

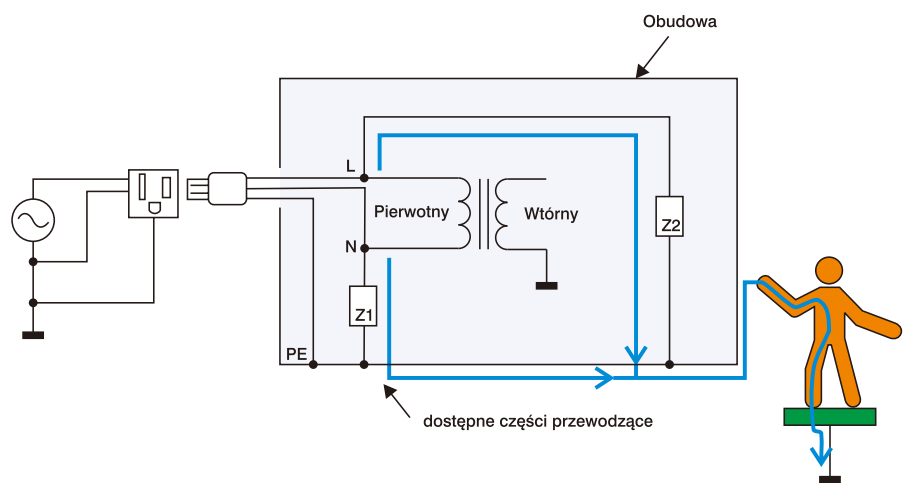
# Testy bezpieczeństwa elektrycznego

## Cztery testy określające bezpieczeństwo urządzeń

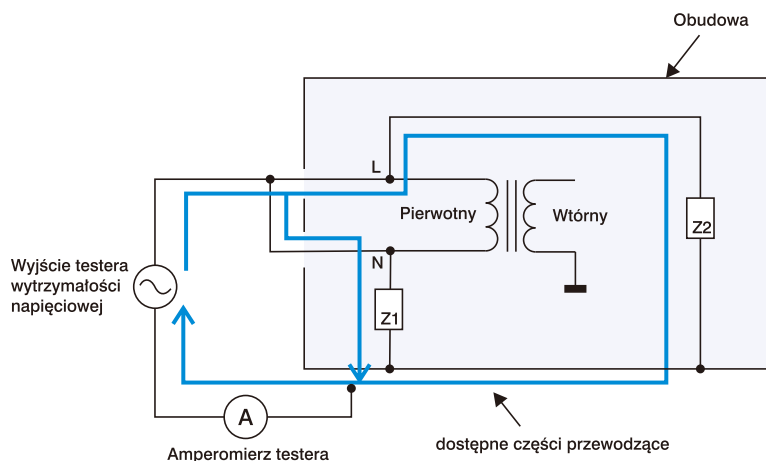


Urządzenia elektryczne i elektroniczne powinny charakteryzować się odpowiednim bezpieczeństwem użytkownika. Wymagania na zabezpieczenia przed porażeniem oraz przeciwpożarowe określone są w normach krajowych i międzynarodowych. Aby sprawdzić, czy dane urządzenie spełnia normy bezpieczeństwa, należy przeprowadzić na nim odpowiednie testy. W artykule opisano cztery podstawowe testy sprawdzenia bezpieczeństwa urządzeń elektrycznych.

Urządzenia elektryczne i elektroniczne są zbudowane z wielu podzespołów i części. W większości przypadków są to podzespoły, które można sklasyfikować ze względu na przewodnictwo prądu, czyli na takie które przewodzą prąd (przewodniki) lub nie (izolatory). W przypadku, gdy izolator osłaniający części, które są pod napięciem niebezpiecznym dla życia jest uszkodzony może nastąpić porażenie elektryczne operatora. Przegrzany, uszkodzony element izolacyjny stwarza ryzyko wystąpienia pożaru. Aby zapobiec takim przypadkom, należy kontrolować pod względem bezpieczeństwa urządzenia elektryczne. Bezpieczeństwo elektryczne urządzeń jest sprawdzane za pomocą testów:



Rys. 1. Ilustracja możliwości porażenia obsługującego urządzenie elektryczne



Rys. 2. Test wytrzymałości napięciowej

Tab. 1. Klasy bezpieczeństwa sprzętu

Klasa 0	Sprzęt, w którym ochrona przed porażeniem elektrycznym uzyskana jest wyłącznie poprzez podstawową izolację
Klasa 0I	Sprzęt, w którym ochrona przed porażeniem elektrycznym uzyskana jest poprzez podstawową izolację oraz dołączenie do zewnętrznego uziemienia. Sprzęt taki nie może być dołączony do gniazda zasilania z bolcem uziemienia (trzecia końcówka)
Klasa I	Ochrona w postaci podstawowej izolacji oraz poprzez zapewnienie dołączenie do przewodu ochronnego części, które mogą stanowić zagrożenie w przypadku awarii ochrony podstawowej
Klasa II	Sprzęt, w którym oprócz podstawowej ochrony przed porażeniem stosuje się dodatkowe stopnie ochrony, takie jak podwójna lub wzmocniona izolacja
Klasa III	Jest to sprzęt zasilany bardzo małym napięciem lub zasilany z obwodu SELV lub PELV

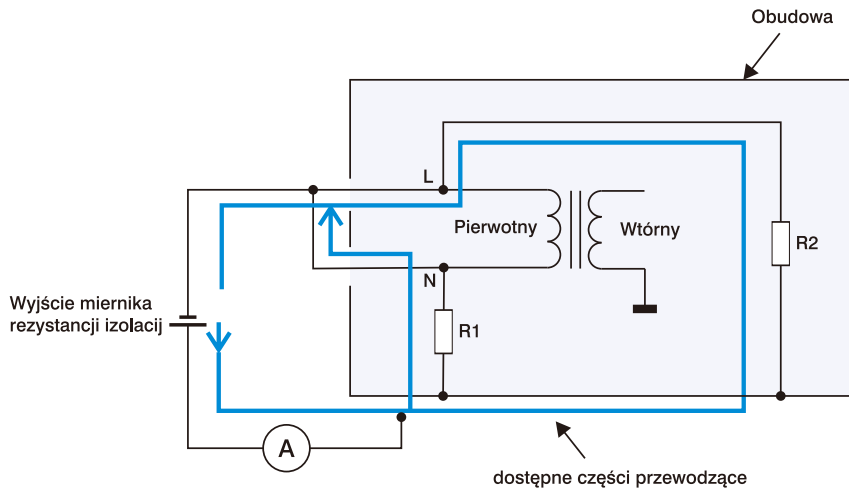
wytrzymałości napięciowej, rezystancji izolacji, prądów upływu i ciągłości uziemienia.

Przeprowadzenie tych czterech pomiarów jest wymagane przez normy bezpieczeństwa IEC i UL. Pomiary wytrzymałości napięciowej i ciągłości uziemienia są testami rutynowymi, które muszą być przeprowadzone dla każdego wyrobu. Testy te wykonuje się pomiędzy obwodem pierwotnym, a częściami urządzenia, które są dostępne dla użytkownika. Na rys. 1 przedstawiono możliwe rozpiływ prądu w urządzeniu zasilanym z sieci. W tym przypadku porażenie może nastąpić, gdy impedancje  $Z_1$  i  $Z_2$  mają zbyt małe wartości.

### Pomiar wytrzymałości napięciowej

Test wytrzymałości napięciowej jest przeprowadzany w celu ustalenia, czy izolowane od siebie części urządzenia elektrycznego mają odpowiednią wytrzymałość dielektryczną dla zadanego napięcia, tzn. przy tym napięciu nie następuje przebicie izolacji.

Pomiar wytrzymałości napięciowej polega na przyłożeniu na określony czas do badanego urządzenia (między izolowane elementy) napięcia, znacznie przekraczającego napięcie pracy i sprawdzeniu czy nastąpi przebicie izolacji. Jeżeli podczas testu prąd płynie przez izolację



Rys. 3. Pomiar rezystancji izolacji

R E K L A M A

# Zasilacze i obciążenia elektroniczne – zaawansowane rozwiązania



**Wielozakresowe zasilacze DC serii PWR**  
z pięcioma zakresami prądów i napięć w jednym urządzeniu



**Kompaktowe zasilacze AC serii PCR-M**  
z innowacyjną technologią inwerterów PWM



**Uniwersalne obciążenia elektroniczne DC serii PLZ-4W**  
do szybkich pomiarów (od 0V)



**Modularne obciążenia DC serii PLZ-U**  
efektywny system wielokanałowy

przekroczy dozwoloną wartość, to uznaje się, że nastąpiło przebicie izolacji. W przeciwnym wypadku przyjmuje się, że izolator ma właściwą wytrzymałość napięciową.

Schemat obwodu do badania wytrzymałości napięciowej przedstawiono na rys. 2. W teście jest wykonywany pomiar natężenia prądu płynącego przez impedancje zastępcze Z1 i Z2.

W typowej konfiguracji pomiarowej, do badanego urządzenia przykładane jest napięcie przemienne. W przypadku, gdy zastosowano filtr redukujący zakłócenia EMI w miejscach odpowiadających impedancji zastępczej Z1 lub Z2, a jego pojemność ma dużą wartość, to trudno jest rozróżnić prąd płynący przez filtr EMI od prądu powstałego przy przebiciu izolatora. W tym przypadku należy wykonać pomiar przy napięciu stałym o wartości równej wartości szczytowej napięcia przemiennego.

**Pomiar rezystancji izolacji**

Pomiar wytrzymałości napięciowej pozwala na wykrycie defektów izolatora poprzez sprawdzenie wystąpienie przebicia izolatora. Defekty izolacji mogą być także wykryte poprzez pomiar rezystancji izolacji.

Pomiary wykonywane są przy napięciu stałym 10- lub 15-krotnie wyższym od normalnego napięcia pracy. Rezystancja jest określana na podstawie natężenia prądu płynącego w obwodzie (rys. 3). Jeżeli rezystancja izolacji ma odpowiednią wartość, to przyjmuje się, że użytkownik jest w wystarczający sposób chroniony przed porażeniem elektrycznym.

Chociaż impedancja izolacji zawiera również składową reaktancyjną, to przy tym pomiarze jest ona pomijana. Z tego powodu pomiary rezystancji izolacji przeprowadzane są przy napięciu stałym.

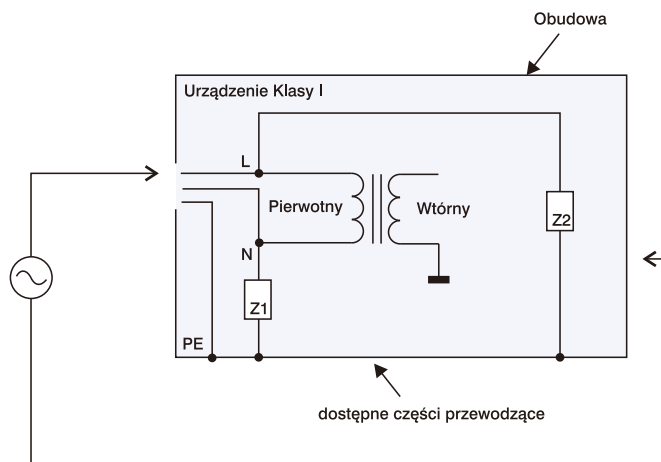
**Pomiar ciągłości uzimienia**

Ten pomiar weryfikuje integralność obwodu ochronnego składającego się w sprzęcie klasy I (tab. 1) z podstawowej izolacji elementów pod napięciem i uzimienia. Pomiary ciągłości uzimienia polegają na

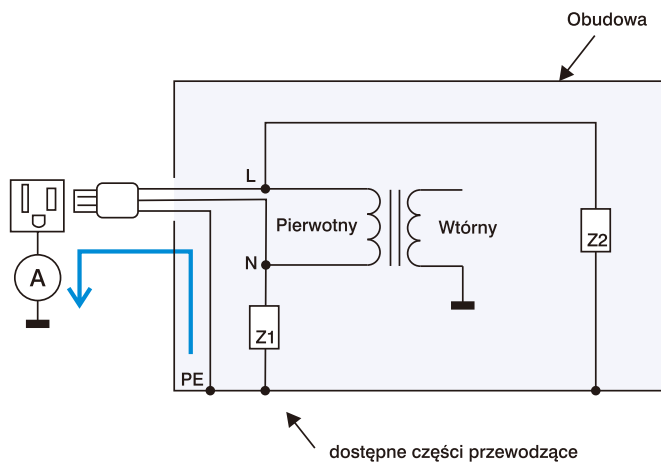
wymuszeniu prądu o natężeniu 10...60 A w czasie od 60 sekund do kilku minut (rys. 4). W tym teście rezystancja obwodu uzimienia jest określana na podstawie pomiaru spadku napięcia.

W wielu normach określa się maksymalną rezystancję uzimienia jako mniejszą lub równą 0,1 Ω (w niektórych maksymalny spadek napięcia na obwodzie uzimienia) oraz napięcie przy otwartym obwodzie jako równe lub mniejsze od 6...12 V.

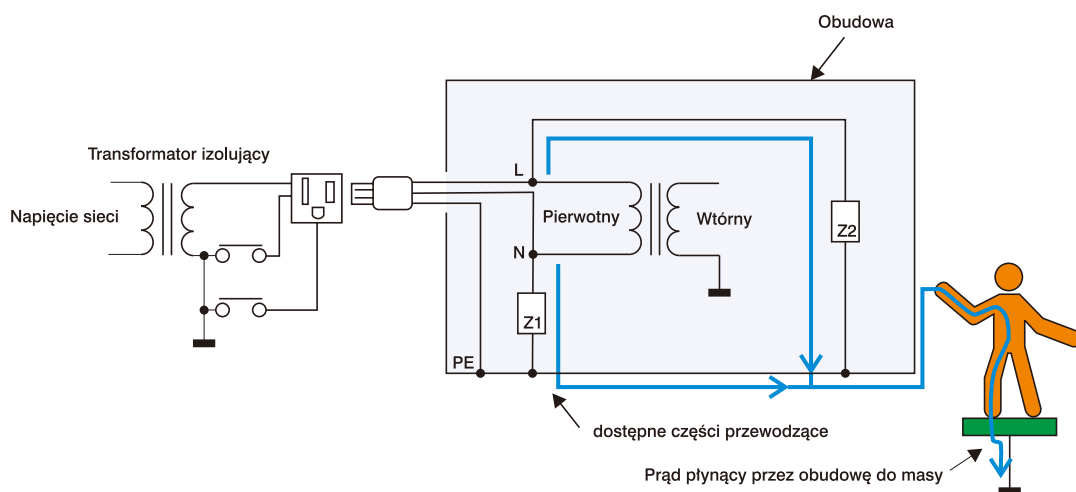
Jeżeli urządzenie przejdzie pomyślnie test ciągłości uzimienia, można przyjąć, że użytkownik jest wystarczająco chroniony przed po-



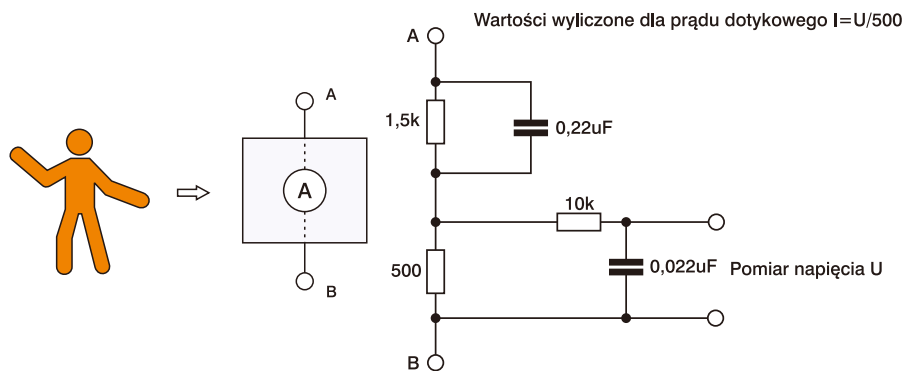
Rys. 4. Test ciągłości uzimienia



Rys. 5. Ilustracja wystąpienia prądu dotykowego



Rys. 6. Zastępcza impedancja ciała ludzkiego



Rys. 7. Obwód modelujący impedancję ciała ludzkiego

rażeniem elektrycznym, nawet jeśli izolacja pomiędzy obwodem pierwotnym, a nieosłoniętą częścią przewodzącą urządzenia ulegnie uszkodzeniu (wówczas prąd awaryjny będzie płynął przewodem PE do sieci). Przewód PE dołączony do dostępnych części przewodzących powinien mieć impedancję o małej wartości, w przeciwnym wypadku wzrasta ryzyko porażenia.

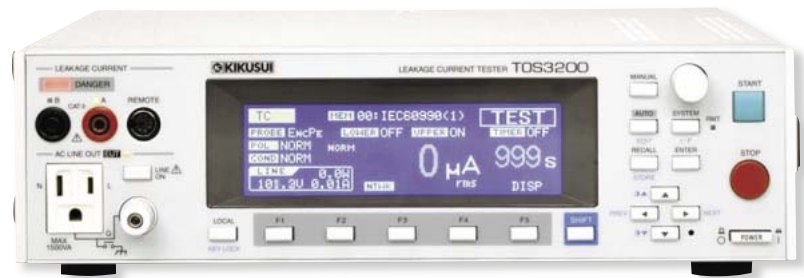
### Pomiar prądu upływu

Prądy dotykowy oraz prąd obwodu ochronnego zdefiniowane zostały w międzynarodowej normie IEC 60990. Terminy te zastępują wcześniejsze określenie prądu upływu. W zasadzie w większości testów jest mierzony prąd upływu. W testach wytrzymałości napięciowej i rezystancji izolacji mierzone jest natężenie prądu płynącego przez izolację. W teście prądu dotykowego mierzy się prąd upływu płynący przez zastępczą impedancję ciała ludzkiego, a w teście prądu w obwodzie ochronnym prąd płynący przez przewód uziemiający.

Jak wspomniano, prąd dotykowy jest prądem płynącym przez ciało ludzkie (rys. 5), które

ma styczność z urządzeniem elektrycznym (dostępnymi częściami przewodzącymi). Wymagane jest, aby prąd ten nie przekraczał zaleceń norm bezpieczeństwa elektrycznego.

Pomiar prądu dotykowego przez człowieka mógłby być niebezpieczny dla jego zdrowia lub życia. Dlatego stosuje się zastępczą impedancję ciała ludzkiego (rys. 6). W teście mierzony jest prąd płynący przez obwód modelujący impedancję ciała ludzkiego (rys. 7). W niektórych przypadkach mierzony jest również prąd płynący między obudową a siecią zasilającą lub między obudową urządzenia badanego i obudową innego urządzenia.



### Podsumowanie

Testy bezpieczeństwa elektrycznego pozwalają wyeliminować z eksploatacji urządzenia, w których występuje ryzyko porażenia elektrycznego lub wystąpienie pożaru.

Pomiary bezpieczeństwa elektrycznego mogą być wykonywane przy użyciu specjalistycznych urządzeń pomiarowych, na przykład takie opisywane w EP12/2008. Testery bezpieczeństwa automatyzują proces pomiarowy, dzięki czemu mogą być wykorzystywane na linii produkcyjnej.

Maciej Gołaszewski, EP  
 maciej.golaszewski@ep.com.pl

R E K L A M A

# Śpij spokojnie

Ileż to razy zdarzyło się nam zasnąć podczas oglądania telewizji. Szkoda jest podwójna – niezdrowy jest sen, któremu towarzyszy dźwięk i rozbłyski z telewizora i marnuje się energia elektryczna.

Na ostatnim Consumer Electronics Show (styczeń 2009, Las Vegas) firma Sony zademonstrowała telewizor wyposażony w gadżet wyłączający odbiornik, gdy telewizz zaśnie. Idea jest bardzo prosta – czujnik ruchu cały czas monitoruje sytuację w pomieszczeniu i gdy przez jakiś czas stwierdza bezruch – wyłącza telewizor.

Zapraszamy Czytelników do opracowania projektu urządzenia realizującego identyczną funkcję – wyłączenie telewizora, gdy telewizz zaśnie. Można wykorzystać ideę Sony lub zaproponować inne rozwiązanie. Najciekawsze projekty opublikujemy na łamach EP (honorarium 250 zł/stronę).

Redakcja EP

