

Sprawdzanie bezpieczeństwa instalacji elektrycznych niskiego napięcia

Tomasz Koczorowicz

Oferta rynkowa przyrządów do pomiarów instalacji elektrycznych niskiego napięcia pozwala dopasować możliwości funkcjonalne urządzenia do indywidualnych potrzeb każdego użytkownika. W artykule przedstawiono najbardziej charakterystyczne mierniki z oferty dwóch europejskich producentów – brytyjskiej firmy Megger oraz włoskiej HT Italia. Przyrządy dobrano w taki sposób aby zaakcentować różnorodność wyboru – od urządzeń jednofunkcyjnych do bardzo rozbudowanych „kombajnów” pomiarowych. Wszystkie opisane mierniki spełniają wymagania dyrektyw Unii Europejskiej, posiadają znak zgodności CE oraz zatwierdzenia typu Głównego Urzędu Miar w Warszawie.

Technika mikroprocesorowa oraz komputeryzacja procesu wytwarzania znacząco uprościły procedury związane z wdrażaniem nowych rozwiązań. Na bazie podstawowego urządzenia produkowane są całe serie przyrządów o różnych możliwościach funkcjonalnych. W ten sposób realizowana jest idea mierników szytych na miarę, dopasowanych do indywidualnych potrzeb klienta.

Przykładem przyrządów jednofunkcyjnych są mierniki Iso Test 2010, Rcd Test 2012, Loop Test 2014 firmy HT Italia lub BM 223 firmy Megger.

Do sprawdzenia wyłącznie parametrów instalacji będących pod napięciem służą

urządzenia Speed Test 2018 firmy HT Italia lub LCB 2500PL firmy Megger. Zaś mierniki Combi Test 2019, Macro Test 5035 firmy HT Italia lub MFT1502, CM 500PL firmy Megger to przykłady jednego przyrządu z kompletem funkcji do sprawdzania bezpieczeństwa instalacji elektrycznych.

Inne możliwości dają urządzenia Genius 5080E, GSC 53 oraz GSC 57. Oprócz funkcji związanych ze sprawdzaniem bezpieczeństwa przyrządy te wyposażono dodatkowo m.in. w kompletną analizę oraz rejestrację parametrów sieci jedno lub trójfazowych oraz pomiar rezystancji dużym (10 A) prądem przemiennym.

Pomiar ciągłości

Pomiar ciągłości przewodów ochronnych oraz połączeń wyrównawczych wykonuje się zgodnie z normą PN-IEC60364 miernikiem rezystancji wykorzystującym metodę techniczną, prądem stałym lub przemiennym o wartości co najmniej 200 mA.

Opisane w artykule przyrządy mierzą ciągłość prądem stałym. Poszczególne urządzenia różnią się między sobą cechami, które wpływają na komfort pracy operatora:

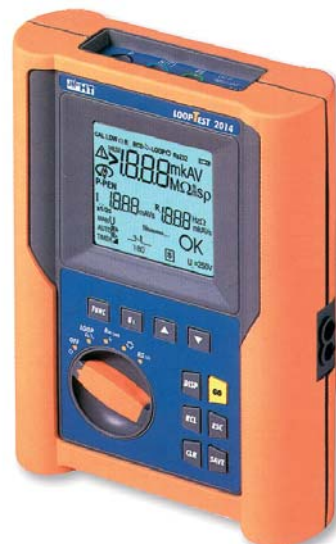
- niektóre z nich umożliwiają programowanie czasu trwania pomiaru, pozwalają



Rys. 1. Miernik Iso Test 2010



Rys. 2. Miernik Rcd Test 2012



Rys. 3. Miernik Loop Test 2014



Rys. 4. Miernik Megger BM223



Rys. 5. Miernik Speed Test 2018



Rys. 6. Miernik Megger LCB 2500PL



Rys. 7. Miernik Combi Test 2019

jąc użytkownikowi przemieszczać się wzdłuż trasy przewodów ochronnych lub połączeń wyrównawczych podczas sprawdzania ich ciągłości,

- mają możliwość wyboru kierunku przepływu prądu pomiarowego, co znajduje wykorzystanie podczas eliminowania wpływu na wynik pomiaru efektu styku sond z układem pomiarowym,
- posiadają funkcję akustycznej sygnalizacji połączeń z rezystancją przejścia mniejszą od określonej wartości progowej,
- wskazują prąd pomiarowy podczas badania lub posiadają linijkę analogową, ułatwiającą obserwację szybkich zmian wartości mierzonej.

Wszystkie przyrządy wyposażono w funkcję kompensacji rezystancji przewodów pomiarowych oraz automatyczną blokadę pomiaru w obecności napięcia zewnętrznego. W niektórych z nich woltomierz uruchamia się automatycznie wskazując wartość napięcia (tzw. domyślny woltomierz).

W mierniku CM 500PL funkcja sygnalizacji akustycznej jest chroniona szybkim bezpiecznikiem termicznym.

W wyniku takiego rozwiązania wyeliminowano konieczność wymiany zabezpieczenia topikowego na nowe w przypadku podłączenia do obwodu, w którym występuje napięcie zewnętrzne.

W zakresie pomiaru ciągłości wszystkie opisane przyrządy spełniają wymagania normy PN-EN61557-4 dotyczącej bezpieczeństwa elektrycznego urządzeń pomiarowych.

Pomiar rezystancji izolacji

Pomiar rezystancji izolacji jest podstawowym badaniem ochrony przed dotykiem bezpośrednim instalacji elektrycznej. Wyko-

A
M
A
L
K
E
E



Rys. 8. Miernik Megger MFT 1502



Rys. 9. Miernik Megger CM 500PL

nuje się go napięciem stałym, po wyłączeniu zasilania i odłączeniu odbiorników. Zgodnie z normą PN-IEC60364 dla instalacji 230 V AC napięcie próby powinno wynosić 500 V DC, a minimalna dopuszczalna wartość rezystancji izolacji 0,5 MW. Wszystkie opisywane urządzenia spełniają wymagania normy oferując wykonanie pomiaru rezystancji izolacji pełnym zakresem napięć próby (250 V DC - dla obwodów SELV i PELV, 500 V DC - dla napięć znamionowych w zakresie 50 V, 500 V, 1000 V DC - dla napięć znamionowych powyżej 500 V). Niektóre urządzenia zostały dodatkowo wyposażone w napięcia próby 50 V do wykorzystania przy pomiarach np. układów elektronicznych oraz 100 V do zastosowań w telekomunikacji.

Poszczególne mierniki umożliwiają wybór trybu pomiaru. W trybie ręcznym pomiar trwa tak długo, jak długo naciskany jest przycisk testu. Jest to zalecany tryb badania ze względów bezpieczeństwa. Operator sam kontroluje proces pomiaru. W trybie automatycznym pomiar kończy się w momencie, w którym napięcie próby ustabilizuje się, a więc zakończy się proces ładowania pojemności obwodu. Pomiar w wyznaczonym czasie wymaga wstępnego zaprogramowania czasu trwania badania. Ten tryb pracy jest szczególnie przydatny do celów analizy porównawczej. Parametr czasu powinien być odnoto-

wany w protokole z pomiarów, aby umożliwić rzetelną analizę w przyszłości. Podobnie jak przy pomiarach ciągłości, wszystkie przyrządy wyposażono w automatyczną blokadę pomiaru w obecności napięcia zewnętrznego, a w niektórych urządzeniach woltomierz uruchamiany jest automatycznie wskazując wartość napięcia (tzw. domyślny woltomierz).

Mierniki firmy Megger posiadają linię analogową, która umożliwia obserwację procesu ładowania pojemności obiektu oraz szybkich zmian wartości mierzonej. Wszystkie przyrządy wyposażono w funkcję automatycznego rozładowania pojemności obwodu pomiarowego po wykonaniu badania.

W zakresie pomiaru rezystancji izolacji opisane mierniki spełniają wymagania normy PN-EN61557-2 dotyczącej bezpieczeństwa elektrycznego urządzeń pomiarowych.

Pomiar parametrów wyłączników różnicowoprądowych RCD

Przyrządy oferują komplet możliwości pomiarowych niezbędnych do przeprowadzenia oceny funkcjonowania wszystkich typów wyłączników różnicowoprądowych: standardowych, selektywnych, standardowych czułych na prądy wyprostowane oraz selektywnych czułych na prądy wyprostowane. Mierniki mierzą zarówno czas wyzwolenia jak i rzeczywisty prąd wyzwolenia wyłączników. Wszystkie urządzenia sprawdzają zabezpieczenia 30, 100, 300 i 500 mA, a niektóre dodatkowo 10, 1000 mA oraz elektroniczne z indywidualnym ustawieniem znamionowego prądu różnicowego w zakresie od 10 do 1000 mA (VAR). We większości mierników sprawdzanie czasu zadziałania wyłączników odbywa się w trybie ręcznym lub au-

tomatycznym. Przyrządy umożliwiają przeprowadzenie testu przy połowie znamionowego prądu różnicowego (wówczas wyłącznik nie powinien zadziałać), prądem znamionowym fazą narastającą i opadającą lub jego pięciokrotną wartością. Dodatkowo niektóre urządzenia wyposażono w pomiar dwukrotną wartością znamionowego prądu różnicowego. W trybie automatycznym mierniki sekwencyjnie uruchamiają kolejne próby. Zawsze podczas pomiaru czasu zadziałania wyłącznika różnicowoprądowego kontrolowane są również inne parametry układu. Mierzona jest impedancja pętli utworzonej z przewodów fazowego i ochronnego. Na tej podstawie obliczane jest tzw. napięcie kontaktowe będące iloczynem impedancji pętli (przewód fazowy - przewód ochronny) i znamionowej wartości prądu różnicowego wyłącznika. Jego wartość jest zawsze wyższa od napięcia dotykowego. Jeżeli okaże się, że napięcie kontaktowe przekracza wymagany poziom napięcia dotykowego dopuszczalnego długotrwale, procedura pomiaru zostaje wstrzymana, a osoba wykonująca pomiar o tym poinformowana. W zakresie pomiaru parametrów wyłączników różnicowoprądowych wszystkie opisane przyrządy spełniają wymagania normy PN-EN61557-6 dotyczącej bezpieczeństwa elektrycznego urządzeń pomiarowych.

Pomiar impedancji pętli zwarciowej

Przyrządy mierzą impedancję pętli zwarciowej metodą spadku napięcia, zgodnie z normą PN-IEC60364. Metoda ta polega na wprowadzeniu określonej rezystancji w badany obwód obejmujący np. przewód fazowy i przewód ochronny. W wyniku wykonanego zwarcia powstaje



Rys. 10. Miernik Macro Test 5035



Rys. 11. Miernik Genius 5080E



Rys. 12. Miernik GSC53



Rys. 13. Miernik GSC57

spadek napięcia na oporach pętli. Na podstawie wartości tego spadku oraz prądu pomiarowego wyznaczana jest wartość impedancji pętli. Opisane w artykule przyrządy umożliwiają pomiar impedancji zarówno dużym jak i małym prądem w obecności wyłączników różnicowoprądowych.

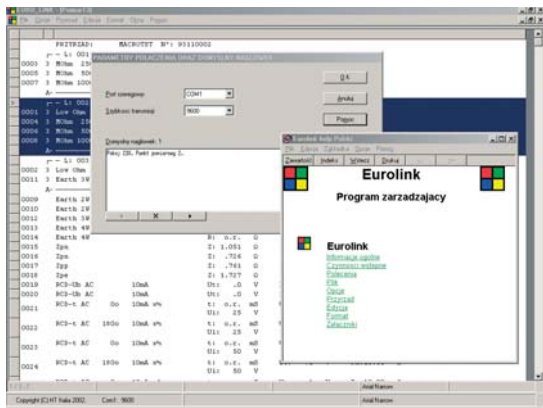
Jeżeli prąd pomiarowy jest duży, wówczas odpowiedź układu zasilania jest na tyle duża, że przyrząd bez problemu wyodrębnia właściwy sygnał napięciowy. Amplituda tego sygnału znacznie przewyższa poziom szumu i w konsekwencji osiągamy wysoką dokładność pomiaru w szerokim zakresie impedancji. Z zupełnie inną sytuacją mamy do czynienia wówczas, kiedy układ pomiarowy nakłada dodatkowe ograniczenia, np. podczas sprawdzania impedancji pętli przewód fazowy - przewód ochronny w instalacji chronionej wyłącznikami różnicowoprądowymi. Wprowadzana rezystancja nie może wówczas powodować wyzwolenia zabezpieczenia.

Dla wyłącznika różnicowoprądowego o prądzie znamionowym 30 mA oznacza to ograniczenie maksymalnej wartości prądu pomiarowego do 15 mA (sprawny wyłącznik RCD nie powinien zadziałać przy połowie prądu znamionowego). Odpowiedź ze strony „szytywnej” sieci, obciążonej tak małym prądem jest bardzo mała. Wartość spadku napięcia (będąca wynikiem wprowadzonej rezystancji) jest zbliżona do amplitudy obecnych w instalacji zakłóceń. Cała trudność polega na zastosowaniu takiej technologii pomiaru, która wyodrębni właściwy sygnał z szumu i zapewni powtarzalność, a przede wszystkim dokładność pomiaru w szerokim zakresie impedancji.

W tym przypadku najlepszą rozdzielczość badania oferują przyrządy firmy Megger, a rozwiązanie zastosowane w przyrządach LCB 2500PL oraz MFT 1502 gwarantuje rozdzielczość i zakres pomiarowy zbliżone do badania wykonanego dużym prądem.

Przyrząd LCB 2500PL charakteryzuje się również innymi wyjątkowymi możliwościami. Pozwala wyodrębnić impedancje poszczególnych przewodów – fazowego L, neutralnego N oraz ochronnego PE. W ten sposób użytkownik, w przypadku niewłaściwej impedancji pętli, dysponuje narzędziem umożliwiającym bardziej precyzyjną lokalizację miejsca uszkodzenia. Ponadto przyrząd LCB 2500PL umożliwia pomiar pętli przewodów fazowy – przewód ochronny na odcinku od tablicy rozdzielczej.

Dzięki temu podczas pomiaru impedancji pętli zwarciowej jednocześnie sprawdzana jest ciągłość przewodu ochronnego w danej instalacji. W zakresie pomiaru impedancji pętli zwarciowej wszystkie opisane przyrządy spełniają wymagania normy PN-EN61557-3 dotyczącej bezpieczeństwa elektrycznego urządzeń pomiarowych.



Rys. 14. Ekran programu Eurolink2000 firmy T Italia do tworzenia protokołów

Pomiar rezystancji uziemienia i rezystywności gruntu

Przyrządy mierzą rezystancję uziemienia prądem przemiennym, metodą techniczną, zgodnie z normą PN-IEC60364. Urządzenia firmy HT Italia mierzą zarówno rezystancję uziemienia jak i rezystywność gruntu korzystając z zasilania bateryjnego. Przyrząd firmy Megger mierzy wyłącznie rezystancję uziemienia, ale energię podczas wykonywania pomiaru czerpie z sieci.

Z rodzajem źródła zasilania związane są wartości prądów pomiarowych. Podobnie jak przy pomiarach pętli zwarciowej, lepszą dokładność pomiaru uzyskuje się przy większym prądzie próby. W przypadku mierników korzystających z własnego źródła zasilania sygnał pomiarowy ma częstotliwość odległą od harmonicznych sieci po to, aby maksymalnie ograniczyć wpływ prądów błądzących w gruncie na wynik badania.

Wszystkie przyrządy wyposażono w automatyczną blokadę pomiaru w obecności takiego poziomu napięcia zewnętrznego, przy którym podane w instrukcji obsługi dokładności pomiaru nie mogą być speł-

nione. Niektóre urządzenia wykonują badanie metodą wielokrotną, podczas której automatycznie obliczana jest wartość średnia z serii pomiarów. Na wyświetlaczu oprócz wyniku ostatniego badania pojawia się wówczas wskazanie wartości średniej oraz liczba pomiarów, na podstawie których została obliczona wartość średnia.

Mierniki przed wykonaniem badania sprawdzają 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 urządzeń pojawia się stosowna informacja. W zakresie pomiaru rezystancji uziemienia wszystkie opisane przyrządy spełniają wymagania normy PN-EN61557-5 dotyczącej bezpieczeństwa elektrycznego urządzeń pomiarowych.

Dodatkowe możliwości pomiarowe

W szerokiej ofercie sprzętu pomiarowego znajdują się również takie mierniki, których możliwości funkcjonalne znacznie wykraczają poza potrzeby związane ze sprawdzaniem bezpieczeństwa instalacji elektrycznych niskiego napięcia. Tego typu urządzenia, współpracując z odpowiednimi przestawkami, umożliwiają pomiar oraz rejestrację w czasie rzeczywistym temperatury, wilgotności względnej, natężenia oświetlenia, natężenia dźwięku, prędkości przepływu powietrza oraz prądu upływowego. Znajomość prądu upływowego jest szczególnie istotna podczas pomiaru impedancji pętli przewodów fazowy-

przewód ochronny instalacji elektrycznej małym (15 mA) prądem. Operator zawsze bezpośrednio przed tym pomiarem powinien upewnić się, że upływność w instalacji jest bliska zeru, gdyż prąd płynący w przewodzie ochronnym sumując się z prądem pomiarowym może powodować wyzwolenie 30 mA wyłącznika różnicowoprądowego. Wszystkie opisane w artykule kombajny pomiarowe, a więc GSC 57, GSC 53 oraz Genius 5080E spełniają ponadto wymagania normy PN-EN50160 w zakresie pomiaru i metody rejestracji wszystkich tych parametrów, które wymieniono w obowiązujących przepisach dotyczących jakości przesyłanej energii.

Mierniki jednocześnie rejestrują do 64 parametrów sieci trójfazowej (GSC 57, GSC 53) lub jednofazowej (GSC 57, GSC 53, Genius 5080E), w tym m.in. wartości skuteczne napięć i prądów przemiennych o przebiegach odkształconych (tzw. true rms), moce i energie pozorne, czynne, bierne o charakterze pojemnościowym i indukcyjnym, $\cos\phi$, współczynniki mocy, całkowite współczynniki zniekształceń harmonicznych napięcia i prądu, procentowe zawartości poszczególnych harmonicznych w sygnale (do 50 włącznie). Urządzenia mogą pracować w jednym z trzech trybów: miernik, oscyloskop oraz analizator harmonicznych.

W trybie pracy „miernik” w czasie rzeczywistym wyświetlane są podstawowe parametry elektryczne systemu (do wyboru napięcie, prąd, moc czynna, bierna i pozorna, współczynnik całkowitych zniekształceń harmonicznych, zawartość poszczególnych harmonicznych, częstotliwość) oraz jednocześnie rejestrowane są wybrane przez operatora parametry systemu.

W trybie pracy „oscyloskop” operator obserwuje w czasie rzeczywistym kształt przebiegu napięcia i/lub prądu w wybranej fazie rejestrując jednocześnie wybrane parametry elektryczne systemu. Funkcja ta pozwala w sposób zgrubny, na bieżąco, analizować zmiany w kształcie sygnału oraz obserwować przesunięcie fazowe. W trybie pracy „analizator harmonicznych” wyświetlana jest zawartość poszczególnych harmonicznych w sygnale podczas pomiaru napięcia lub prądu oraz rejestrowane wybrane parametry elektryczne systemu.

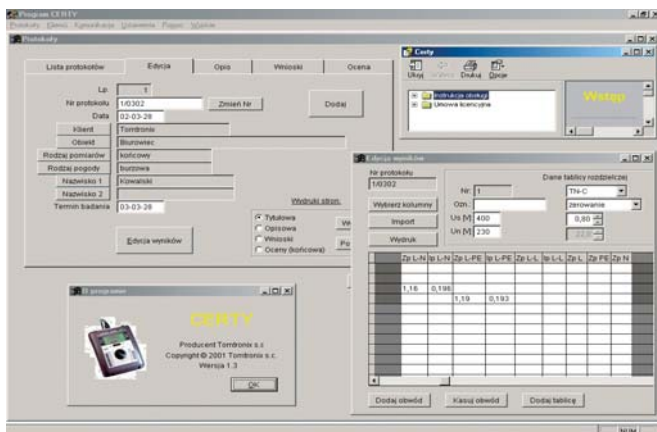
Mierniki przeprowadzają szybką analizę Fouriera (FFT), a na ekranie w czasie rzeczywistym wyświetlany jest histogram (wykres słupkowy) informujący o procentowej zawartości poszczególnych harmo-

R E K L A M A

Profesjonalna aparatura pomiarowa
najlepszych producentów z UE i USA dla
energetyki oraz elektro-instalatorów

TOMTRONIX

Dystrybutor firmy Megger® oraz HT Italia®
Aleja Piłsudskiego 135, 92-318 Łódź
Tel. (42) 676-06-33 Tel./Fax. (42) 674-74-55
www.tomtronix.com.pl
tomtronix@tomtronix.com.pl



Rys.15 Ekran programu Certy firmy Tomtronix do tworzenia protokołów nicznych w sygnale. Jeżeli jednocześnie do wejść przyrządów doprowadzone jest napięcie i prąd wówczas na ekranie mogą pojawić się ujemne wartości harmonicznych. Oznacza to, że napięcie zawiera składowe generowane przez obciążenie.

Jedną z funkcji rejestratora parametrów systemów elektrycznych, spotykaną w samodzielnych urządzeniach, jest rejestracja anomalii napięciowych. Użytkownik uruchamia tę funkcję rejestrując równocześnie wybrane parametry elektryczne systemu. W pierwszej kolejności ustalane są wartości progowe napięcia. Przyrządy jako anomalia rozpoznają wszystkie te zjawiska, podczas których wartość skuteczna napięcia wykracza poza ustalone wartości progowe przez okres dłuższy niż 10 ms. Dla każdego zdarzenia mierniki podają informację o kierunku zmiany (przebiecie lub spadek), datę, czas rozpoczęcia, czas trwania zjawiska z rozdzielczością do jednej setnej sekundy oraz minimalną lub maksymalną wartość napięcia. Przyrząd GSC 57 może również sprawdzać ciągłość połączeń wyrównawczych i przewodów ochronnych urządzeń elektrycznych wszędzie tam, gdzie wymagana jest duża (10 A) wartość prądu pomiarowego.

Miernik wykonuje pomiar w jednym z dwóch trybów pracy. W pierwszym trybie pracy mierzona jest rezystancja przewodu ochronnego zgodnie z wymaganiami normy PN-EN60439-1 „Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe”, w drugim mierzony jest spadek napięcia i rezystancja przewodu ochronnego zgodnie z wymaganiami normy PN-EN60204-1 „Bezpieczeństwo maszyn – wyposażenie elektryczne maszyn”. Pomiar przeprowadzany jest metodą techniczną, czteroprzewodową.

Większość przyrządów została wyposażona w nieulotną pamięć pomiarów, interfejs optyczny RS232 oraz oprogramowanie w języku polskim obsługujące transmisję do PC. Każdy miernik standardowo wyposażony jest w indywidualne świadectwo sprawdzenia producenta, wykonane przez laboratorium pracujące w systemie ISO9001.

Tomasz Koczorowicz
Autor jest.....

KONTAKT

Tomtronix

