

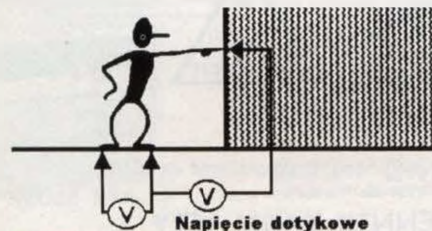
POMIARY REZYSTANCJI UZIEMIENIA

System uziemienia ma decydujący wpływ na bezpieczeństwo instalacji. Dlatego bardzo ważne są pomiary rezystancji uziemień. Omawiamy metody tych pomiarów, a także mierniki rezystancji uziemienia na przykładzie przyrządów angielskiej firmy Megger.

System uziemienia stanowi zasadniczą część całego układu zasilania. Ma on decydujący wpływ na bezpieczeństwo oraz ekonomiczność instalacji. Prawidłowe uziemienie to takie, w obecności którego prąd przebiecia spowoduje zadziałanie zabezpieczeń. Aby osiągnąć satysfakcjonujący efekt, dąży się do uzyskania jak najmniejszej rezystancji elektrody do ziemi. Wartość tej rezystancji zależy od rezystywności otaczającego elektrodę gruntu. Ta z kolei jest pochodną właściwości ziemi i jej wilgotności. Zawsze przed zainstalowaniem elektrody lub systemu elektrod należy określić rezystywność otaczającego gruntu. Na podstawie tych wyników można zdecydować, czy bardziej korzystne będzie umieszczenie elektrody na większej głębokości, czy też dodanie kolejnych elektrod i łączących je kabli lub zastosowanie siatki ewentualnie płaszczyny uziemiającej.

Niedokładne pomiary rezystywności mogą prowadzić do nadmiernych kosztów inwestycji. Po zakończeniu prac, obowiązkowo powinna zostać przeprowadzona kontrola potwierdzająca spełnienie przez uziemienie wymagań założeń projektowych. System musi również podlegać okresowym sprawdzeniom w trakcie eksploatacji w celu upewnienia się, czy korozja lub zmiany rezystywności gruntu znacząco nie wpłynęły na jego parametry. Sieć uziemień może nie ujawniać swojej niesprawności dopóty, dopóki nie wystąpi przebiecie powodujące niebezpieczną sytuację. Stosowanie takiej czy innej techniki pomiarowej zależy przede wszystkim od rozległości samego systemu. Sprawdzenie uziomu wykonane w formie matych, pojedynczych elektrod (na przykład piorunochron lub uziemienie domowe) znacząco różni się od metody kontroli stoso-

(1)



Napięcie dotykowe

Napięcie krokowe

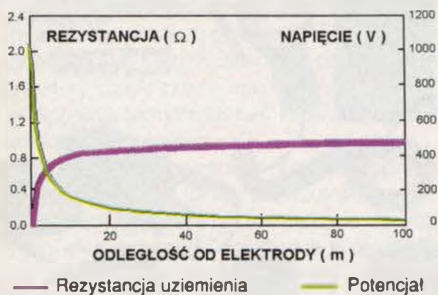
Rys. 1. Napięcia charakteryzujące zagrożenie porażeniem

wanej w przypadku dużych, skomplikowanych konstrukcji. Pojedyncze badanie w przypadku rozległego uziemienia, odmiennie niż dla większości innych pomiarów elektrycznych, nie jest wystarczające do uzyskania ostatecznego wyniku.

Dlaczego wymagana jest mała wartość rezystancji uziemienia?

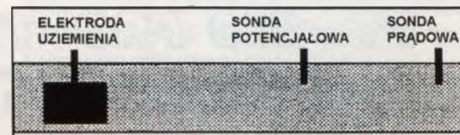
Dobre przejście do ziemi jest zasadniczym wymaganiem stawianym systemowi uziemień. Spełnienie tego warunku gwarantuje oczekiwaną reakcję aparatury ochronnej i redukuje gradient spadku potencjału gruntu w pobliżu elektrod. Spadek potencjału w gruncie GPR (*Ground Potential Rises*) może być obliczony za pomocą prawa Ohma ze spodziewanego prądu zwarcia i rezystancji uziemienia. Daje to w wyniku maksymalną różnicę potencjałów między oddalonym punktem odniesienia (potencjałem ziemi), a samym systemem uziemienia. Typowy prąd zwarcia wynosi od jednego do dziesięciu tysięcy amperów, a wówczas nawet przy rezystancji uziemienia 0,2 Ω , spadek potencjału (GPR) będzie wynosił od 200 V do 2 kV. Maksymalną dopuszczalną wartość stanowi zwykle 430 V do 650 V – zgodnie z normami CCITT (telekomunikacja).

Dla zilustrowania zagrożenia porażeniem elektrycznym ludzi przebywających w pobliżu miejsca przebiecia, można obliczyć napięcie krokowe oraz dotykowe. Napięcie dotykowe jest



Rys. 2. Zmienna rezystancji i potencjału w funkcji odległości od elektrody uziemienia

różnicą potencjałów, która występuje między stopą a punktem styku z elementem systemu uziemienia (np. ogrodzeniem podstacji). Podobnie, napięcie krokowe jest różnicą potencjałów, która występuje między stopami osoby (stopy w odległości 1 m). Napięcie to zmienia się proporcjonalnie do zmian rezystancji powierzchni gruntu wokół systemu uziemienia. Jak już wspomniano wcześniej, właściwości gruntu w pobliżu elektrody mają największy wpływ na rezystancję uziemienia i to jest to miejsce, gdzie zwykle występuje najbardziej niebezpieczne napięcie krokowe (rys. 1 i 2). Jeżeli spadek GPR jest duży, wówczas podczas przebiecia istnieje również niebezpieczeństwo porażenia elektrycznego spowodowane obecnością umieszczonych w pobliżu przewodników, na przykład linii telefonicznych. Linia telefoniczna jest uziemiona w kilku oddalonych punktach. Przebiecie może spowodować "transmisję napięcia" zbliżonego do wartości napięcia GPR.



Rys. 3. Układ połączeń do badania metodą spadku potencjału

Pomiary systemów uziemień

W celu zmierzenia systemu uziemienia wymaga się przepływu prądu między tymczasową oddaloną elektrodą prądową, a systemem uziemienia. Druga tymczasowa elektroda używana jest do pomiaru spadku potencjału wytwarzanego przez prąd pomiarowy. Z wartości napięcia i prądu może być obliczona wartość rezystancji.

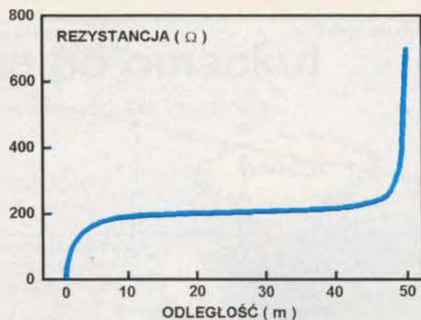
Metoda spadku potencjału

Jest to podstawowa metoda pomiaru rezystancji elektrody uziemienia. Ze względu na wymagania tej metody, związane z obszarem niezbędnym do przeprowadzenia badania, stosuje się ją wyłącznie do matych, pojedynczych uziomów. Przyjmuje się, że idealna odległość do sondy prądowej powinna być dziesięć razy większa niż maksymalny wymiar systemu uziemienia. W przypadku pojedynczej elektrody o długości 2 m nie jest problemem umieszczenie sondy w odległości 20 m. Układ pomiarowy dla takiego systemu uziemienia przedstawiono na rys. 3. Dla uziemień jednoelektrodowych, takich jak uziemienia domowe

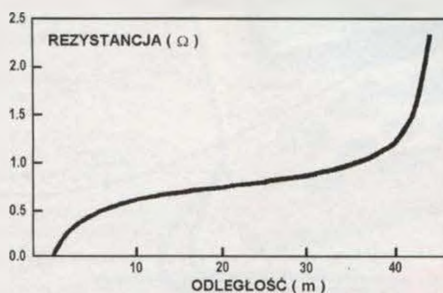
oraz piorunochrony, wpływ na otaczający grunt jest ograniczony i pomiarowa sonda prądowa może znajdować się całkiem blisko (nawet około 10 m) od badanej elektrody. Zwykle łatwo jest wtedy znaleźć płaską część krzywej rezystancji uziemienia – miejsce właściwej lokalizacji elektrody potencjalowej. Przy badaniach metodą spadku potencjału sonda prądowa umieszczana jest na ogół w odległości 30 do 50 m od badanej elektrody. Sonda potencjalowa wbijana jest pośrodku między sondą prądową i badaną elektrodą uziemienia. Operator dokonuje pierwszego pomiaru, a następnie przemieszcza sondę potencjalową najpierw 3 m dalej, a następnie 3 m bliżej (względem położenia podczas pierwszego pomiaru) od elektrody uziemienia. Jeżeli te trzy wyniki są zbliżone w granicach dopuszczalnego dla danego błędu pomiarowego, ich wartość średnia może być traktowana jako rezystancja uziemienia. Na rys. 4 przedstawiono przykład rozkładu rezystancji uziemienia małego systemu z sondą prądową umieszczoną w odległości 50 m. Umieszczając elektrodę potencjalową w odległości od 10 do 40 m, otrzymamy wyniki bliskie rzeczywistej wartości rezystancji uziemienia. Przy odległości mniejszej niż 10 m od uziomu, "obszar rezystancji" elektrody uziemienia będzie oddziaływał na wynik. Powyżej 40 m "obszar rezystancji" elektrody prądowej będzie powodował zawyżenie rezultatu pomiaru. Przeprowadzenie pomiarów w kilku punktach i szkicowanie na ich podstawie krzywej pomoże w zrozumieniu pojęcia "obszaru rezystancji" wokół elektrody. Zawsze najlepszym sposobem sprawdzenia wiarygodności rezultatów jest wykonanie pomiarów dla różnych kierunków lub dla większych odległości między elektrodami pomocniczymi. Pomoże to wyeliminować ewentualne błędy wynikające z bliskiej obecności zakopanych przewodników lub innych części systemu elektrycznego, które mogą mieć wpływ na wyniki.

Reguła 61,8%

Jak już wspomniano wcześniej, zarówno sonda prądowa jak i elektroda uziemienia mają swoje "obszary rezystancji". Metoda spadku potencjału może być z powodzeniem stosowana tylko wówczas, gdy sonda pomiarowa jest na tyle odsunięta od uziomu, że nie ma efektu zachodzenia na siebie tych obszarów. Co więcej, sonda potencjalowa musi znajdować się między tymi obszarami (rys. 5). Jeżeli te warunki nie są spełnione, wyniki mogą się okazać zafałszowane. Teoretycznie rzecz biorąc, obie sondy, prądowa i potencjalowa powinny znajdować się w nieskończonej odległości od elektrody uziemienia. Rozważania graficzne i wyniki doświadczalne dowodzą, że rzeczywista rezystancja elektrody uziemienia jest równa zmierzonej wartości rezystancji, gdy sonda potencjalowa jest



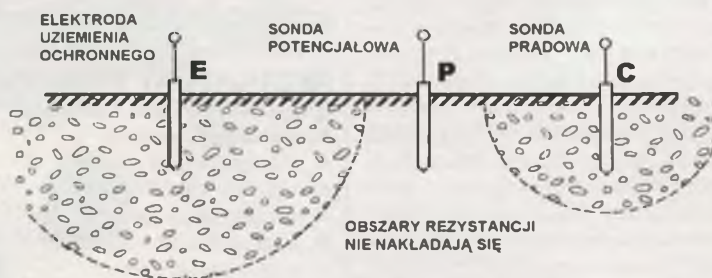
Rys. 4. Teoretyczna charakterystyka rezystancji dla pojedynczej elektrody uziemienia



Rys. 6. Teoretyczna charakterystyka rezystancji dla rozległego systemu uziemienia

umieszczona w odległości 61,8% między elektrodą uziemienia i sondą prądową. To stwierdzenie nosi nazwę "reguła 61,8%" i odnosi się wyłącznie do sytuacji, kiedy elektroda uziemienia, sonda napięciowa i prądowa są ułożone w linii prostej, grunt jest jednorodny, a "obszar rezystancji" elektrody uziemienia jest niewielki i może być aproksymowany przez półkulę. Można uznać, że "reguła 61,8%" jest szczególnym przypadkiem wcześniej omówionej metody spadku potencjału. Znajduje ona zastosowanie dla małych systemów składających się z jednego pręta, płyty itp. oraz średnich systemów uziemień składających się z kilku prętów. Dla większości zastosowań sonda prądowa powinna być umieszczona w odległości od 30 do 50 metrów od centrum badanego systemu uziemienia. Dla uziemień średniej wielkości, odległość ta musi być zwiększona. A oto przykłady parametry układu pomiarowego opartego na tej regule.

- Maksymalny wymiar: 5 m 10 m 20 m
- Odległość sondy potencjalowej od środka systemu uziemienia: 62 m 93 m 124 m
- Odległość sondy prądowej od środka sy-



Rys. 5. Obszary rezystancji skojarzone z elektrodą uziemienia i sondą prądową

stemu uziemienia: 100 m 150 m 200 m "Maksymalny wymiar" to maksymalna odległość między elektrodami stanowiącymi badany system uziemienia.

W celu uwiarygodnienia wyniku pomiaru wskazane jest przeprowadzenie kilku sprawdzeń przez przesunięcie sondy prądowej, np. o 10 m w kierunku badanego systemu oraz w kierunku przeciwnym względem jej pierwszego położenia. Należy pamiętać o jednoczesnym skorygowaniu położenia sondy potencjalowej zgodnie z regułą 61,8%. Średnia z tych trzech pomiarów będzie rezultatem końcowym.

Metoda zбочa

Rozbudowane systemy uziemień, towarzyszące np. podstacjom i elektrowniom, tworzą w efekcie rozległe "obszary rezystancji", które powodują konieczność stosowania znacznych odległości do sond pomiarowych. Systemy te typowo dają wartość rezystancji uziemienia mniejszą niż 0,5 Ω, udostępniając dobre przejście do ziemi dla dużych spodziewanych prądów zwarcia. Jak wspomniano wcześniej, idealna odległość do sondy prądowej przy stosowaniu metody spadku potencjału powinna być dziesięć razy większa niż maksymalny wymiar systemu uziemienia. Dla podstacji z siatką uziemiającą o powierzchni w kształcie kwadratu o boku 100 m, sonda prądowa powinna znajdować się w odległości 1 km od badanego uziemienia. Jest to zadanie niewykonalne w realnych warunkach. W podobnych przypadkach znajduje zastosowanie tzw. metoda zбочa. Metoda ta redukuje długości rozwijanych przewodów pomiarowych oraz zmniejsza prawdopodobieństwo zachodzenia na siebie, a tym samym oddziaływania, innych lokalnych systemów uziemień.

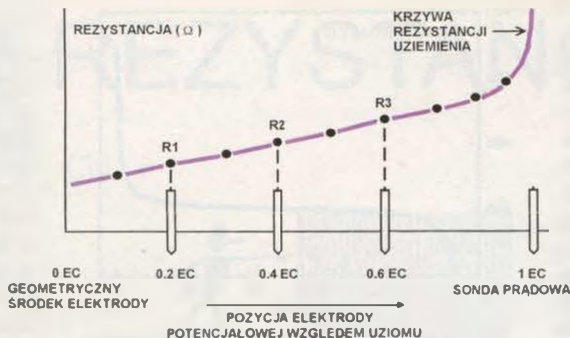
Umożliwia ona pomiar rozległych systemów uziemień (rys. 6) bez poszukiwania płaskiej części na krzywej charakterystyki rezystancji. Reguluje to obszar pomiarów oraz dodatkowo, co istotne w przypadku dużych uziemień lub uziemień z niedostępnym punktem centralnym, nie wymaga znalezienia elektrycznego środka systemu. Metoda zбочa może być również stosowana jeżeli wcześniej opisane techniki okazały się mało wiarygodne i, co często istotne, jest metodą gwarantującą większą dokładność pomiaru. Wymaga ona przeprowadzenia kilku obliczeń, a uzyskane wyniki

mogą być w prosty sposób zweryfikowane dając dodatkowe potwierdzenie prawidłowości badania. Metoda polega na wykonaniu co najmniej sześciu niezależnych pomiarów dla różnych odległości sondy potencjalowej od systemu uziemienia, w tym dla 20, 40 i 60% EC, gdzie EC – odległość między badanym uziomem i sondą prądową (co najmniej 50 m). Na podstawie wyników szkicowana jest krzywa rezystancji (rys.

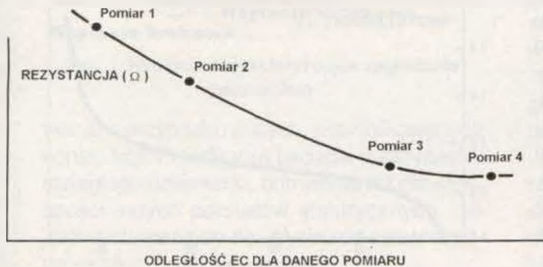
7). Utworzony w ten sposób wykres wykazuje obecność nieprawidłowych punktów, które mogą zostać pominięte w ocenie lub ponownie sprawdzone. Sonda potencjałowa powinna zawsze znajdować się w jednej linii z sondą prądową oraz systemem uziemienia.

Na podstawie trzech pomiarów wykonanych dla odległości sondy potencjałowej od systemu uziemienia – 20, 40 i 60% EC, obliczany jest współczynnik zbrocza $\mu = (R60\% - R40\%) / (R40\% - R20\%)$.

Zawiera on informację o zmianie kąta nachylenia krzywej rezystancji uziemienia. W odpowiednich poradnikach oraz instrukcjach obsługi mierników (np. produkcji Meggera) znajdują się tabele współczynnika μ . Na podstawie zawartych w nich informacji określana jest odległość sondy potencjałowej od uziemienia, dla której uzyskany wynik równy jest rzeczywistej rezystancji badanego systemu. Dla tej odległości, na podstawie sporządzonej wcześniej krzywej, wyznaczana jest poszukiwana wartość rezystancji uziemienia. Tak, jak dla wszystkich opisanych wcześniej badań, wskazane jest powtórzenie całej procedury wraz z naszkicowaniem pełnej charakte-



Rys. 7. Krzywa rezystancji utworzona w wyniku pomiarów metodą zbrocza



Rys. 8. Możliwe wyniki kilku pomiarów metodą zbrocza

rystyki rezystancji gruntu dla innego kierunku usytuowania sond pomiarowych lub większej odległości sondy prądowej od badanego systemu – EC. Dla różnych wartości EC może być sporządzona krzywa, jak przedstawiono w przykładzie na rys. 8. Krzywa ta pokazuje, jak maleje rezystancja wraz z wzrostem odległości EC. W przedstawionym przykładzie odległość EC dla pomiarów (1) i (2) była zbyt mała, natomiast dla pomiarów (3) i (4) jest do przyjęcia. Zatem, przy określaniu rezystancji uziemień nie należy spodziewać się całkowitej dokładności lepszej niż 5%. Jest to wartość satysfakcjonująca, biorąc pod uwagę fakt, że zmiany stanu wilgotności lub jednorodności gruntu mają podobny wpływ na rzeczywistą rezystancję systemu uziemienia. Należy zaznaczyć, że istnieją również inne bardziej rozbudowane metody pomiarów elektrod uziemienia. Zainteresowanych odsyłam do książki [1].

Tomaz Koczorowicz, Tomtronix
Wyłącznym dystrybutorem firmy Megger jest w Polsce firma Tomtronix z Łodzi (tel. 0-42-676 06 33)

LITERATURA

[1] AVO Megger: A. Simple Guide to Earth Testing

POMIARY REZYSTANCJI UZIEMIENI

(2)

Mierniki firmy Megger do pomiaru rezystancji uziemień

Firma Megger, angielski producent aparatury pomiarowej, ma w swojej ofercie grupę urządzeń przeznaczonych do wyznaczania rezystancji uziemień ochronnych. Megger ma wieloletnie doświadczenie w produkcji tego typu mierników. O opiniotwórczym charakterze firmy w tej dziedzinie świadczy fakt posiadania własnego ośrodka dydaktycznego, w którym systematycznie organizowane są szkolenia również z zakresu metod pomiaru rezystancji uziemień. Uczestnictwo w nich potwierdzone jest stosownym certyfikatem, traktowanym w Ameryce Północnej oraz Wspólnocie Brytyjskiej jako świadectwo posiadania aktualnej wiedzy w zakresie techniki mierniczej.

Spśród pełnej oferty urządzeń produkowanych przez firmę Megger wybrano trzy najbardziej charakterystyczne pod względem zastosowania: DET62D, DET5/4R, DET2/2. Każdy z nich jest przedstawicielem innej grupy urządzeń przeznaczonych dla określonego, jeśli chodzi o wymagania, użytkownika. Wszystkie omawiane mierniki to przyrządy cyfrowe, sterowane przez mikroprocesor. Ich działaniu towarzyszy ciągła kontrola parametrów układu pomiarowego. Wykrycie nieprawidłowości powoduje wstrzymanie sprawdzenia i sygnalizację przyczyny na pulpicie przyrządu. Nie ma możliwości popełnienia pomyłki związanej z niewłaściwymi warunkami panującymi w układzie pomiarowym. Po pierwsze, sprawdzana jest rezystancja w pętli prądowej (sond prądowych). Tutaj przyczyną błędów może być rozwarcie obwodu, słaby styk w miejscu podłączenia przewodów pomiarowych lub nadmierna rezystancja gruntu w otoczeniu badanej elektrody lub sondy prądowej. Szczególnie wykrycie ostatniej z nieprawidłowości jest bardzo przydatne w realnych warunkach pracy. Wyobraźmy sobie pomiar uziemienia w terenie silnie zurbanizowanym. Bywa, że operator w takiej sytuacji ma problem ze znalezieniem miejsca do wbicia sondy prądowej. Mając do dyspozycji automatyczną kontrolę prądowej pętli pomiarowej możemy np. położyć sondę na płytach chodnikowych, zroszyć ją wodą w celu zmniejszenia rezystancji przejścia do ziemi oraz uruchomić pomiar. Miernik sam oceni czy w danym układzie pomiarowym możliwe jest uzyskanie rzetelnego wyniku. Jeżeli tak, to wkrótce na wyświetlaczu pojawi się rezultat próby. Po drugie, sprawdzana jest rezystancja w pętli pomiaru spadku potencjału (sond potencjałowych). Przyczyny nadmiernej rezystancji są takie same jak w przypadku sond prądowych. Analogiczne są również korzyści wynikające z kontrolowania tego

obwodu. Po trzecie, automatycznie sprawdzany jest poziom szumu interferencyjnego i oceniany jest wpływ na rzetelność pomiaru. Wszystkie mierniki wyposażono w układ pomiarowy odporny na interferencje o wartości amplitudy aż do 40 Vpp. Przekroczenie tego poziomu jest sygnalizowane przez urządzenia. Inne możliwości przyrządów zależą od typu miernika.

Miernik Megger DET62D

Należy do najmniej rozbudowanych mierników Meggera. Jest to przyrząd (rys. 9) zasilany



Rys. 9. Miernik rezystancji uziemień Megger DET62D

ny bateryjnie. Umożliwia pomiar tylko rezystancji uziemień. Ze względu na maksymalną rozdzielczość pomiaru wynoszącą 0,1 Ω przeznaczony do stosowania wszędzie tam, gdzie nie ma potrzeby sprawdzania dużych systemów uziemień z małą wartością rezystancji. Doskonały do sprawdzania pojedynczych oraz średnich wielkością uziomów. Pomiar przeprowadzany jest sygnałem o częstotliwości 128 Hz, odległej od harmonicznej sieci, a jednocześnie na tyle bliskiej częstotliwości linii, aby uzyskać rezultaty, które mogą być wykorzystywane do obliczenia prądu zwarcia. Taka częstotliwość sygnału pomiarowego umożliwia jego skuteczne filtrowanie z szumu interferencyjnego, co zapewnia sprawne wydzielenie małego co do amplitudy sygnału pomiarowego.

Miernik Megger DET5/4R

Zalecany do stosowania wszędzie tam, gdzie wykonuje się zarówno pomiary rezystancji uziemienia, jak i rezystywności gruntu. Przyrząd (rys. 10) zasilany jest z akumulatora oraz wyposażony w wbudowaną ładowarkę. Maksymalna rozdzielczość 0,01 Ω sprawia, że może być z powodzeniem wykorzystywany również przy pomiarach dużych systemów uziemień. Podobnie jak DET62D pracuje na częstotliwości 128 Hz.

Miernik Megger DET2/2

Bardzo profesjonalny przyrząd (rys. 11) z rozdzielczością pomiaru 0,001 Ω . Znajduje zastosowanie przy pomiarach rezystancji uziemienia i rezystywności gruntu. Wyposażony w zasilanie akumulatorowe oraz wbudowaną ładowarkę. Przeznaczony do pomiarów dużych systemów uziemień, również z rezystancją poniżej 0,5 Ω , w obecności silnych zakłóceń np. podstacji energetycznych, rozdzielni, elektrowni, instalacji telekomunikacyjnych itp.. DET2/2 jest wyposażony w możliwość przestrajania częstotliwości pomiarowej w zakresie 105 do 160 Hz krokiem 0,5 Hz, ze współbieżnym przestrajaniem selektywnego filtra wejściowego. Zapewnia to wyjątkową możliwość poszukiwania przez operatora tej częstotliwości pracy, która w danych ciężkich warunkach, w obecności silnych zakłóceń, wolna jest od obecności obcych sygnałów. Duże systemy energetyczne generują szum składający się z podstawowej częstotliwości zasilania, jej harmonicznymi, wysokich częstotliwości pochodzących od procesów łączeniowych, indukowanych sygnałów pochodzących z innych źródeł itp. Przyrządy nie wyposażone



Rys. 10. Miernik rezystancji uziemień Megger DET5/4R



Rys. 11. Miernik rezystancji uziemień Megger DET2/2

w przestrzeganą częstotliwość pracy mogą w takich sytuacjach blokować się informując o wysokim poziomie zakłóceń lub po prostu wykonywać błędne pomiary. W przypadku, kiedy zakłócenia mają charakter trwały, użycie tradycyjnego miernika nie zdaje egzaminu. DET2/2 używa wyrafinowanego systemu filtrowania, umożliwiającego eliminację większego szumu niż jakikolwiek inny przyrząd Meggera. Miernik DET 2/2 powinien znajdować zastosowanie przy precyzyjnym pomiarze rezystywności gruntu, gdyż wysoka rozdzielczość jest zasadniczą cechą wpływającą na dokładność. Duża dokładność pomiaru rezystywności jest z kolei niezwykle istotna podczas przygotowywania danych do projektowania szczególnie rozległego systemu uziemienia. Kiedy mierzymy ze znacznym odstępem sond pomiarowych, dla rozległych terenów lub głębokich pomiarów, odczytywane rezystancje są małe. Aby otrzymać rzetelne pomiary rezystywności, zasadniczym wymaganiem jest stosowanie przyrządu z odpowiednią dokładnością przy małych rezystancjach. Na przykład, w przypadku odstępów 30 m między sondami w gliniastym gruncie z rezystywnością 1200 Ωcm , odczytana rezystancja powinna wynosić 0,064 Ω ($p=2 \pi aR$). W tej sytuacji przyrząd z rozdzielczo-

Wybrane parametry mierników uziemień Meggera

| Model | DET62D | DET5/4R | DET2/2 |
|------------------------------|------------------|------------------|--------------------|
| Liczba zacisków | 3 | 4 | 4 |
| Rozdzielczość | 0,1 Ω | 0,01 Ω | 0,001 Ω |
| Maksymalny zakres pomiaru | 2 k Ω | 20 k Ω | 20 k Ω |
| Dokładność | 2% \pm 3 cyfry | 2% \pm 3 cyfry | 0,5% \pm 2 cyfry |
| Liczba zakresów | 2 | 4 | 5 |
| Odporność na szum | 40 Vpp | 40 Vpp | 40 Vpp |
| Przestrajany filtr wejściowy | – | – | + |
| Zasilanie | 6 x AA | akumulator | akumulator |

ścią 10 m Ω i 3-cyfrowym błędem może dać błąd pomiarowy rzędu 50% wartości odczytanej. Może to prowadzić, albo do niebezpiecznego uziemienia z za dużą rezystancją, albo do nadmiernych kosztów inwestycji, niezgodnych ze sztuką projektowania. Rozdzielczość 1 m Ω i 3-cyfrowy błąd redukuje uchyb poniżej 5% wartości odczytanej.

Wnioski

Cyfrowe mierniki uziemienia najnowszej generacji znacząco upraszczają pomiary uziemień systemów elektrycznych. Jednakże w dal-

szym ciągu wymagana jest duża ostrożność podczas interpretacji wyników. Wskaźniki błędnie podłączonych przewodów pomiarowych lub wykryciu warunków, które prowadzą do błędnych odczytów. Ale dokonanie tylko jednego odczytu nie jest wystarczające do uzyskania rzetelnego wyniku pomiaru rezystancji jakiegokolwiek elektrody uziemienia. Zawsze najlepiej powtórzyć procedurę stosując inny kierunek lub odległość. Może to wyeliminować błędy pochodzące z trudnych do uwzględnienia źródeł (np. od ukrytych zmian w strukturze gruntu) oraz zwiększa zaufanie do uzyskanych wyników. Kiedy wybiera się miernik uziemienia, należy się upewnić, czy rozdzielczość i dokładność są odpowiednie do zastosowań. Błąd przyrządu może prowadzić do nadmiernych kosztów inwestycji lub przeglądów systemu uziemienia lub, co gorsze, do powstania niebezpiecznej instalacji. ■

Tomasz Koczorowicz, Tomtronix

Wylącznym dystrybutorem firmy Megger jest w Polsce firma Tomtronix z Łodzi (tel. 0-42-676 06 33)

L I T E R A T U R A

[1] AVO Megger: A simple Guide to Earth Testing