprzewodowa metoda pomiaru

Metoda trójprzewodowa jest metodą zalecaną przez normę i najbardziej rozpo-

wszechnioną. W tej metodzie pomiar wykonywany jest prądem przemiennym o stałej wartości. Przepływ prądu wymuszany jest między elektrodą badanego systemu uziemienia a sondą pomocniczą (prądową). Druga sonda pomocnicza (napięciowa) używana jest do pomiaru spadku napięcia będącego rezultatem przepływu prądu pomiarowego. Z wartości napięcia i prądu obliczana jest wartość rezystancji. Metoda trójprzewodowa, w wyniku wieloletnich doświadczeń jej stosowania, doczekała się kilku wariantów, które stosuje się w zależności od specyfiki badanego systemu uziemienia.

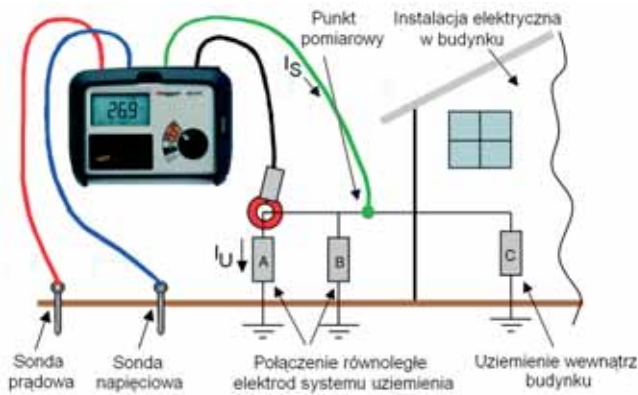
### Metoda ART pomiaru cęgami z wbijaniem sond

Trójprzewodowa metoda pomiaru rezystancji uziemienia stwarza warunki do uzyskania najbardziej wiarygodnego wyniku badania. Ma ona jednak dwie podstawowe wady. Po pierwsze – jest czasochłonna i pracochłonna, po drugie – w pewnych przypadkach wymaga odłączania poszczególnych elektrod od systemu uziemienia. W praktyce zdarza się, że odseparowanie elektrody od systemu nie jest możliwe ze względu np. na trwały sposób połączenia elektrody z systemem. Bywa również tak, że nie można odłączyć elektrody ze względów bezpieczeństwa, gdyż w badanym systemie elektroenergetycznym nie można wyłączyć zasilania. W takich sytuacjach jedynym rozwiązaniem pozostaje skorzystanie z tzw. metody ART (*Attache Rod Technique* – pomiar z dodatkową sondą). Zaletą metody ART jest prosta konfiguracja układu pomiarowego nie wymagająca odłączania badanej elektrody od systemu uziemienia. Podobnie jak w trójprzewodowej metodzie pomiaru, tak i w tym przypadku krytyczne znaczenie ma sposób rozmieszczenia sond pomocniczych. Wyniki pomiarów można weryfikować przez zmianę kierunku rozmieszczenia sond oraz przez zmianę odstępów między sondami.

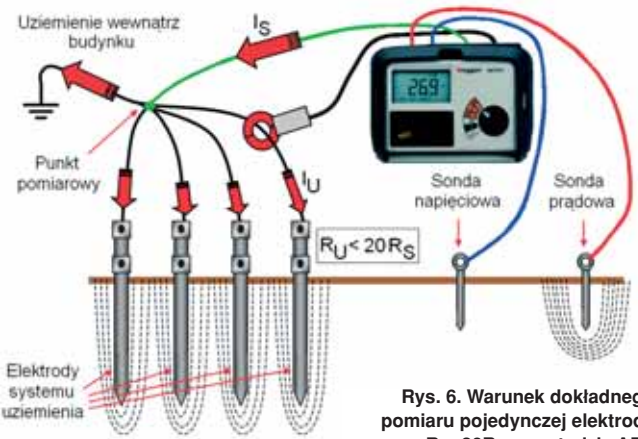
Aby wyjaśnić zasadę pomiaru metodą ART poniżej podano przykładowe kolejne etapy w sekwencji badania (rys. 5). W pierwszej kolejności mierzony jest prąd całkowity  $I_S$  generowany przez miernik, doprowadzany do systemu uziemienia oraz spadek napięcia między elektrodami pomocniczymi – napięciową i prądową. Na podstawie wyników tych pomiarów obliczana jest rezystancja  $R_S$  całego systemu uziemienia.

R E K L A M A

# TOMTRONIX



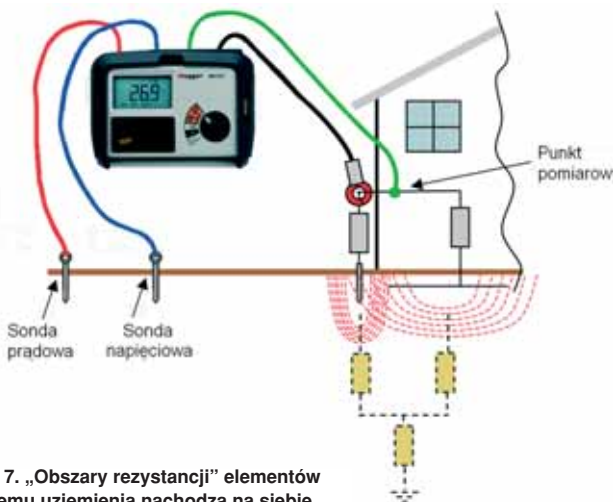
Rys. 5. Układ pomiarowy w metodzie ART



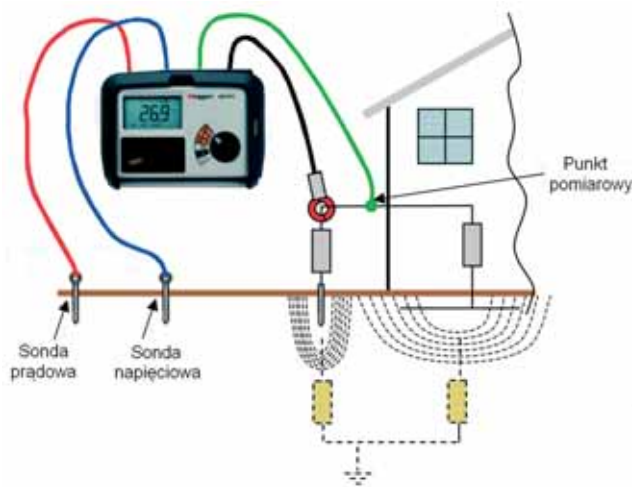
Rys. 6. Warunek dokładnego pomiaru pojedynczej elektrody  $R_U < 20R_S$  w metodzie ART

Przyjęto założenie, że rezystancja ta wynosi  $R_S = 1,9\Omega$ , a wartość prądu  $I_S = 9 \text{ mA}$ . Następnie za pomocą uchwytu cęgowego mierzony jest prąd  $I_U$  płynący przez badaną elektrodę systemu uzimienia  $I_U = 4 \text{ mA}$ . Spadek napięcia między systemem uzimienia a miejscem wbicia sondy napięciowej (tzw. ziemią odniesienia) wynosi  $U_S = I_S \times R_S = 0,017 \text{ V}$ . Na podstawie prawa Ohma obliczana jest rezystancja przejścia do ziemi badanej elektrody uzimienia  $R_U = U_S / I_U = 4,25\Omega$ .

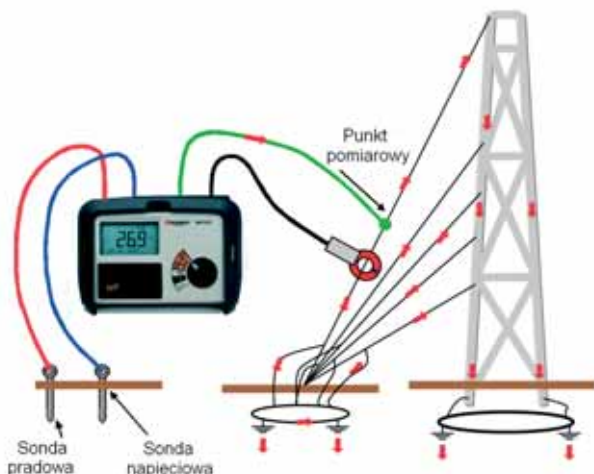
Metoda ART ma również pewne ograniczenia w praktycznych zastosowaniach, które należy brać pod uwagę. W realnych warunkach przez badaną elektrodę może bowiem płynąć prąd związany z funkcjonowaniem systemu elektroenergetycznego, co może pogarszać dokładność pomiaru. Również dokładność pomiaru wykonanego amperomierzem cęgowym jest mniejsza niż w przypadku pomiaru amperomierzem podłączonym szeregowo do obwodu.



Rys. 7. „Obszary rezystancji” elementów systemu uzimienia nachodzą na siebie



Rys. 8.  
„Obszary rezystancji”  
elementów systemu  
uziemienia  
nie nachodzą  
na siebie



Rys. 9.  
Nieprawidłowa  
konfiguracja  
układu pomiarowego  
w metodzie ART

Miernik Megger DET3TC wyposażono w ochronę przeciwzakłóceńową oraz skuteczną cyfrową filtrację prądów innych niż generowane przez przyrząd. Mikroprocesor urządzenia automatycznie wykonuje wszystkie obliczenia konieczne do uzyskania wyniku pomiaru rezystancji badanej elektrody podłączonej do systemu uzimienia.

### Specyfika metody ART

Czułość amperomierza cęgowego i zakres pomiarowy przyrządu decyduje o zakresie pomiaru rezystancji uzimienia pojedynczej elektrody, która nie została odłączona od systemu uzimienia. Amperomierz cęgowy miernika DET 3TC mierzy z deklarowaną dokładnością wszystkie te pojedyncze elektrody, których rezystancja przejścia do ziemi nie jest większa niż 20-krotna wartość rezystancji uzimienia całego systemu, którego częścią składową jest badana elektroda (rys. 6). W większości przypadków wynik pomiaru pozwala ocenić sprawność pojedynczej elektrody. Jeżeli rezystancja przejścia do ziemi danej

elektrody jest zbyt duża wówczas miernik zasygnalizuje ten fakt na wyświetlaczu. Dla operatora stanowi to również informację, która pozwala podjąć czynności naprawcze.

Wykonując pomiary metodą ART trzeba również, podobnie jak w tradycyjnej metodzie trójprzewodowej (spadku potencjału), brać pod uwagę obecność „obszarów rezystancji” poszczególnych elektrod wchodzących w skład systemu uzimienia. W wielu przypadkach „obszar rezystancji” uzimienia wewnątrz budynku (rury instalacji wodnej i gazowej, uzbrojenie budynku) stanowi rozległą strefę, która może nakładać się na „obszar rezystancji” badanej elektrody wpływając na rzetelność pomiaru. Na rysunkach 7 i 8 pokazano sytuacje, w których „obszary rezystancji” poszczególnych elementów systemu uzimienia nachodzą i nie nachodzą na siebie. W przypadku nachodzenia na siebie „obszarów rezystancji” do układu pomiarowego dodawana jest pasożytnicza rezystancja. W takiej sytuacji pomiar metodą ART okaże się niewiarygodny i jedynym sposobem na uzyskanie rzetelnego wyniku pozostanie skorzystanie z metody trójprzewodo-

wej po uprzednim oddzieleniu badanej elektrody od systemu uzimienia.

Jak zawsze podczas wykonywania pomiarów rezystancji uzimienia, również i w tym przypadku, operator musi znać budowę systemu uzimienia, aby prawidłowo skonfigurować układ pomiarowy. Na rysunku 9 przedstawiono sytuację, w której układ pomiarowy został skonfigurowany nieprawidłowo. Maszt stabilizowany jest linkami stalowymi przycelowanymi do wspólnej kotwicy umieszczonej w gruncie. W celu zmierzenia rezystancji przejścia do ziemi jednej z lin mocujących maszt podłączono do niej cęgi pomiarowe. Prąd mierzony przez cęgi pomiarowe nie jest prądem płynącym bezpośrednio do ziemi. Zawiera on również składowe płynące przez pozostałe linki do masztu i dalej do ziemi.

Zawsze podczas wykonywania pomiaru metodą ART należy przeanalizować ścieżkę przepływu mierzonego prądu. Mierzony prąd musi płynąć wyłącznie do gruntu wokół badanej elektrody (w danym przykładzie linki).

### Podsumowanie

Miernik Megger DET 3TC wyposażono w instrukcję obsługi w języku polskim i angielskim, a także w indywidualny certyfikat wystawiony przez laboratorium posiadające akredytację brytyjskiego urzędu miar. Potwierdza on wykonanie w systemie jakości ISO 9001, zgodność z odpowiednimi normami Unii Europejskiej oraz zawiera szczegółowe wyniki pomiarów tych parametrów, których dokładności wyspecyfikowano w instrukcji obsługi.

Urządzenie odpowiada obecnym wymaganiom prawodawstwa Unii Europejskiej w zakresie pomiarów instalacji elektrycznych nn i zostało oznaczone symbolem zgodności CE.

**Tomasz Koczorowicz**  
Autor jest pracownikiem  
firmy Tomtronix

**KONTAKT**

**TOMTRONIX**  
Aleja Piłsudskiego 135,  
92-318 Łódź  
tel. (42) 676 06 33  
tel./fax (42) 674 74 55  
e-mail: tomtronix@tomtronix.com.pl  
www.tomtronix.com.pl