

Zestaw pomiarowy HT2051 / HT2052 firmy HT Italia

Tomasz Koczorowicz

Pomiary napięcia krokowego i dotykowego wchodzą w zakres czynności mających na celu sprawdzenie bezpieczeństwa w systemie elektroenergetycznym. Służby techniczne zakładów energetycznych i przemysłowych borykają się z problem braku specjalistycznego sprzętu pomiarowego, który w sposób nieskomplikowany, a przede wszystkim rzetelny, umożliwi wykonanie takiego badania. W artykule opisano zestaw pomiarowy HT2051/HT2052 włoskiej firmy HT Italia przeznaczony do pomiarów napięcia krokowego i dotykowego.

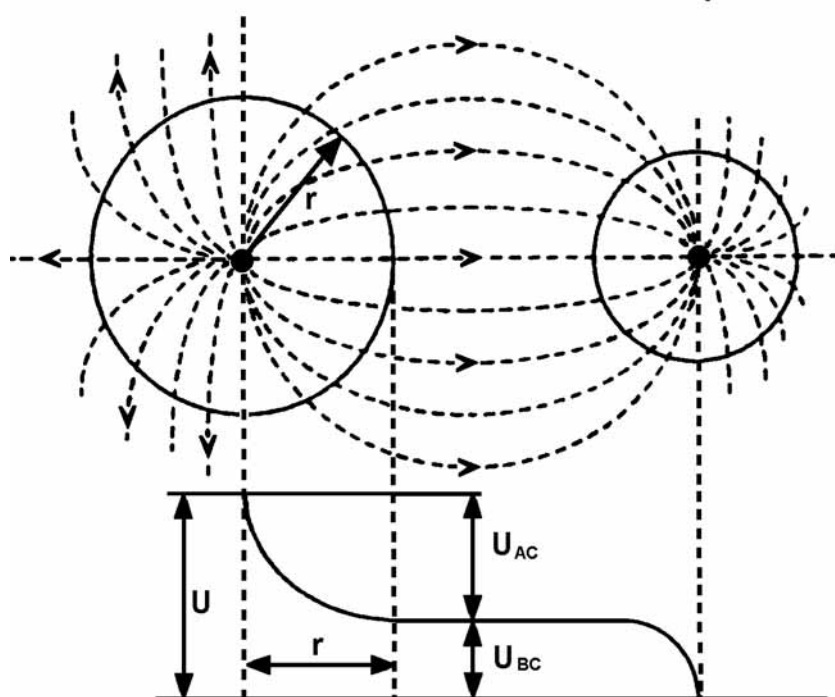
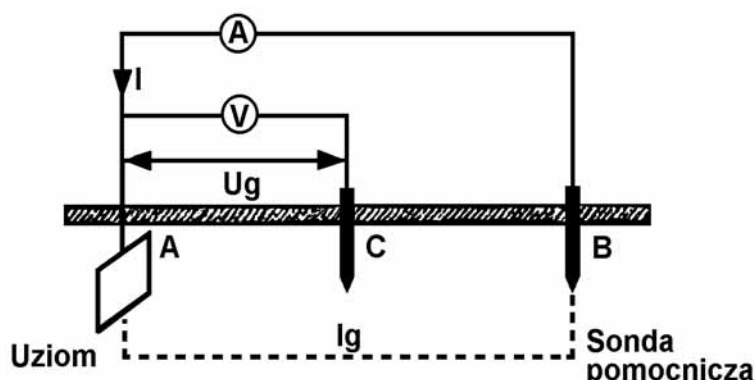
Korzystanie ze stanowisk pomiarowych konfigurowanych z elementów o uniwersalnym przeznaczeniu jest uciążliwe. Towarzyszą temu trudności w ustaleniu rzeczywistego błędu rezultatu próby, a także skomplikowane i długotrwałe procedury każdorazowo związane z budową stanowiska pomiarowego.

Cel pomiaru

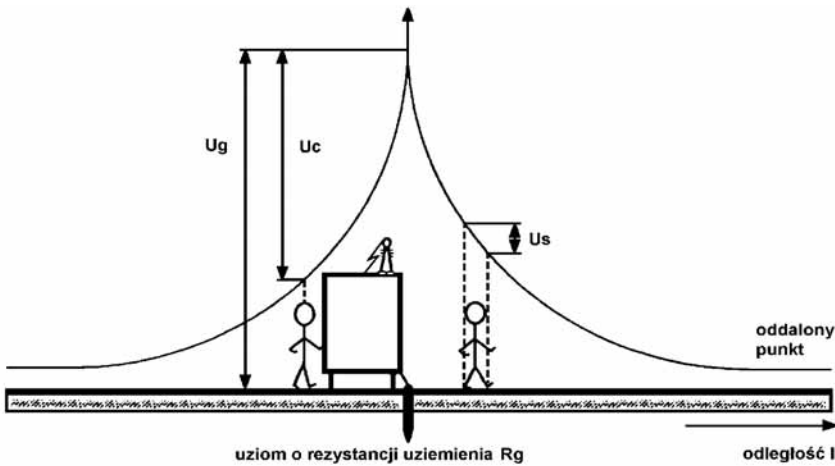
Uziemienie stanowi ważną część każdego układu zasilania. Ma ono decydujący wpływ na bezpieczeństwo użytkowania i obsługi instalacji. Dobre połączenie z ziemią umożliwia właściwe funkcjonowanie zabezpieczeń oraz redukuje różnicę potencjałów w gruncie, w pobliżu elektrod.

Rozkład potencjału wokół uziomu symetrycznego jest jednakowy we wszystkich kierunkach i tworzy „potencjałowy lejek” (rys. 2). Napięcie U_g zmierzone między uziomem a oddalonym punktem, tzw. ziemią, której potencjał elektryczny w każdym punkcie przyjmuje się umownie jako równy zero, jest napięciem uziemienia. Taka odległość od uziomu oznacza, że różnica między wynikami pomiarów napięcia uziemienia uzyskanymi w dwóch różnych miejscach jest bliska zero.

Zagrożenie porażeniem elektrycznym ludzi, którzy przebywają w pobliżu miejsca przebicia (rys. 2) obrazuje napięcie kro-



Rys. 1. Rozkład pola elektrycznego i potencjału w układzie pomiarowym



Rys. 2. Rozkład potencjału wokół uziomu z zaznaczonym napięciem krokowym i dotykowym

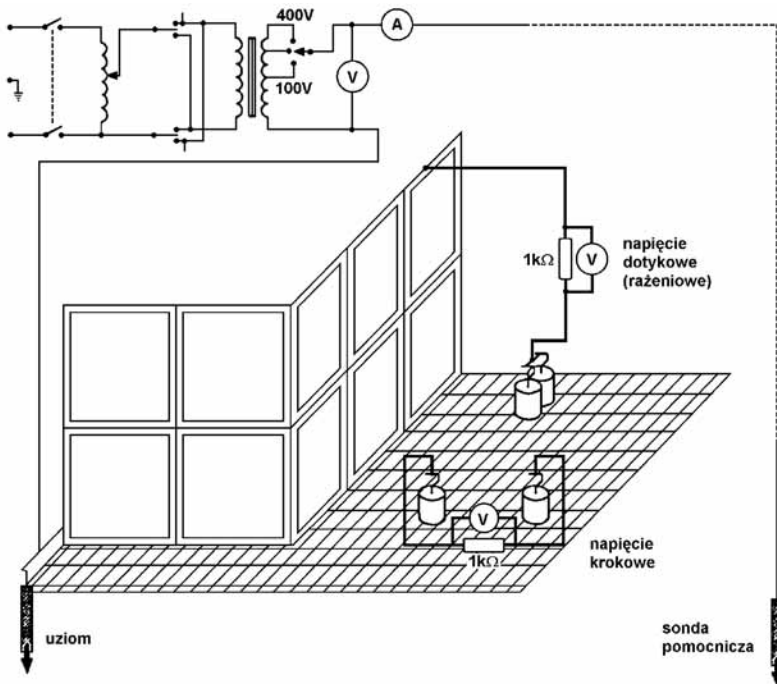
kowe i dotykowe. Część napięcia uziemienia, która zostaje niejako zmostkowana przez człowieka nazywana jest napięciem krokowym U_s . Napięcie krokowe stanowi różnicę potencjałów występującą między stopami osoby (stopy w odległości 1 m od siebie). Napięcie to zmienia się proporcjonalnie do zmian rezystancji gruntu wokół uziemienia. Napięcie dotykowe U_c stanowi zmostkowaną przez człowieka część napięcia uziemienia w sytuacji, kiedy dotyka on uziemionego obiektu stojąc w odległości 1 m od niego, a prąd rażenia płynie przez rękę, tułów i nogi do ziemi.

Metoda pomiaru

Metoda badania polega na forsowaniu przepływu prądu przez uziemienie sprawdzanego obiektu oraz na pomiarze napięcia

dotykowego w odległości 1 m od uziemionej metalowej części sprawdzanego obiektu. W ten sam sposób mierzone jest napięcie krokowe, przy czym spadek napięcia kontrolowany jest między dwoma punktami w gruncie, oddalonymi względem siebie o 1 m. Wartość prądu pomiarowego stanowi około 1% wartości prądu zwarcia do ziemi, który został przewidziany podczas projektowania danego obiektu elektrycznego. Nie oznacza to jednak, że prąd pomiarowy może być mniejszy od 5 A w przypadku, kiedy badamy małe stacje transformatorowe, lub większy od 50 A, kiedy badamy duże stacje transformatorowe lub rozdzielnie. Prąd jest doprowadzany do systemu uziemienia w dowolnym miejscu, gdyż poszczególne elementy tego systemu (płaszczyzny i połączenia wyrównawcze) stanowią w całości system ekwi-

132



Rys. 3. Układ pomiarowy



Rys. 4. Zestaw HT2051/HT2052 do pomiaru napięcia krokowego i dotykowego

131 ➔ potencjalny. Czasami jednak rezystancje połączeń między poszczególnymi elementami systemu uzimienia osiągają znaczne wartości. Tak bywa w przypadku obiektów z obudowami o dużym stopniu skomplikowania konstrukcji. Wówczas należy doprowadzić prąd pomiarowy do każdego dostępnego, uzimionego miejsca urządzenia. Pomiar wykonuje się woltomierzem z rezystancją wejściową 1000Ω. Taka wartość rezystancji modeluje rezystancję ciała człowieka, a jej wartość wynika z właściwych norm. Układ pomiarowy przedstawiono na rysunku 3.

Do wykonywania pomiarów używa się odważników, których zadaniem jest imitowanie stóp człowieka. Powierzchnia styku odważników z gruntem wynosi 400 cm² (po 200 cm² dla każdego odważnika). Odważniki dociskane są do gruntu siłą o wartości co najmniej 500 N (każdy odważnik 250 N). Przy braku odważników

pomiarowych o takich wymiarach można stosować sondy zakopane w gruncie na głębokości 20 cm.

Sonda pomocnicza zamyka obwód dla przepływu prądu pomiarowego. Musi być umieszczona w takiej odległości od badanego uziomu, aby obszary oddziaływania uziomu i sondy nie zachodziły na siebie, tzn. aby pomiędzy nimi występował obszar, na którym nie występuje spadek potencjału w gruncie. Najbardziej właściwym sposobem określenia miejsca lokalizacji sondy pomocniczej jest uwzględnienie rozmiaru „lejka potencjałowego”, czyli obszaru oddziaływania badanego uziomu. Sonda pomocnicza powinna być umieszczona w odległości około 20 m od granicy obszaru oddziaływania uziomu.

Inaczej należy postępować podczas sprawdzania systemu uzimienia stacji energetycznej lub dużej stacji transformatorowej, gdyż w takich przypadkach ob-

szar oddziaływania systemu uzimienia jest bardzo duży i może wynosić nawet 1 km lub więcej. Ze względu na to, że do skonfigurowania układu pomiarowego w takiej sytuacji byłby wymagany bardzo długi przewód, można zamiast tego skorzystać z systemu uzimienia innego dużego, przylegającego obiektu. Jeżeli dany uziom, będący częścią systemu uzimienia pełniącego rolę pomocniczą, nie jest przystosowany do przepływu dużych prądów pomiarowych można zmniejszyć rezystancję jego przejścia do ziemi umieszczając obok, w gruncie, rury o średnicy 10-20 cm. Należy to zrobić w ten sposób, aby tworzyły one równoboczny wielokąt i były oddalone jedna od drugiej na odległość 3 m. Jeżeli nie można umieścić sondy pomocniczej poza obszarem oddziaływania badanego systemu uzimienia, należy powtórzyć kilka razy procedurę pomiaru, a największy uzyskany rezultat wpisać do protokołu.

Wyniki

Zmierzone wartości napięcia krokowego oraz dotykowego są wynikiem przepływu prądu pomiarowego. Aby określić rzeczywiste wartości tych napięć w stanach awaryjnych, należy je pomnożyć przez współczynnik korekcji „k”. Współczynnik ten jest stosunkiem maksymalnego możliwego prądu zwarciovego do prądu pomiarowego.

$$k = \frac{\text{maksymalny możliwy prąd zwarciovego}}{\text{prąd pomiarowy}}$$

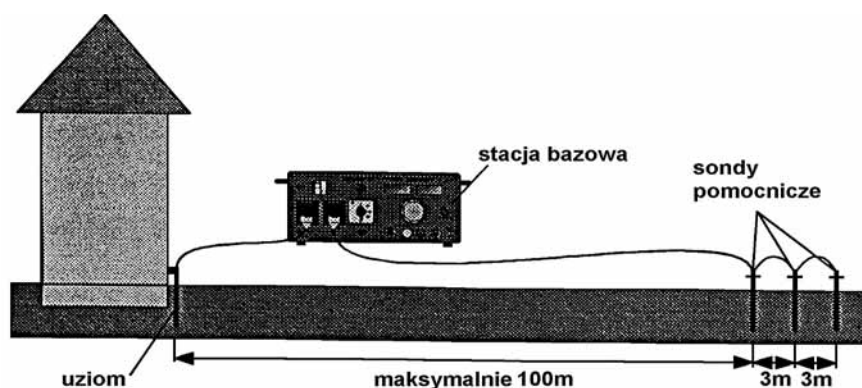
Zestaw HT2051/HT2052

Zestaw przyrządów firmy HT Italia (rys. 4) służy do automatycznego pomiaru napięcia krokowego i dotykowego. W jego skład wchodzi stacja bazowa HT2051 oraz mikroprocesorowy woltomierz HT2052 z drukarką.

Stacja bazowa wymusza przepływ prądu w gruncie. Woltomierz mierzy spadek napięcia oraz zapisuje wyniki pomiarów w pamięci. Pojemność pamięci wynosi 350 wyników. Wyniki pomiarów można wydrukować lub przesłać łączem RS232 do komputera. W wyposażeniu zestawu znajduje się oprogramowanie w języku polskim, które pozwala zapisać rezultaty badań w pliku, drukować protokoły oraz

R E K L A M A

Reklama_ TOMTRONIX



Rys. 5. Sposób podłączenia stacji bazowej do układu pomiarowego

przeglądać dane w celu ich analizy. Wraz z zestawem jest dostarczany komplet przewodów pomiarowych z zaczeplami, sondy oraz młotek do wbijania sond.

Stacja bazowa funkcjonuje w układzie mikroprocesorowym. Urządzenie ma rozbudowane układy samokontroli, które monitorują poziom temperatury wewnątrz obudowy oraz ciągłość połączeń w obwodzie prądowym. W przypadku wykrycia nieciągłości lub nadmiernego nagrzania sygnał nie dochodzi do wyprowadzeń przyrządu. Na płycie czołowej HT2051 znajduje się cyfrowy amperomierz oraz woltomierz. Wskaźniki te podają informację o aktualnych parametrach układu wyjściowego. Stacja bazowa dysponuje mocą wyjściową 3,5 kVA oraz trzema zakresami parametrów wyjściowych: 100 V (maks. obciążalność 35 A), 200 V (maks. obciążalność 17,5 A) oraz 400 V (maks. obciążalność 8,75 A). Wyposażona jest w pamięć, w której są przechowywane informacje o wartości generowanych prądów powiązane z czasem ich występowania.

Woltomierz HT2052 ma możliwość wprowadzenia współczynnika korekcji, dzięki któremu przy obliczaniu napięcia dotykowego i krokowego uwzględniana jest wymagana wartość spodziewanego prądu zwarciovego (stacja bazowa nie może wygenerować prądów większych od 35 A). Ponadto operator ma możliwość ustalenia wartości napięcia dotykowego dopuszczalnego długotrwale, np. 25 lub 50 V oraz wyboru jednej z dwóch wartości rezystancji wejściowej woltomierza 1kW lub 1MW.

Tryby pracy

Połączenie stacji bazowej w układzie pomiarowym pokazano na rysunku 5. Zestaw pomiarowy może pracować w trybie ręcznym lub automatycznym.

Tryb ręczny

W trybie ręcznym są do wyboru dwie opcje pracy. Pierwsza z nich pozwala na współpracę woltomierza HT2052 z dowolnym zadajnikiem prądu. W tym przypadku zaleca się, aby pomiary wykonywały dwie osoby, gdyż jedna z nich przez cały czas badania powinna kontrolować wartość generowanego prądu tak, aby była ona zgodna z wartością prądu pomiarowego zapisaną w pamięci woltomierza. Druga osoba powinna natomiast obsługiwać woltomierz.

Druga opcja trybu ręcznego wymaga użycia kompletnego zestawu pomiarowego. Stosuje się ją wówczas, gdy w gruncie występują interferencje napięciowe. Poziom napięć interferencyjnych jest często taki sam lub nawet wyższy od napięcia dotykowego lub krokowego, będącego wynikiem przepływu prądu pomiarowego, co w rezultacie może całkowicie zniekształcić rezultaty badań. W zakładach przemysłowych napięcia interferencyjne występują zawsze i charakteryzują się zmiennością w czasie.

Przyrząd kompensuje zakłócenia korzystając z metody Erbachera. W tym celu wykonuje sekwencję trzech pomiarów. Pierwsze badanie prądem pomiarowym o fazie zgodnej z napięciem, drugie prądem przesuniętym w fazie o 180° względem napięcia oraz trzecie bez prądu pomiarowego. Na podstawie tych trzech wyników mikroprocesor woltomierza oblicza napięcie krokowe lub dotykowe ze wzoru

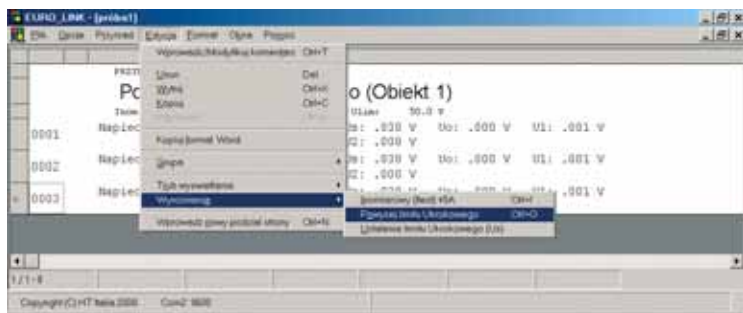
$$U_{\text{krokowe(dotykowe)}} = k\sqrt{U_1^2/2 + U_2^2/2} - U_0^2$$

gdzie

U_0 – wynik badania bez prądu pomiarowego,

U_1 – wynik badania prądem pomiarowym o fazie zgodnej z napięciem,

U_2 – wynik badania prądem pomiarowym



Rys. 6. Program Eurolink do sporządzania protokołów

133

o fazie przesuniętej względem napięcia o 180o,

k – współczynnik korekcji.

W tym przypadku również zaleca się, aby pomiary wykonywały dwie osoby, gdyż jedna z nich przez cały czas badania powinna kontrolować wartość generowanego prądu oraz przełączać tryb pracy stacji bazowej, natomiast druga obsługiwać woltomierz.

Tryb automatyczny

Tryb automatyczny najefektywniej wykorzystuje możliwości zestawu pomiarowego. Co do zasady nie różni się on od poprzednio opisanego. W tym trybie wpływ zakłóceń jest także eliminowany metodą Erbachera. Różnica polega na tym, że wszystkie czynności wykonywane są automatycznie. Przed rozpoczęciem pomiarów woltomierz i stację bazową łączy się kablem transmisji szeregową w celu przeprowadzenia synchronizacji. Następnie wprowadza się do pamięci woltomierza wartość prądu pomiarowego ustawioną w stacji

bazowej. Dzięki temu operator otrzymuje zgrubną informację o poziomie rzeczywistego napięcia dotykowego (krokowego) natychmiast po wykonaniu pomiaru. Proces pomiaru nie wymaga ręcznego przełączania parametrów wyjścia stacji bazowej (prąd o fazie zgodnej z napięciem, prąd w fazie przeciwnej do napięcia, brak prądu pomiarowego). Woltomierz automatycznie wykrywa zmianę sygnału wyjściowego zadajnika i synchronicznie zapisuje w swojej pamięci zmierzone napięcia, a następnie dokonuje obliczeń zgodnie ze wzorem w metodzie Erbachera. Po zakończeniu badań oba urządzenia łączy się ponownie ze sobą kablem transmisji szeregową celem przetransmitowania wartości prądów zapisanych w pamięci stacji bazowej do pamięci woltomierza. Woltomierz porównuje te dane z odpowiadającymi im w czasie wartościami zarejestrowanych napięć. Precyzyjne wyniki pomiarów, które uwzględniają rzeczywisty prąd pomiarowy można następnie wydrukować bezpośrednio na drukarce lub przetransmi-

tować do komputera celem sporządzenia profesjonalnego protokołu z badań. Sporządzanie protokołów ułatwia program Eurolink (rys. 6).

Zestawy przyrządów do pomiaru napięcia dotykowego i krokowego HT2051/HT2052 zaopatrzone w indywidualne świadectwa sprawdzenia sporządzone przez laboratorium akredytowane przez włoski urząd miar i pracujące w systemie ISO9001. Świadectwo to potwierdza zgodność parametrów urządzenia z podanymi w instrukcji obsługi i jest istotne z punktu widzenia wszystkich tych użytkowników, którzy funkcjonują w oparciu o system kontroli jakości ISO. Symbol CE umieszczony na obudowie stanowi deklarację producenta o zgodności urządzeń z Dyrektywą Niskich Napięć UE oraz z tzw. normami zharmonizowanymi.

Tomasz Koczorowicz
Autor jest pracownikiem
firmy Tomtronix



KONTAKT

TOMTRONIX
ul. 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

R E K L A M A

Nowoczesne systemy korytek kablowych "Rapid 45"

Zapraszamy do odwiedzenia naszego stoiska w pawilonie "S" w dniach 14-16.09.2004, podczas targów "ENERGETAB 2004" na terenie ZIAD Bielsko - Biała

OBO BETTERMANN Polska Sp. z o.o.
02 -255 Warszawa ul.Krakowiaków 68/70
tel. (022) 868 52 00 ,01
fax.(022) 868 51 95

OBO BETTERMANN Biuro Katowice
40-387 Katowice ul.11-go Listopada 11
tel. (032) 204 91 33
fax.(032) 204 91 34

OBO BETTERMANN Biuro Wrocław
51-121 Wrocław ul.Keplina 7
tel. (071) 325 46 39
fax.(071) 325 46 39

OBO BETTERMANN Biuro Gdańsk
80-298 Gdańsk ul. Budowlanych 31
tel. (058) 347 51 17
fax.(058) 347 51 16

OBO BETTERMANN Biuro Poznań
60-179 Poznań ul.Kamiennogórska 5/18
tel. (061) 8-609-875
fax.(061) 8-609-876

OBO
BETTERMANN

Bez puszek montażowych...



Bez ramek i maskownic...



Bezproblemowo!!!

