

**WYKONYWANIE ODBIORCZYCH I OKRESOWYCH  
POMIARÓW OCHRONNYCH  
W INSTALACJACH ELEKTRYCZNYCH  
O NAPIĘCIU ZNAMIONOWYM DO 1 KV**

mgr inż. Fryderyk Łasak  
Zakład Badań Elektrycznych "El-Fred"  
31-621 Kraków oś. Bohaterów Września 61A/23  
tel/fax 0-12-6811541 kom 0-503 750306

## SPIS TREŚCI

1. WSTĘP .....	3
2. DOKŁADNOŚĆ WYKONYWANIA POMIARÓW .....	5
2.1 Klasa i zakres użytych przyrządów pomiarowych .....	5
2.2 Dobór właściwej metody pomiarów .....	5
2.3. Zasady wykonywania pomiarów .....	5
2.4. Okresowe sprawdzanie przyrządów pomiarowych .....	6
3. ZAKRES WYKONYWANIA POMIARÓW ODBIORCZYCH .....	6
3.1. Oględziny .....	6
3.2. Próby .....	6
4. Częstość wykonywania okresowych pomiarów i badań .....	7
4.1. Zakres okresowego sprawdzania i prób .....	8
5. DOKUMENTACJA WYKONYWANYCH PRAC POMIAROWO-KONTROLNYCH .....	8
6. WYKONYWANIE POSZCZEGÓLNYCH RODZAJÓW PRÓB: .....	9
6.1. Ciągłość przewodów ochronnych i połączeń wyrównawczych oraz pomiar rezystancji przewodów ochronnych .....	9
6.2. Pomiar rezystancji izolacji .....	10
6.2.1. Wykonywanie pomiarów rezystancji izolacji .....	10
6.2.2. Pomiar rezystancji izolacji uzwojeń transformatora: .....	11
6.2.3. Pomiar rezystancji izolacji kabla: .....	12
6.3. Sprawdzenie ochrony przez oddzielenie obwodów .....	13
6.4. Próba wytrzymałości elektrycznej .....	13
6.5. Rezystancja podłogi i ścian .....	13
7. SAMOCZYNNNE WYŁĄCZENIE ZASILANIA W SIECI TN .....	14
7.1. Pomiar metoda techniczną .....	14
7.3. Pomiar impedancji pętli zwarcia przy zastosowaniu oddzielnego zasilania .....	15
7.4. Skuteczność ochrony przeciwporażeniowej w układzie TT .....	15
7.5. Skuteczność ochrony w układzie IT .....	16
7.6. Sprawdzanie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej w obwodach z elementami energoelektronicznymi .....	16
7.6.1. Ochrona przez zastosowanie samoczynnego wyłączenia zasilania .....	16
7.6.2. Ochrona przy użyciu połączeń wyrównawczych .....	17
7.6.3. Sprawdzanie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej .....	18
7.7. Mierniki do sprawdzania zabezpieczeń nadmiarowo-prądowych .....	18
7.7. Błędy popełniane przy pomiarze impedancji pętli zwarcia .....	19
8. WYKONYWANIE POMIARÓW W INSTALACJACH Z WYŁĄCZNIKAMI RÓŻNICOWOPRĄDOWYMI ..	20
8.1. Metody sprawdzania skuteczności ochrony przeciwporażeniowej w obwodach zabezpieczonych wyłącznikami ochronnymi różnicowoprądowymi .....	21
8.2. Sprawdzanie wyłączników ochronnych różnicowoprądowych testerem .....	21
8.3. Sprawdzanie wyłączników ochronnych różnicowoprądowych przyrządami mikroprocesorowymi ..	22
8.4. Częstość wykonywania badań okresowych na placach budowy .....	24
9. POMIAR REZYSTANCJI UZIEMIENIA UZIOMU .....	24
9.1. Rezystancja uziomów pomocniczych .....	26
9.2. Czynniki wpływające na jakość uziomu .....	27
9.3. Pomiar rezystywności gruntu .....	27
9.4. Pomiar rezystancji uziemień piorunochronnych miernikiem udarowym .....	28
10. POMIAR PRĄDÓW UPŁYWU .....	28
11. Kontrola elektronarzędzi; .....	29
12. BADANIA SPAWAREK .....	29
13. BADANIA SPRZĘTU OCHRONNEGO .....	29
PROTOKÓŁ NR /2003 .....	32
15. NORMY I PRZEPISY ZWIĄZANE .....	42
16. LITERATURA .....	43

## 1. Wstęp

W latach 90-tych nastąpiły zmiany w zasadach budowy instalacji elektrycznych w obiektach budowlanych i zmieniły się zasady ochrony od porażenia prądem elektrycznym. Zmiany wprowadziło nowe Prawo Budowlane [15.9], Warunki Techniczne jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [15.11] oraz w przepisy dotyczące ochrony przeciwporażeniowej (wieloarkuszowa PN/E-05009 obecnie PN-IEC 60364) [15.1] Spowodowało to zmiany w wymaganiach dotyczących wykonywania pomiarów odbiorczych pomontażowych i okresowych pomiarów ochronnych dla oceny stanu ochrony przeciwporażeniowej w eksploatowanych urządzeniach elektrycznych o napięciu znamionowym do 1 kV.

Nowe przepisy ochrony przeciwporażeniowej wprowadziły zasadę: najpierw chronić, potem zasilać. Z tej zasady wynika kilka wymagań, których przestrzeganie znakomicie zwiększa bezpieczeństwo użytkowania urządzeń elektrycznych nawet w mało bezpiecznym systemie sieci TN-C.

Należą do nich: sposób przyłączania przewodu ochronno-neutralnego do obudowy urządzeń I klasy ochronności, sposób przyłączania przewodów fazowego i ochronno-neutralnego w gniazdach wtyczkowych, w gniazdach bezpiecznikowych i w oprawach żarówkowych. Przepisy te podają też prawidłowy sposób podłączania przewodów w gniazdach wtyczkowych, co jest szczególnie ważne w sieciach komputerowych aby nie eliminować filtrów przeciwzakłóceń lub nie podawać napięcia na obudowę urządzeń

Wykonując pomiary elektryczne uzyskujemy informacje o stanie technicznym urządzeń z którymi mamy do czynienia. Dobry stan techniczny eksploatowanych urządzeń, czy też dopiero zmontowanych i przekazywanych do eksploatacji, jest gwarancją bezawaryjnej i bezpiecznej pracy tych urządzeń.

Ogólnie pomiary dzielimy na trzy grupy:

- I. - pomiary wykonywane na urządzeniach elektrycznych u wytwórcy, dla sprawdzenia, że wykonane urządzenie jest w pełni sprawne i spełnia wymagania określonych norm lub aprobat technicznych. Karta kontroli technicznej jest podstawą udzielenia gwarancji na dane urządzenie.
- II. - pomiary na urządzeniach elektrycznych zamontowanych w obiekcie przed przekazaniem do eksploatacji. Od tych pomiarów oczekujemy odpowiedzi czy:
  - urządzenia zostały prawidłowo dobrane, zamontowane zgodnie z dokumentacją, są nie uszkodzone, właściwie wykonano nastawy zabezpieczeń, sprawdzona została funkcjonalność działania, sygnalizacja działa poprawnie i spełniono wszystkie warunki aby obwody elektryczne w całości mogły spełniać stawiane im dokumentacją techniczną wymagania i mogły być bezpiecznie eksploatowane. Efektem pomiarów powinny być protokoły pomontażowe.
- III. - pomiary w okresie eksploatacji urządzeń aby uzyskać odpowiedź jaki jest aktualny stan techniczny urządzeń pod względem niezawodności i bezpieczeństwa pracy, czy nie uległ on pogorszeniu i nie stwarza zagrożenia porażeniowego. Wyniki tych pomiarów mają być podstawą do podjęcia decyzji o dalszej eksploatacji lub dokonaniu odpowiednich napraw, wymian czy remontów generalnych.

Pomiary zawsze powinny być wykonywane poprawnie, aby wyciągane wnioski były właściwe.

Przed wykonywaniem pomiarów elektrycznych powinniśmy odpowiedzieć na pytania:

1. kto może wykonywać pomiary związane z ochroną życia, zdrowia, mienia i ochroną środowiska;
2. czym należy wykonywać powyższe pomiary;
3. w jaki sposób należy je wykonywać - aby uzyskany wynik był poprawny.

**Ad. 1** - pomiary elektryczne z racji swojego charakteru i sposobu wykonywania (urządzenia pod napięciem) niosą zagrożenia zarówno dla osób wykonujących te pomiary, jak i dla osób postronnych. Zgodnie z Zarządzeniem Ministra Gospodarki [15.18] prace przy wykonywaniu prób i pomiarów zaliczane są do prac w warunkach szczególnego zagrożenia dla zdrowia i życia ludzkiego. Dlatego osoby wykonujące pomiary powinny posiadać odpowiednie wykształcenie techniczne, doświadczenie eksploatacyjne oraz posiadać aktualne zaświadczenia kwalifikacyjne, upoważniające do wykonywania pomiarów jako uprawnienia w zakresie kontrolno-pomiarowym.

Ustawa "Prawo Energetyczne" [15.10] postanawia, że osoby zajmujące się eksploatacją sieci oraz urządzeń i instalacji obowiązane są posiadać kwalifikacje potwierdzone świadectwem wydanym przez komisje kwalifikacyjne. Komisje kwalifikacyjne zostały powołane przez Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki (URE) oraz właściwych Ministrów wymienionych w "Prawie Energetycznym". W tej sprawie obowiązuje Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z. 28 kwietnia 2003r. [15.14] w sprawie szczegółowych zasad stwierdzania posiadania kwalifikacji przez osoby zajmujące się eksploatacją urządzeń instalacji i sieci." Rozporządzenie to wprowadziło następujące zmiany:

1. zniknął brak wymagania potwierdzenia posiadania kwalifikacji przy eksploatacji w zakresie obsługi urządzeń i instalacji w gospodarstwach domowych i rolnych a § 4.1. brzmi „Nie wymaga się potwierdzenia posiadania kwalifikacji w zakresie obsługi urządzeń i instalacji u użytkowników eksploatujących urządzenia elektryczne o napięciu nie wyższym niż 1 kV i mocy znamionowej nie wyższej niż 20 kW, jeżeli w dokumentacji urządzenia określono zasady jego obsługi”.
2. W załączniku nr 1, grupa 1. posiadanie kwalifikacji wymagane jest dla zespołów prądotwórczych o mocy powyżej 50 kW, poprzednio wymagano „łącznie od 20 kW wzwyż”.
3. Nie wymaga się powtarzania sprawdzania spełniania wymagań kwalifikacyjnych na podstawie egzaminu co 5 lat. W związku z tym rozporządzenie zawiera nowy wzór świadectwa kwalifikacyjnego jako załącznik nr 2.

**Ad. 2.** Obecnie całokształt spraw związanych z metrologią i wymaganiami dotyczącymi przyrządów pomiarowych reguluje obowiązująca od 1 I 2003r. nowa ustawa p.t. “Prawo o miarach” z dnia 11 maja 2001 r. [13.6], która stanowi, że przyrządy pomiarowe podlegają kontroli metrologicznej GUM, w formie:

1. - zatwierdzenia typu,
2. – legalizacji pierwotnej
3. – legalizacji ponownej.

2.1. Legalizacja pierwotna jest sprawdzeniem, stwierdzeniem i poświadczeniem przez organ administracji miar, że przyrząd pomiarowy spełnia wymagania w przepisów metrologicznych i może być stosowany w obrocie publicznym do wyznaczania ilości albo jakości rzeczy lub usług w celu uzyskania prawidłowej postawy do rozliczeń. Obecnie zgodnie z decyzją Prezesa Głównego Urzędu Miar (Zarządzenie nr 29 z 29 06 1999 r. - Dziennik Urzędowy Miar i Probiernictwa nr 4/99) [15.8] legalizacji (jako przyrządy elektryczne) podlegają:

- a) - użytkowe liczniki energii elektryczne prądu przemiennego,
- b) - przekładniki prądowe i napięciowe do współpracy z licznikami,

2.2. Uwierzytelnienie (obecnie legalizacja ponowna) przyrządu jest sprawdzeniem, stwierdzeniem i poświadczeniem, że przyrząd pomiarowy spełnia wymagania ustalone w przepisach, normach, zaleceniach międzynarodowych lub innych właściwych dokumentach, a jego wskazania zostały odniesione do wzorców państwowych i są z nimi zgodne w granicach określonych błędów pomiarowych. Obowiązki uwierzytelnienia podlegają, określone przez Prezesa Głównego Urzędu Miar (Zarządzenie nr 158 z 18 10 1996 r.) [15.8], mierniki natężenia pola elektrycznego i magnetycznego w zakresie częstotliwości radiowych mające znaczenie dla bezpieczeństwa życia, ochrony zdrowia i ochrony środowiska.

Przyrządy pomiarowe podlegające legalizacji lub obowiązkowi uwierzytelnienia nie mogą być wprowadzone do sprzedaży lub użytkowania przez wytwórcę lub sprzedawcę bez ważnych dowodów legalizacji albo uwierzytelnienia.

Obowiązek przedstawienia do legalizacji lub uwierzytelnienia ciąży także na użytkowniku oraz na wykonawcy naprawy przyrządu pomiarowego.

2.3. Obowiązki zatwierdzenia typu podlegają przyrządy do pomiaru wielkości elektrycznych i magnetycznych produkowane w kraju lub sprowadzane z zagranicy, wyszczególnione w Zarządzeniu nr 30 Prezesa Głównego Urzędu Miar z 29 06 1999 r. [15.8.]

W Zarządzeniu wyszczególnione są następujące przyrządy:

1. Mierniki napięcia prądu, mocy, oporu i przesunięcia fazowego.
2. Mierniki uniwersalne i multimetry.
3. Użytkowe liczniki energii elektrycznej prądu przemiennego.
4. Przekładniki prądowe i napięciowe do współpracy z licznikami.
5. Mierniki natężenia pola elektrycznego i magnetycznego w zakresie częstotliwości radiowych.

**Ad. 3.** Przy wykonywaniu pomiarów należy zwrócić uwagę na warunki mogące mieć istotny wpływ na dokładność pomiaru, mieć świadomość popełnianych błędów i właściwie interpretować uzyskane wyniki.

## 2. Dokładność wykonywania pomiarów

Dokładność wykonywania pomiarów zależy od klasy dokładności użytych przyrządów, doboru właściwej metody wykonywania pomiarów i uwzględnienia uwarunkowań wynikających ze specyfiki badanego obiektu i jego parametrów. Należy dążyć do wykonywania pomiarów z możliwie dużą dokładnością, z uchybem pomiaru do 20 %.

Dokładność pomiaru zależy od zakresu użytego przyrządu pomiarowego i aby była jak największa odczytu należy dokonywać na takim zakresie aby wskazanie przyrządu wynosiło co najmniej 3/4 zakresu pomiarowego. Przy pomiarze napięcia 10 V woltomierzem o klasie dokładności 2,5%:

- na zakresie 100 V popełniany błąd może wynieść 2,5 V co powoduje uchyb 25%
- na zakresie 50 V popełniany błąd może wynieść 1,25 V co powoduje uchyb 12,5%
- na zakresie 10 V popełniany błąd może wynieść 0,25 V co powoduje uchyb 2,5% zgodny z klasą dokładności przyrządu.

### 2.1 Klasa i zakres użytych przyrządów pomiarowych

Klasa dokładności przyrządu pomiarowego jest to maksymalny błąd bezwzględny popełniany w dowolnym miejscu skali, obliczony jako błąd procentowy w stosunku do pełnego zakresu pomiarowego, zaokrąglony do jednej z siedmiu znormalizowanych klas: 0,1; 0,2; 0,5; 1; 1,5; 2,5 i 5.

$$\delta_m = \frac{\Delta_m}{W_{\max}} \cdot 100 \% = \frac{W_m - W_{rz}}{W_{\max}} \cdot 100 \% \quad [1]$$

gdzie:  $\delta_m$  - uchyb względy przyrządu,  $\Delta_m$  - błąd bezwzględny,  $W_m$  - wartość mierzona,  $W_{rz}$  - wartość rzeczywista,  $W_{\max}$  - aktualny zakres pomiarowy.

Dla przyrządów z zerem pośrodku skali  $W_{\max}$  jest sumą wartości bezwzględnych lewej i prawej strony skali.

### 2.2 Dobór właściwej metody pomiarów

Zastosowana metoda wykonywania pomiarów powinna być metodą najprostszą, zapewniającą osiągnięcie wymaganej dokładności pomiarów. Wybór metody pomiarów wynika ze znajomości obiektów mierzonych i rozpoznania dokumentacji technicznej obiektu. Sposób przeprowadzania badań okresowych musi zapewniać wiarygodność ich przeprowadzenia (wzorce, metodyka, kwalifikacje wykonawców, protokoły). Zastosowanie nieprawidłowej lub mało dokładnej metody i niewłaściwych przyrządów pomiarowych może być przyczyną zagrożenia, w następstwie dopuszczenia do użytkowania urządzeń które nie spełniają warunków skutecznej ochrony przeciwporażeniowej.

### 2.3. Zasady wykonywania pomiarów

Przy wykonywaniu wszystkich pomiarów odbiorczych i eksploatacyjnych należy przestrzegać następujących zasad:

- Pomiary powinny być wykonywane w warunkach identycznych lub zbliżonych do warunków normalnej pracy podczas eksploatacji urządzeń czy instalacji,
- Przed przystąpieniem do pomiarów należy sprawdzić prawidłowość funkcjonowania przyrządów (kontrola, próba itp.),
- Przed rozpoczęciem pomiarów należy dokonać oględzin badanego obiektu dla stwierdzenia jego kompletności, braku usterek i prawidłowości wykonania, sprawdzenia stanu ochrony podstawowej, stanu urządzeń ochronnych oraz prawidłowości połączeń.
- Przed przystąpieniem do pomiarów należy zapoznać się z dokumentacją techniczną celem ustalenia poprawnego sposobu wykonania badań,
- Przed przystąpieniem do pomiarów należy dokonać niezbędnych ustaleń i obliczeń warunkujących:
  - wybór poprawnej metody pomiaru,
  - jednoznaczność kryteriów oceny wyników,
  - możliwość popełnienia błędów czy uchybów pomiarowych,
  - konieczność zastosowania współczynników poprawkowych do wartości zmierzonych.

## 2.4. Okresowe sprawdzanie przyrządów pomiarowych

Przyrządy używane do sprawdzania stanu ochrony przeciwporażeniowej dla zachowania wiarygodności wyników badań powinny być poddawane okresowej kontroli metrologicznej co najmniej raz na rok. Zgodnie z Zarządzeniem nr 12 Prezesa Głównego Urzędu Miar z 30 03 1999 r. [15.19.] w sprawie wprowadzenia przepisów metrologicznych o miernikach oporu pętli zwarcia, okres ważności dowodów kontroli metrologicznej mierników tego typu wynosi 13 miesięcy, licząc od pierwszego dnia miesiąca, w którym dokonano uwierzytelnienia – legalizacji ponownej.

## 3. Zakres wykonywania pomiarów odbiorczych

Na wyniki pomiarów składają się dwie części:

- pierwsza to oględziny mające dać pozytywną odpowiedź, że zainstalowane na stałe urządzenia elektryczne spełniają wymagania bezpieczeństwa podane w odpowiednich normach przedmiotowych, i że zainstalowane wyposażenie jest zgodne z instrukcjami wytwórcy, tak aby zapewniało jego poprawne działanie.
- druga to próby i pomiary mające dać odpowiedź czy zachowane są wymagane parametry techniczne i spełnione są wymagania dotyczące aparatów pomiarowych i sprawdzających podanych w normach.

Norma PN-IEC 60364-6-61:2000 "Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Sprawdzanie. Sprawdzanie odbiorcze." zawiera wymagany zakres prób odbiorczych. Norma wymaga aby każda instalacja przed przekazaniem do eksploatacji była poddana oględzinom i próbom celem sprawdzenia, czy zostały spełnione wymagania normy. Przed przystąpieniem do prób należy udostępnić wykonującym sprawdzenie instalacji, dokumentację techniczną wraz z protokołami oględzin i prób cząstkowych wykonanych podczas montażu (dotyczy pomiarów elementów, które zostały zasypane ziemią lub zalane betonem).

### 3.1. Oględziny

Oględziny to pierwszy etap pomiarów, który należy wykonać przed przystąpieniem do prób przy odłączonym zasilaniu, z zachowaniem ostrożności celem zapewnienia bezpieczeństwa ludziom i uniknięcia uszkodzeń obiektu lub zainstalowanego wyposażenia.

Oględziny mają potwierdzić, że zainstalowane urządzenia:

- spełniają wymagania bezpieczeństwa podane w odpowiednich normach;
- zostały prawidłowo dobrane i zainstalowane zgodnie z wymaganiami normy
- nie mają uszkodzeń pogarszających bezpieczeństwo;
- mają właściwy sposób ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym;
- właściwie dobrano przekroje i oznaczono przewody neutralne, ochronne, i fazowe;
- właściwie dobrano i oznaczono zabezpieczenia i aparaturę;
- są wyposażone w schematy i tablice ostrzegawcze i informacyjne;
- zapewniony jest dostęp do urządzeń dla wygodnej obsługi, konserwacji i napraw.

### 3.2. Próby

Norma zawiera zakres prób odbiorczych, które w zależności od potrzeb są następujące:

- próba ciągłości przewodów ochronnych, w tym głównych i dodatkowych połączeń wyrównawczych;
- pomiar rezystancji izolacji instalacji elektrycznej;
- sprawdzenie ochrony przez separację obwodów;
- pomiar rezystancji podłóg i ścian;
- sprawdzenie samoczynnego wyłączenia zasilania – skuteczność ochrony przeciwporażeniowej;
- pomiar rezystancji uziemienia uziomu;
- sprawdzenie biegunowości;
- próba wytrzymałości elektrycznej;
- próba działania;
- sprawdzenie skutków cieplnych;
- pomiar spadku napięcia.

Opisane w normie metody wykonywania prób, są podane jako zalecane, dopuszcza się stosowanie innych metod, pod warunkiem, że zapewnią równie miarodajne wyniki. W przypadku, gdy wynik którejkolwiek próby jest niezgodny z normą, to próbę tą i próby poprzedzające, jeżeli mogą mieć wpływ na wyniki, należy powtórzyć po usunięciu przyczyny niezgodności.

W załącznikach A, B, C, D norma podaje:

- A – metodę pomiaru rezystancji podłóg i ścian i dwie elektrody probiercze do jej pomiaru,
- B - przykładowe metody sprawdzania działania urządzeń ochronnych różnic-prądowych,
- C - metodę pomiaru rezystancji uziomu - sprawdzenie poprawności wykonania pomiaru,
- D - przykłady metod pomiaru impedancji pętli zwarcia dla układów sieci TN.

W informacyjnym załączniku E – “Wskazówki stosowania przepisów arkusza 61: Sprawdzanie odbiorcze” norma zawiera dodatkowe wyjaśnienia interpretacyjne do kilku punktów normy:

- Omawia warunki wykonywania pomiaru rezystancji przewodów ochronnych i warunki jakie powinna spełniać zmierzona rezystancja tych przewodów aby ten pomiar mógł zastąpić pomiar impedancji pętli zwarciowej.

W załączniku informacyjnym F “Sprawdzanie i próby okresowe” omówiony jest cel przeprowadzania okresowych prób instalacji. Są one przeprowadzane dla określenia czy instalacje lub ich części nie pogorszyły się w takim stopniu, że dalsze ich wykorzystywanie jest niebezpieczne i nie spełniają one wymagań przepisów dotyczących instalacji. Sprawdzanie powinno obejmować badanie skutków wszystkich zmian wprowadzonych w instalacji. Podstawowe informacje dotyczące sprawdzania odbiorczego są również ważne do okresowego sprawdzania i prób.

#### 4. Częstość wykonywania okresowych pomiarów i badań

Norma PN-IEC 60364-6-61 wymaga aby okresowe sprawdzania i próby instalacji elektrycznych były wykonywane w ciągu najkrótszego okresu po sprawdzeniu odbiorczym, który wynika z charakteru instalacji, eksploatacji i warunków środowiskowych w jakich eksploatowane są urządzenia. Najdłuższy okres między badaniami ustalony przez Ustawę Prawo Budowlane [15.9.] wynosi 5 lat. W załączniku omówiono przypadki, w których występuje wyższe ryzyko i zalecany jest krótszy czasokres badań i przeglądów.

W zależności od warunków środowiskowych należy stosować różne okresy. Częstość badań należy ustalić w oparciu o wymagania Ustawy Prawo Budowlane [15.9], Ustawy Prawo Energetyczne [15.10.], wymagania przepisów o ochronie przeciwporażeniowej [15.1.] i przeciwpożarowej [15.13.] oraz o zasady wiedzy technicznej.

Wszystkie urządzenia i instalacje elektryczne można podzielić na cztery grupy w zależności od wymaganej częstości badań.

- 1 grupa - urządzenia i instalacje badane w pełnym zakresie nie rzadziej niż co rok,
- 2 grupa - urządzenia i instalacje badane pod względem bezpieczeństwa przeciwporażeniowego nie rzadziej niż co rok i pod względem bezpieczeństwa przeciwpożarowego, przez pomiar rezystancji izolacji nie rzadziej niż co 5 lat,
- 3 grupa - urządzenia i instalacje badane pod względem bezpieczeństwa przeciwporażeniowego nie rzadziej niż co 5 lat i pod względem bezpieczeństwa przeciwpożarowego, nie rzadziej niż co rok
- 4 grupa - urządzenia badane w pełnym zakresie, nie rzadziej niż co 5 lat.

Tabela 1. Zalecane czasokresy pomiarów eksploatacyjnych urządzeń i instalacji elektrycznych

Rodzaj pomieszczenia	Okres pomiędzy kolejnymi sprawdzaniami	
	skuteczności ochrony przeciwporażeniowej	rezystancji izolacji instalacji
1. O wyziewach żrących	nie rzadziej niż co 1 rok	nie rzadziej niż co 1 rok
2. Zagrożone wybuchem	nie rzadziej niż co 1 rok	nie rzadziej niż co 1 rok
3. Otwarta przestrzeń	nie rzadziej niż co 1 rok	nie rzadziej niż co 5 lat
4. Bardzo wilgotne o wilg. ok. 100% i wilgotne przejściowo 75 do 100%	nie rzadziej niż co 1 rok	nie rzadziej niż co 5 lat
5. Gorące o temperaturze powietrza ponad 35 °C	nie rzadziej niż co 1 rok	nie rzadziej niż co 5 lat
6. Zagrożone pożarem	nie rzadziej niż co 5 lat	nie rzadziej niż co 1 rok
7. Stwarzające zagrożenie dla ludzi (ZL I, ZL II, ZL III)	nie rzadziej niż co 5 lat	nie rzadziej niż co 1 rok
8. Zapyłone	nie rzadziej niż co 5 lat	nie rzadziej niż co 5 lat
9. Pozostałe nie wymienione	nie rzadziej niż co 5 lat	nie rzadziej niż co 5 lat

Kwalifikacja budynków i pomieszczeń ze względu zagrożenia dla ludzi zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12 04 2002r. [15.11]:  
Budynki oraz części budynków stanowiące odrębne strefy pożarowe, określone jako ZL, zalicza się do jednej lub do więcej niż jedna spośród następujących kategorii zagrożenia ludzi:

ZLI – zawierające pomieszczenia przeznaczone do jednoczesnego przebywania ponad 50 osób nie będących ich stałymi użytkownikami, a nie przeznaczone dla przede wszystkim do użytku ludzi o ograniczonej zdolności poruszania się,

ZLII – przeznaczone przede wszystkim do użytku ludzi o ograniczonej zdolności poruszania się, takie jak szpitale, żłobki, przedszkola, domy dla osób starszych,

ZLIII – użyteczności publicznej nie zakwalifikowane do do ZLI i ZL II,

ZL IV – mieszkalne,

ZL V – zamieszkania zbiorowego, nie zakwalifikowane do ZLI i ZL II,

Bezpieczeństwo przeciwpożarowe zależy od prawidłowego doboru przekroju przewodów zabezpieczeń oraz od warunków chłodzenia przewodów i aparatury. Bezpieczeństwo przeciwpożarowe sprawdzamy przez kontrolę stanu izolacji przez jej oględziny, przez pomiar jej rezystancji, przez sprawdzenie czy zabezpieczenia są prawidłowo dobrane do aktualnych warunków obciążeniowych i czy spełnione są warunki chłodzenia urządzeń nagrzewających się podczas pracy - czy otwory i kanały wentylacyjne są drożne i nie uległy zatkaniu. Skuteczność ochrony przeciwporażeniowej polepsza skuteczność ochrony przeciwpożarowej.

#### **4.1. Zakres okresowego sprawdzania i prób**

Zgodnie z PN-IEC 60364-6-61 okresowe sprawdzania i próby powinny obejmować co najmniej:

- oględziny dotyczące ochrony przed dotykiem bezpośrednim i ochrony przeciwpożarowej;
- pomiary rezystancji izolacji;
- badania ciągłości przewodów ochronnych;
- badania ochrony przed dotykiem pośrednim;
- próby działania urządzeń różnicowoprądowych.

### **5. Dokumentacja wykonywanych prac pomiarowo-kontrolnych**

Każda praca pomiarowo-kontrolna (sprawdzenie odbiorcze lub okresowe) powinna być zakończona wystawieniem protokołu z przeprowadzonych badań i pomiarów.

Protokół z prac pomiarowo-kontrolnych powinien zawierać:

1. nazwę badanego urządzenia i jego dane znamionowe;
2. miejsce pracy badanego urządzenia;
3. rodzaj pomiarów;
4. nazwisko osoby wykonującej pomiary;
5. datę wykonania pomiarów;
6. spis użytych przyrządów i ich numery;
7. szkice rozmieszczenia badanych urządzeń, uziorów i obwodów, lub inny sposób jednoznacznej identyfikacji elementów badanej instalacji ;
8. liczbowe wyniki pomiarów;
9. uwagi;
10. wnioski.

Każde badanie instalacji elektrycznych zarówno z bezpiecznikami, z wyłącznikami nadmiarowoprądowymi jak i z wyłącznikami różnicowoprądowymi, powinno być udokumentowane protokołem z tych badań, który powinien zawierać informacje o wynikach oględzin i badań oraz informacje dotyczące zmian w stosunku do dokumentacji i odchyień od norm i przepisów, z podaniem części instalacji których to dotyczy.

Jako wzór protokołu można wykorzystać załączniki nr 1 do nr 5.

Prace pomiarowo-kontrolne mogą wykonywać wyłącznie osoby posiadające aktualne zaświadczenia kwalifikacyjne w zakresie pomiarowo-kontrolnym. Osoba wykonująca pomiary może korzystać z pomocy osoby nie posiadającej zaświadczenia kwalifikacyjnego, lecz musi ona być przeszkolona w zakresie bhp dla prac przy urządzeniach elektrycznych.



Odbiór instalacji elektrycznej powinien odbywać się komisyjnie i być zakończony protokołem badań odbiorczych. Wzory takich protokołów i instrukcja przeprowadzania badań odbiorczych podane są w załączniku 6. Protokoły z wszystkich kontroli i badań powinny być załącznikiem do wpisu w książce obiektu budowlanego zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji [15.15.]

## 6. Wykonywanie poszczególnych rodzajów prób:

### 6.1. Ciągłość przewodów ochronnych i połączeń wyrównawczych oraz pomiar rezystancji przewodów ochronnych.

a) Norma wymaga aby próbę ciągłości przewodów wykonywać przy użyciu źródła prądu stałego lub przemiennego o niskim napięciu 4 do 24 V w stanie bezobciążeniowym ( $U_1$ ) i prądem co najmniej 0,2 A ( $I_2$ ). Prąd stosowany podczas próby powinien być tak mały, aby nie powodował niebezpieczeństwa powstania pożaru lub wybuchu. Do wykonania tego sprawdzenia można użyć specjalnie przystosowanej latarki elektrycznej z baterią o napięciu 4,5 V i żarówką 3,7V/0,3A. Sprawdzenie może być również wykonane przy użyciu mostka lub omomierza z wbudowanym źródłem napięcia pomiarowego lub metodą techniczną.

b) Pomiar rezystancji przewodów ochronnych polega na przeprowadzeniu pomiaru rezystancji R między każdą częścią przewodzącą dostępną a najbliższym punktem głównego przewodu wyrównawczego, który ma zachowaną ciągłość z uziomem.

Według PN-IEC 60364-6-61 pomierzona rezystancja R powinna spełniać następujący warunek:

$$R \leq U_C / I_a \quad [3]$$

gdzie:  $U_C$  - spodziewane napięcie dotykowe podane w tabeli 2, określone na podstawie IEC 479 -1, a  $I_a$  - prąd zapewniający samoczynne zadziałanie urządzenia ochronnego w wymaganym czasie 0,2; 0,4 lub 5 s.

Warunek ten nie dotyczy połączeń wyrównawczych dodatkowych (miejscowych)

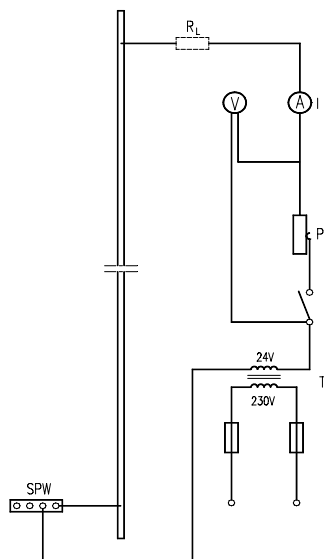
Dla połączeń wyrównawczych dodatkowych oraz we wszystkich przypadkach budzących wątpliwość co do wartości napięcia dopuszczalnego długotrwale, należy sprawdzać czy rezystancja połączeń wyrównawczych R między częściami przewodzącymi jednocześnie dostępnymi, spełnia warunek [4]

$$R \leq U_L / I_a \quad [4]$$

gdzie:  $U_L$  - dopuszczalne długotrwale napięcie dotyku 50 V-warunki normalne, 25 V-zwiększone niebezpieczeństwo porażenia np. plac budowy  
 $I_a$  - prąd zapewniający samoczynne zadziałanie urządzenia ochronnego w wymaganym czasie

Tabela 2. Spodziewane napięcie dotykowe

Czas wyłączenia [ s ]	Spodziewane napięcie dotykowe [ V ]
0,1	350
0,2	210
0,4	105
0,8	68
5	50



$$R = \frac{U_1 - U_2}{I} - R_L \quad [5]$$

$U_1$  - napięcie w stanie bezprądowym

$U_2$  - napięcie pod obciążeniem

$I$  - prąd obciążenia

$R_L$  - rezystancja przewodów pomiarowych

T - transformator zasilający 150 VA

P - potencjometr regulacyjny

SPW - szyna połączeń wyrównawczych

Rys. 1. Układ do pomiaru rezystancji przewodów ochronnych

Normy DIN/VDE zalecają układ pomiarowy (rys.1) zasilany z obcego źródła o napięciu przemien-nym do 24 V-metoda techniczna. Rezystancje połączeń ochronnych obliczamy ze wzoru [4]. Pomiar rezystancji przewodów można również wykonać przy użyciu mostka Wheatstone'a lub mostka Thomsona.

## 6.2. Pomiar rezystancji izolacji

Stan izolacji ma decydujący wpływ na bezpieczeństwo obsługi i prawidłowe funkcjonowanie wszelkiego rodzaju urządzeń elektrycznych. Dobry stan izolacji to obok innych środków ochrony, również gwarancja ochrony przed dotykiem bezpośrednim czyli przed porażeniem prądem elektrycznym jakim grożą urządzenia elektryczne.

Mierząc rezystancję izolacji sprawdzamy stan ochrony przed dotykiem bezpośrednim.

Pomiary rezystancji powinny być wykonane w instalacji odłączonej od zasilania. Rezystancję izolacji należy mierzyć pomiędzy kolejnymi parami przewodów czynnych oraz pomiędzy każdym przewodem czynnym i ziemią. Przewody ochronne PE i ochronno-neutralne PEN traktować należy jako ziemię, a przewód neutralny N jako przewód czynny.

Przy urządzeniach z układami elektronicznymi pomiar rezystancji izolacji należy wykonywać pomiędzy przewodami czynnymi połączonymi razem a ziemią, celem uniknięcia uszkodzenia elementów elektroniki. Bloki zawierające elementy elektroniczne, o ile to możliwe należy na czas pomiaru wyjąć z obudowy.

### 6.2.1. Wykonywanie pomiarów rezystancji izolacji

Rezystancja izolacji zależy od wielu czynników:

- 1 - wilgotności,
- 2 - temperatury - Przy pomiarze rezystancji izolacji w temperaturze innej niż 20 °C należy wyniki przeliczyć do temperatury odniesienia 20 °C. Wartości współczynnika przeliczeniowego  $K_{20}$  podaje tabela 3.

Tabela 3 Wartości współczynnika przeliczeniowego  $K_{20}$

Temperatura °C	4	8	10	12	16	20	24	26	28
Współczynnik $K_{20}$ dla uzwojeń silnika	0,63	0,67	0,7	0,77	0,87	1,0	1,13	1,21	1,30
izolacja papierowa kabla	0,21	0,30	0,37	0,42	0,61	1,0	1,57	2,07	2,51,
izolacja gumowa kabla	0,47	0,57	0,62	0,68	0,83	1,0	1,18	1,26	1,38
izolacja polwinitowa kabla	0,11	0,19	0,25	0,33	0,625	1,0	1,85	2,38	3,125

Dla kabli z izolacją polietylenową z uwagi na wysoką wartość rezystancji izolacji nie stosuje się współczynnika przeliczeniowego  $K_{20}$ .

- 3 - napięcia przy jakim przeprowadzamy pomiar,

Prąd upływu przez izolację nie jest proporcjonalny do napięcia w całym zakresie. Ze wzrostem napięcia rezystancja maleje początkowo szybciej, potem wolniej po czym ustala się. Po przekroczeniu pewnej

granicy następuje przebicie izolacji i rezystancja spada do małych wartości lub zera. Pomiar należy wykonywać napięciem wyższym od nominalnego zgodnie z wymaganiami przepisów.

4 - czasu pomiaru.

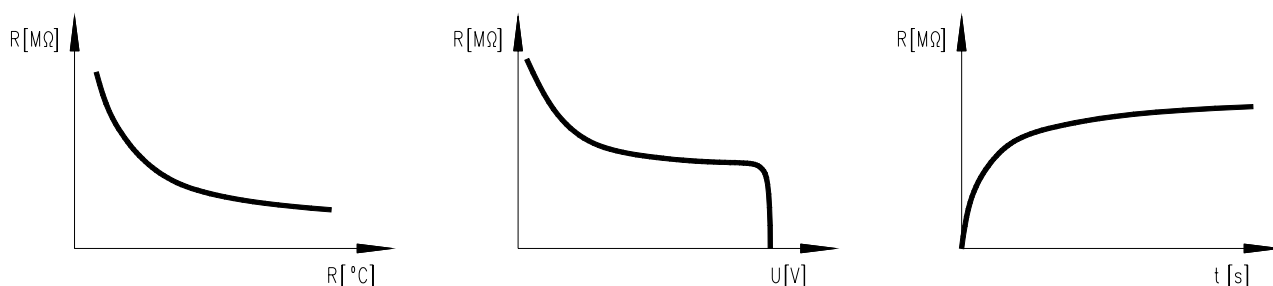
Przy utrzymywaniu przez pewien czas napięcia podczas pomiaru rezystancji izolacji, jej wartość nie jest stała, lecz stopniowo wzrasta, co spowodowane jest zmianami fizycznymi lub chemicznymi zachodzącymi w materiale izolacyjnym pod wpływem pola elektrycznego i przepływającego prądu. Izolowane części metalowe (kabel) stanowią kondensator i początkowo płynie prąd pojemnościowy-(ładowanie kondensatora) większy od prądu upływowego.

5 - czystości powierzchni materiału izolacyjnego.

Rezystancja izolacji to połączona równolegle rezystancja skrośna-zależna od rodzaju materiału izolacyjnego i powierzchniowa-zależna od czystości powierzchni.

Pomiar rezystancji izolacji powinien być przeprowadzany w odpowiednich warunkach: temperatura 10 do 25°C, wilgotność 40% do 70%, urządzenie badane powinno być czyste i nie zawilgocone.

Dla urządzeń nagrzewających się podczas pracy wykonujemy pomiar rezystancji izolacji w stanie nagrzanym.



Rys. 2. Zależność rezystancji izolacji od temperatury, napięcia i czasu pomiaru

Pomiar wykonujemy prądem stałym aby wyeliminować wpływ pojemności na wynik pomiaru. Odczyt wyniku pomiaru następuje po ustaleniu się wskazania (po ok. 1 min). Odczytujemy wtedy natężenie prądu płynącego przez izolację pod wpływem przyłożonego napięcia na skali przyrządu wycechowanej w MΩ.

Wymagana dokładność pomiaru rezystancji 20%

Najczęściej miernikami są induktry o napięciu 250, 500, 1000 i 2500 V

Sposób wykonywania pomiaru i wymagane wartości rezystancji izolacji dla instalacji elektrycznej podczas badań odbiorczych i okresowych podaje norma PN-IEC 60364-6-61

Tabela 4. Minimalne wymagane wartości rezystancji izolacji

Napięcie badanego [V]	znamionowe obwodu	Napięcie probiercze prądu stałego [V]	Minimalna rezystancji [MΩ]	wartość izolacji
do 50 SELV i PELV		250	≥ 0,25	
50 < U ≤ 500		500	≥ 0,5	
> 500		1000	≥ 1,0	

Rezystancja izolacji mierzona napięciem probierczym podanym w tabeli 4. jest zadowalająca, jeżeli jej wartość nie jest mniejsza od wartości minimalnych podanych w tabeli 4.

Jeżeli zmierzona rezystancja jest mniejsza od podanej w tabeli 4 to instalacja powinna być podzielona na szereg grup obwodów i rezystancja zmierzona dla każdej grupy.

Poprzednio wymagana wartość rezystancji izolacji wynosiła 1 kΩ na 1 V w całym zakresie napięcia znamionowego.

#### 6.2.2. Pomiar rezystancji izolacji uzwojeń transformatora:

Pomiar rezystancji uzwojeń transformatora należy wykonać miernikiem izolacji o napięciu co najmniej 2,5 kV, przy czystych i suchych izolatorach w temperaturze od 5 do 35 °C. Uzyskane wyniki należy przeliczyć do temperatury w jakiej wykonano pomiar u wytwórcy według zasady: obniżenie temperatury o 15 °C powoduje dwukrotny wzrost rezystancji i przeciwnie podwyższenie temperatury o 15 °C powoduje dwukrotne zmniejszenie rezystancji izolacji. Wymaganie dotyczące obliczania wskaźnika zmiany rezystancji tzw. współczynnika absorpcji  $K = R_{60}/R_{15}$ , zostało usunięte z normy w 2000r.

Rezystancja izolacji uzwojeń transformatora olejowego nie powinna być mniejsza niż 70% wartości zmierzonej w wytwórni przy temperaturze oleju 20 °C

Rezystancja izolacji uzwojeń transformatora suchego zmierzona w temperaturze 20 °C po 60 s od chwili przyłożenia napięcia, nie powinna być mniejsza niż 25 M w przypadku napięć znamionowych powyżej 10 kV oraz 15 M w przypadku napięć znamionowych 10 kV i niższych, przy wilgotności względnej do 65%.

### 6.2.3. Pomiar rezystancji izolacji kabla:

Pomiar rezystancji izolacji kabli sterowniczych o napięciu znamionowym izolacji 250 V wykonuje się induktorem o napięciu 1000 V, a kabli energetycznych niezależnie od napięcia znamionowego badanego kabla, wykonuje się induktorem o napięciu 2500 V. Pomiarowi podlega rezystancja izolacji każdej żyły kabla względem pozostałych żył zwartych i uziemionych. Rezystancja izolacji kabla podawana jest w MΩ/km w temperaturze 20°C. Rezystancja żył roboczych i powrotnych powinna być zgodna z danymi wytwórcy.

Zgodnie z PN-E-04700: 2000 r. powinna ona wynosić co najmniej:

- kable do 1 kV - 75 MΩ/km - dla kabli z izolacją gumową,
  - 20 MΩ/km - dla kabli z izolacją papierową
  - 20 MΩ/km - dla kabli z izolacją polwinitową
  - 100 MΩ/km - dla kabli z izolacją polietylenową,
- kable powyżej 1 kV - 50 MΩ/km - dla kabli z izolacją papierową,
  - 40 MΩ/km - dla kabli z izolacją polwinitową
  - 100 MΩ/km - dla kabli z izolacją polietylenową (o napięciu do 30 kV)
  - 1000 MΩ/km - kable do zasilania elektrofiltrów, kable olejowe oraz kable z izolacją polietylenową o napięciu powyżej 30 kV,

Tablica 5. Napięcie probiercze dla kabli o izolacji polwinitowej

Napięcie znamionowe kabla U <sub>0</sub> /U [kV]	Napięcie probiercze przemienne [kV]		Napięcie probiercze wyprostowane [kV]		Czas próby
	Kabel nowy	Linia kablowa	Kabel nowy	Linia kablowa	
0,6/1	3,5	2,62	8,4	6,28	5 min. dla kabli nowych 10min. dla linii kablowych eksploatowanych
3,6/6	11	8,25	26,4	19,8	
6/10	15	11,25	36	27	
8.7/15	22	16,5	52,8	39,6	
12/20	30	22,5	72	54	
18/30	45	33,75	108	81	

Obliczenie rezystancji kabla o długości 1 km w temperaturze 20 °C: rezystancję zmierzoną R<sub>zm</sub> mnożymy przez długość kabla w km, np. kabel o długości 270 mb ma rezystancję 1000 MΩ, stąd 0,27.1000=270 MΩ/km i przez współczynnik K<sub>20</sub> dla temperatury pomiaru z tablicy 3.

czyli  $R_{iz\ 20/km} = R_{zm} \cdot L \cdot K_{20}$  gdzie L jest długością kabla, w km

Tablica 6. Napięcie probiercze dla kabli o izolacji papierowej i z powłoką metalową

Napięcie znamionowe kabla U <sub>0</sub> /U [kV]	Napięcie probiercze przemienne [kV]		Napięcie probiercze wyprostowane [kV]		Czas próby
	Kabel nowy	Linia kablowa	Kabel nowy	Linia kablowa	
0,6/1	3,5 <sup>1)</sup> 4,0 <sup>2)</sup>	2,62 <sup>1)</sup> 3,0 <sup>2)</sup>	8,4 <sup>1)</sup> 9,6 <sup>2)</sup>	6,28 <sup>1)</sup> 7,2 <sup>2)</sup>	5 min. dla kabli nowych
3,6/6	11 <sup>1)</sup> 14 <sup>2)</sup>	8,25 <sup>1)</sup> 10,5 <sup>2)</sup>	26,4 <sup>1)</sup> 33,6 <sup>2)</sup>	19,8 <sup>1)</sup> 25,2 <sup>2)</sup>	
6/10	15 <sup>1)</sup> 20 <sup>2)</sup>	11,25 <sup>1)</sup> 15 <sup>2)</sup>	36 <sup>1)</sup> 48 <sup>2)</sup>	27 <sup>1)</sup> 36 <sup>2)</sup>	10 min. dla linii kablowych eksploatowanych
8.7/15	22	16,5	52,8	39,6	
12/20	30	22,5	72	54	
18/30	45	33,75	108	81	
23/40	57	42,75	136,8	102,6	

Uwaga: <sup>1)</sup> kable jednożyłowe

<sup>2)</sup> kable wielożyłowe

Próbie napięciową izolacji kabla przeprowadzamy napięciem stałym o wartościach i w czasach podanych w tablicach 5 i 6. Próbie napięciową powłoki polwinitowej kabla wykonujemy napięciem stałym 5 kV przez 1 min.

### 6.3. Sprawdzenie ochrony przez oddzielenie obwodów

części czynnych jednego obwodu od części czynnych innych obwodów i od ziemi wykonujemy przez pomiar rezystancji izolacji oddzielającej. Wymagania dla tej izolacji są takie same jak podano w tabeli 4.

### 6.4. Próba wytrzymałości elektrycznej.

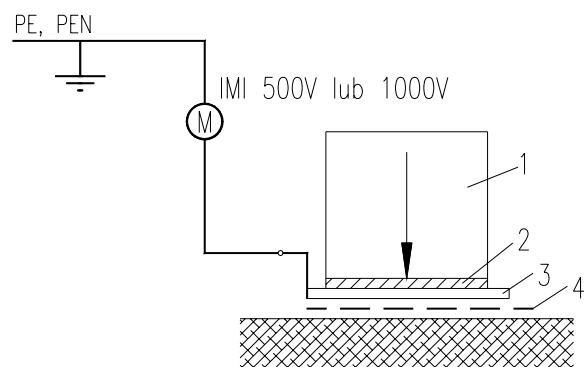
Podczas badań odbiorczych dla izolacji wykonanych podczas montażu instalacji oraz na urządzeniach w miejscu ich zainstalowania należy wykonać próbę wytrzymałości izolacji. Okresowe badania eksploatacyjne wymagają tylko wykonania pomiaru rezystancji.

### 6.5. Rezystancja podłogi i ścian

W przypadku konieczności sprawdzenia rezystancji podłogi i ścian należy wykonać przynajmniej 3 pomiary w tym samym pomieszczeniu - pierwszy w odległości ok. 1 m od dostępnych obcych części przewodzących, pozostałe dwa w odległościach większych.

Pomiary rezystancji podłóg i ścian należy wykonywać prądem stałym. Jako źródło prądu stosować omomierz indukcyjny lub próbnik izolacji z zasilaniem bateryjnym, wytwarzające w stanie bez obciążenia napięcie o wartości około 500 V (lub 1000 V przy napięciu znamionowym instalacji przekraczającym 500 V).

Układ połączeń zalecany przez normę przedstawia rysunek nr 3



Rys. 3. Układ połączeń przy pomiarze rezystancji izolacji stanowiska prądem stałym

- 1- obciążenie 750 N dociskające elektrodę, 2- płytka izolacyjna dociskowa,
- 3- metalowa elektroda pomiarowa o wymiarach 250 x 250 mm (elektroda probiercza 1),
- 4- element ułatwiający połączenie.

W załączniku A do normy PN-IEC 60364-6-61 [15.2] przedstawiono nową konstrukcję elektrody probierczej 3, o kształcie trójkątnym jako drugi typ elektrody do pomiaru rezystancji podłóg i ścian. W przypadkach spornych zalecana jest próba z użyciem elektrody probierczej 1.

Poprzednio w literaturze zalecano wykonywanie pomiaru rezystancji a właściwie impedancji stanowiska prądem przemiennym przy użyciu: - woltomierza i wtedy rezystancję stanowiska obliczamy ze wzoru:

$$R_{st} = R_v \left( \frac{U_1}{U_2} - 1 \right) \text{ [k}\Omega\text{]} \quad [6], \quad \text{lub}$$

- miliamperomierza, gdy woltomierz zostaje zastąpiony miliamperomierzem a w przewodzie N włączony jest rezystor  $R_w$ . Rezystancję stanowiska obliczamy ze wzoru:

$$R_{st} = \frac{I_1}{I_2} \cdot R_w \text{ [k}\Omega\text{]} \quad [7]$$

Przy pomiarze rezystancji stanowiska prądem przemiennym uzyskujemy jako wynik nieco większą wartość, gdyż wynikiem jest wartość impedancji mierzonego obwodu a interesuje nas wartość rezystancji stanowiska.

## 7. Samoczynne wyłączenie zasilania w sieci TN

Sprawdzenie skuteczności ochrony przez samoczynne wyłączenie zasilania w układzie TN polega na sprawdzeniu czy spełniony jest warunek:

$$Z_s \times I_a \leq U_o \quad [8],$$

gdzie:  $Z_s$  - impedancja pętli zwarcia w  $[\Omega]$ ,  
 $I_a$  - prąd zapewniający samoczynne zadziałanie urządzenia ochronnego;  
 $U_o$  - napięcie fazowe sieci w [V]

Przeprowadza się pomiar impedancji pętli zwarciowej  $Z_s$  i określa prąd  $I_a$  na podstawie charakterystyk czasowo-prądowych urządzenia ochronnego lub znamionowego prądu różnicowego urządzeń ochronnych różnicowoprądowych.  $I_a$  dobieramy z charakterystyki zastosowanego urządzenia zabezpieczającego tak aby wyłączenie następowało w wymaganym czasie 0,2; 0,4 lub 5 s zgodnie z wymaganiami p. 413.1.3. normy PN-IEC 60364-4-41. O wartości wymaganego czasu decyduje rodzaj badanych urządzeń i warunki środowiskowe w jakich są eksploatowane.

Impedancja pętli zwarcia wynika z sumy rezystancji przewodów doprowadzających, impedancji uzwojeń transformatora, impedancji wszystkich urządzeń i przewodów znajdujących się w instalacji odbiorczej aż do punktu pomiaru. Przy obliczaniu impedancji pętli zwarcia przez projektanta wynik należy powiększyć o 25 %.

Norma zaleca aby pomiar impedancji pętli zwarcia wykonywać przy częstotliwości znamionowej prądu obwodu.

### 7.1. Pomiar metoda techniczną

Pomiar ten wykonuje się przy użyciu woltomierza i amperomierza lecz obecnie praktycznie tej metody nie stosuje się. Przy tej metodzie osobno mierzymy i obliczymy rezystancję  $R_x$  badanej pętli zwarcia następnie mierzymy i obliczamy reaktancję  $X_x$  pętli zwarcia. Impedancja pętli zwarcia jest sumą geometryczną rezystancji i reaktancji i wynosi:

$$Z_s = \sqrt{R_x^2 + X_x^2} \quad \Omega \quad [9]$$

Stosowanie tej metody grozi pojawieniem się niebezpiecznego napięcia dotykowego na chronionych odbiornikach, które może wystąpić przy przerwie w przewodzie ochronnym. Dlatego przed właściwym pomiarem należy włączyć w badaną pętlę rezystor kontrolny rzędu 6 k $\Omega$ .

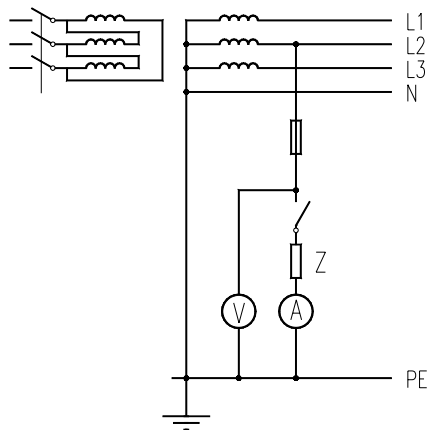
W załączniku D normy PN-IEC 60364-6-61 podane są 2 metody pomiaru impedancji pętli zwarcia dla układów sieci TN

### 7.2. Pomiar impedancji pętli zwarciowej metodą spadku napięcia.

Impedancję pętli zwarcia sprawdzanego obwodu należy zmierzyć załączając na krótki okres obciążenie o znanej impedancji - rys. 4.

Impedancja pętli zwarcia obliczana jest ze wzoru:  $Z_s = (U_1 - U_2)/I_R$  [10]  
gdzie:  $Z_s$  - impedancja pętli zwarcia;  $U_1$  - napięcie pomierzone bez włączonej rezystancji obciążenia;  $U_2$  - napięcie pomierzone z włączoną rezystancją obciążenia;  
 $I_R$  - prąd płynący przez rezystancję obciążenia. Różnica pomiędzy  $U_1$  i  $U_2$  powinna być znacząco duża.

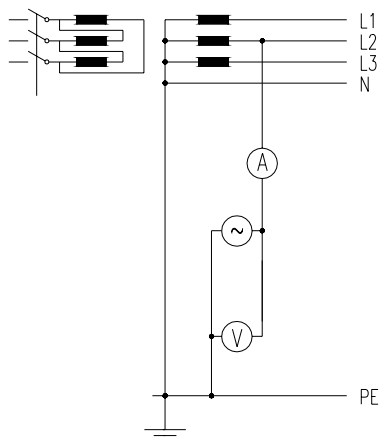
Na tej metodzie oparta jest zasada działania prawie wszystkich mierniki impedancji pętli zwarcia, takich jak: MOZ, MR-2, serii MZC-200 i MZC 300.



Rys. 4. metoda pomiaru impedancji pętli zwarcia

### 7.3. Pomiar impedancji pętli zwarcia przy zastosowaniu oddzielnego zasilania.

Metoda 2 - Pomiar może być wykonywany po wyłączeniu normalnego źródła zasilania i zwarcia uzwojenia pierwotnego transformatora.



Rys. 5. metoda 2 pomiaru pętli zwarcia

Zasilanie napięciem przy tej metodzie odbywa się z oddzielnego źródła zasilania. Impedancja pętli zwarcia obliczana jest ze wzoru:  $Z_S = U/I$  [11]

gdzie: Z - impedancja pętli zwarcia;  
 U - napięcie zmierzone podczas próby;  
 I - prąd zmierzony podczas próby.

### 7.4. Skuteczność ochrony przeciwporażeniowej w układzie TT

Sprawdzenie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej w układzie TT może polegać na sprawdzeniu czy spełniony jest warunek samoczynnego wyłączenia zasilania gdy zastosowane zabezpieczenie cechuje się małą wartością prądu  $I_a$ :  $Z_S \times I_a \leq U_O$  [8]

Zgodnie z normą sprawdzamy czy spełniony jest warunek obniżenia napięcia dotykowego poniżej wartości dopuszczalnej długotrwale:  $R_A \times I_a \leq U_L$  [12]

gdzie:  $R_A$  - suma rezystancji uziomu i przewodu ochronnego łączącego części przewodzące dostępne;  
 $I_a$  - prąd zapewniający samoczynne zadziałanie urządzenia ochronnego;  
 $U_L$  - napięcie dotykowe dopuszczalne długotrwale 50 [V]-warunki środowiskowe normalne oraz 25 i mniej [V] - warunki środowiskowe o zwiększonym niebezpieczeństwie porażenia.

Jeżeli urządzeniem ochronnym jest urządzenie różnicowoprądowe to znamionowy prąd wyzwalający  $I_{\Delta n}$  jest prądem  $I_a$

Przeprowadzamy pomiar rezystancji uziomu i przewodu ochronnego aby sprawdzić czy rezystancja zastosowanego uziomu jest dostatecznie mała i dla dopuszczalnego długotrwale napięcia dotykowego spełniony jest warunek skuteczności ochrony a mogące pojawić się napięcie dotyku nie przekroczy wartości dopuszczalnej długotrwale  $U_L$ .

## 7.5. Skuteczność ochrony w układzie IT

W układzie IT sprawdzamy czy spełniony jest warunek :

$$R_A \times I_d \leq U_L \quad [13]$$

gdzie  $I_d$  - prąd pojemnościowy przy pojedynczym zwarciu z ziemią, pozostałe oznaczenia jak w układzie TT

Przy podwójnym zwarciu z ziemią w układzie IT muszą być spełnione następujące warunki:

- jeżeli nie jest stosowany przewód neutralny  $Z_s \leq \frac{\sqrt{3} U_o}{2I_a}$  [14]

- jeżeli jest stosowany przewód neutralny  $Z'_s \leq \frac{U_o}{2I_a}$  [15]

gdzie:  $Z_s$  - impedancja pętli zwarcia obejmująca przewód fazowy i przewód ochronny [ $\Omega$ ],

$Z'_s$  - impedancja pętli zwarcia obejmująca przewód neutralny i przewód ochronny w [ $\Omega$ ],

$I_a$  - prąd [A] zapewniający samoczynne zadziałanie urządzenia ochronnego w wymaganym czasie zależnym od napięcia znamionowego instalacji i od rodzaju sieci].

Metoda pomiarów dla tych przypadków jak w układzie TN.

## 7.6. Sprawdzanie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej w obwodach z elementami energoelektronicznymi

W wielu napędowych układach elektrycznych stosowane są urządzenia energoelektroniczne takie jak sterowniki mikroprocesorowe, przetwornice częstotliwości i falowniki.

Urządzenia energoelektroniczne charakteryzują się wieloma specyficznymi właściwościami, które to czynniki utrudniają dobór środków ochrony przeciwporażeniowej i przeciwpożarowej zapewniającej bezpieczną pracę obsługi oraz bezpieczne funkcjonowanie instalacji elektrycznej, układu energoelektronicznego i zasilanego urządzenia roboczego.

Przy doziemieniu na wyjściu prostownika w przemienniku częstotliwości połączonego w układzie trójfazowego mostka, skuteczna wartość prądu w przewodzie ochronnym może osiągnąć wartość  $\sqrt{3}$  razy większą niż w przewodzie fazowym. Wartość maksymalna prądu fazowego i prądu w przewodzie ochronnym jest taka sama, co znacznie utrudnia ochronę przeciwporażeniową. Utrudnia to dobór zabezpieczeń nadprądowych przemiennika i jego instalacji zasilającej.

Wynika stąd konieczność stosowania połączeń ochronnych o odpowiednio dużym przekroju oraz stosowania zacisków gwarantujących dużą pewność połączeń tych przewodów. Przy doziemieniach wewnątrz układu energoelektronicznego o napięciu dotykowym decyduje rezystancja lub impedancja połączeń ochronnych. Zwykle wymaga się, aby rezystancja połączeń wyrównawczych nie była większa niż 0,1  $\Omega$ .

W przypadku uszkodzenia izolacji podstawowej przemiennika częstotliwości, w przewodzie ochronnym PE obwodu głównego może płynąć, prąd stały lub przemienny o wartości zależnej od miejsca doziemienia. Prąd doziemienia może mieć różną wartość w zależności od kąta wysterowania prostownika. W związku z tym **pojęcie pętli zwarcia w układach przekształtnikowych nie ma zastosowania**.

Istotnym elementem ochrony przed dotykiem pośrednim jest szyna ochronna PE, instalowana wewnątrz obudowy przemiennika, która powinna być połączona przewodem ochronnym z zaciskiem ochronnym rozdzielniczy zasilającej. Z szyną tą powinny być połączone przewodami wyrównawczymi, mocowanymi w sposób pewny, wszystkie części składowe układu i części przewodzące obce, celem ograniczenia napięcia dotykowego względem sąsiednich uziemionych części przewodzących w przypadku uszkodzenia izolacji do obudowy.

### 7.6.1. Ochrona przez zastosowanie samoczynnego wyłączenia zasilania

— Ochrona przy użyciu przetężeniowych urządzeń zabezpieczających

Ze względu na niemożność wyznaczenia pętli zwarcia przy doziemieniu za przemiennikiem lub w jego obrębie, nie jest możliwe zastosowanie zewnętrznego zabezpieczenia nadmiarowoprądowego, które umożliwiłoby pracę zasilanych napędów w całym zakresie obciążeń bez nieselektywnych wyłączeń i zapewniłoby skuteczne wyłączenie w przypadku doziemienia bez względu na aktualne wysterowanie



przeziennika.

Zabezpieczenia ziemnozwarciowe i zwarciove realizowane przez układ sterowania i kontroli przeziennika i będące jego integralną częścią, mogą wykryć doziemienie, jednak sposób ich działania (zablokowanie funkcji zabezpieczenia, sygnalizacja lub zablokowanie falownika) różnią się w zależności od wykonania przeziennika i często są ustawiane programowo. Użytkownik urządzenia, jak również osoba sprawdzająca skuteczność ochrony przeciwporażeniowej, nie dysponują najczęściej informacjami o sposobie działania zabezpieczenia ziemnozwarciowego lub zwarciovego, ani nie znają wartości przy których to działanie następuje (dane te nie są podawane w DTR). Ponadto zabezpieczenia powodują co najwyżej zablokowanie zaworów falownika, co – w rozumieniu przepisów o ochronie przeciwporażeniowej – nie jest wyłączeniem zasilania. Można stwierdzić, iż zastosowanie przetężeniowych urządzeń zabezpieczających nie jest możliwe w tym przypadku.

— Ochrona przy użyciu urządzeń ochronnych różnicowoprądowych

Urządzenia ochronne różnicowoprądowe stosowane do zabezpieczania przezienników muszą charakteryzować się cechami, których nie wymaga się od zabezpieczeń stosowanych w instalacjach bez tych urządzeń. Obszar objęty ochroną zależy od umiejscowienia wyłącznika różnicowoprądowego. Jeżeli zostanie on zainstalowany na wejściu przeziennika, strefa ochronna obejmie przeziennik i zasilane z niego odbiory. Jeżeli zostanie on zainstalowany na wyjściu – chronione będą jedynie zasilane silniki. Obydwa rozwiązania mają swoje zalety i wady.

A) Wyłącznik zainstalowany na dopływie do przeziennika powinien być tak dobrany, aby nie powodował wyłączeń pod wpływem prądów upływowych w zabezpieczonym obwodzie. Przed doбором wyłącznika należy pomierzyć prąd upływowy, który zależy w znacznym stopniu od zastosowanego filtra, długości i typu przewodów zasilających silnik oraz od pojemności uzwojeń silnika. Zastosowany wyłącznik musi w sposób skuteczny reagować na prądy upływowe pojawiające się w dowolnym miejscu obwodu chronionego, czyli na odkształcone prądy przemienne o zmieniającej się w szerokich granicach częstotliwości oraz na prądy wyprostowane o różnej zawartości tętnień powinien być to wyłącznik typu B. Przepływ prądu ziemnozwarciowego nie ustaje w chwili odłączenia zasilania. Zmienia się droga jego przepływu, gdyż od uszkodzonego obwodu odłączone zostaje połączenie z ziemią o małej impedancji, którym jest punkt gwiazdowy transformatora zasilającego sieć. Z chwilą wyłączenia zasilania obwód ziemnozwarciowy, w którym źródłem zasilania jest duża pojemność C, będzie zamykał się przez rezystancję izolacji faz nie dotkniętych doziemieniem. Prąd ziemnozwarciowy, zmniejszy się szacunkowo do ok. 1 mA.

B) Wyłącznik zainstalowany na wyjściu przeziennika powinien reagować na prądy różnicowe o częstotliwościach mieszczących się w zakresie regulacji przetwornicy, należy stosować wyłączniki typu B, które reagują na przepływ prądów stałych.

W większości układów napędowych w praktyce skuteczną ochronę można zapewnić stosując wyłączniki typu A, kilkakrotnie tańsze od wyłączników typu B.

#### 7.6.2. Ochrona przy użyciu połączeń wyrównawczych

W układach energoelektronicznych istotną rolę w ochronie przeciwporażeniowej odgrywają połączenia ochronne i wyrównawcze, których celem jest wyrównanie potencjału między poszczególnymi częściami układu w przypadku wystąpienia doziemienia. Aby połączenia wyrównawcze pełniły rolę niezależnego środka ochronnego, muszą być wykonane z uwzględnieniem dwu zasadniczych czynników:

A) muszą zapewniać wyrównanie potencjałów pomiędzy częściami przewodzącymi dostępnymi urządzenia będącego źródłem zagrożenia (przeziennika lub silnika) a jednocześnie dostępnymi częściami przewodzącymi obcymi. Warunek ten powinien być spełniony dla prądu ziemnozwarciowego, powodującego wyłączenie zasilania w wymaganym czasie przez najbliższe od strony zasilania zabezpieczenie nadprądowe. Napięcie dotykowe wyższe od napięcia dotykowego dopuszczalnego długotrwałe nie może pojawić się pomiędzy żadną z części przewodzących objętych połączeniami wyrównawczymi a jakąkolwiek jednocześnie dostępną częścią przewodzącą nie objętą nimi lub powierzchnią gruntu.

B) Przekrój przewodów użytych do wykonania połączeń powinien być jak największy i spełniać wymagania PN-IEC 60364-5-54

C) Przekrój przewodu ochronnego dobiera się z uwagi na ochronę urządzenia i instalacji przed porażeniem lub pożarem, zaś sposób ich prowadzenia powinien być taki aby eliminować zakłócenia elektromagnetyczne czyli zapewniać kompatybilność elektromagnetyczną.

Przewody ochronne łączące sieć zasilającą z przemiennikiem i silnikiem należy prowadzić łącznie z przewodami przewodzącymi prąd główny. Taki sposób prowadzenia przewodów zmniejsza poziom zakłóceń elektromagnetycznych generowanych przez obwody główne i sprzyja ograniczaniu składowej zgodnej przepięć atmosferycznych.

Przy instalowaniu układów energoelektronicznych należy zadbać o pewność połączeń ochronnych i wyrównawczych. Zaleca się łączenie ich na dwie śruby, co gwarantuje właściwy i pewny zestyk. Do jednego zacisku ochronnego nie powinno się łączyć kilku przewodów wyrównawczych lub ochronnych, ponieważ nie gwarantuje to dobrego i pewnego połączenia stykowego. W przypadku zasilania przemiennika przewodem pięcioletowym, przewód ochronny PE, powinny stanowić dwie żyły N i PE. W tym przypadku długotrwały prąd zwarciovowy o wartości ok.  $\sqrt{3}$  większej niż prąd w przewodzie fazowym nie uszkodzi przewodu ochronnego, oraz ograniczone zostanie napięcie dotykowe, towarzyszące doziemieniu.

### 7.6.3. Sprawdzanie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej

Sposób sprawdzenia skuteczności ochrony przeciwporażeniowej w obwodach z elementami energoelektronicznymi zależy od zastosowanego środka ochronnego.

Sprawdzenie wyłącznika różnicowoprądowego polega na pomiarze prądu różnicowego powodującego jego zadziałanie oraz pomiarze czasu tego zadziałania i porównanie wartości zmierzonych z dopuszczalnymi. Pomiar czasu zadziałania powinien być przeprowadzony przy wymuszeniu prądu różnicowego o wartości dla której producent deklaruje maksymalną wartość czasu.

Obecnie w kraju dostępnych jest wiele testerów i mikroprocesorowych mierników wyłączników różnicowoprądowych i to dla wszystkich typów wyłączników. Należy przestrzegać zasady żeby wyłączniki różnicowoprądowe typu A i B były sprawdzane odpowiednimi miernikami przeznaczonymi dla tego typu wyłączników. Zakłócenia radioelektryczne wytwarzane przez przemienniki silnie zakłócają pomiary wielkości elektrycznych, co może powodować różnicę wskazań przyrządów pomiarowych, gdy zostaną zastosowane mierniki przystosowane do wykonywania pomiarów w obwodach zasilanych napięciem sinusoidalnym 50 Hz – dla wyłączników typu AC.

Zalecanym sposobem oceny skuteczności połączeń wyrównawczych po ich zainstalowaniu oraz w przypadku zmiany warunków w miejscu usytuowania chronionych urządzeń mogącej mieć wpływ na ich skuteczność, powinien być pomiar napięć rażeniowych, szczególnie występujących napięć względem podłoża. Pomiar napięć rażeniowych polega na pomiarze rezystancji połączeń ochronnych i obliczeniu napięcia rażenia jakie może pojawić się w przypadku przepływu prądu uszkodzeniowego przez te połączenia.

W przypadku pomiarów okresowych wystarczające wydają się być oględziny stanu przewodów i ich połączeń. Doświadczenia ruchowe wykazują, że przewody wyrównawcze, łączące urządzenia elektryczne z innymi częściami przewodzącymi lub zbrojeniami budynków, prowadzone niezależnie od przewodów lub kabli zasilających, są często narażone na uszkodzenia mechaniczne. Ponadto nie są one kojarzone przez personel "nieelektryczny" z bezpieczeństwem eksploatacji urządzeń i bywają np. przy pracach konserwacyjnych urządzeń technologicznych odłączane od tych urządzeń. Dlatego przy ich stosowaniu należy sporządzać dokumentację określającą, jaki obszar (urządzenia, elementy) mają one obejmować. Oględziny ich stanu powinny odbywać się o wiele częściej, niż wynika to z określonej przepisami częstości badań kontrolnych środków ochrony przed dotykiem pośrednim.

### 7.7. Mierniki do sprawdzania zabezpieczeń nadmiarowo-prądowych.

Do pomiarów impedancji pętli zwarcia  $Z_S$  przy ocenie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej w nowych i użytkowanych instalacjach elektrycznych z zabezpieczeniami nadmiarowoprądowymi używanych jest wiele mierników takich jak: MW 3, MZK-2, MPZ-1, MIZ, MZW-5, MR-2, MOZ, MZC-2, OMER-1, MZC-300, MZC-301, MZC-302 i MZC-303.

Miernikami nowej generacji do pomiarów impedancji pętli zwarcia są:  
- Miernik skuteczności zerowania MZC-2 produkcji Firmy TIM SA. Jest to lekki przenośny przyrząd z odczytem cyfrowym, służący do pomiaru rezystancji w obwodach samoczynnego wyłączenia zasilania i rezystancji uziemień ochronnych oraz napięć przemiennych. Nadaje się do szybkiego i wygodnego sprawdzania skuteczności ochrony przeciwporażeniowej w obwodach o napięciu 74 do 400 V, w dwóch zakresach pomiarowych 0 - 19,99  $\Omega$  i 0 - 199,9  $\Omega$ . Umożliwia on wykonanie pomiaru pętli faza-faza i faza-PE lub PEN, następnie obliczenie rezystancji przewodu ochronnego PE lub PEN. Pomiar rezystancji pętli zwarciovowej odbywa się prądem zwarciovym o natężeniu 25 A Wybór zakresu pomiarowego i start pomiaru odbywa się jednym klawiszem

- Oferowane przez TIM cztery nowe mierniki impedancji pętli zwarcia MZC-300, MZC-301, MZC-302 i MZC-303 umożliwiają pomiar impedancji pętli zwarcia i jej składowych: reaktancji; rezystancji i kąta fazowego oraz ustalenie prądu zwarcia.

- Miernik Impedancji Zwarcia typu MIZ produkcji Zakładów Elektronicznych ERA jest przeznaczony do badania skuteczności ochrony przeciwporażeniowej urządzeń elektrycznych w sieciach o napięciu fazowym 220 V z uziemionym punktem zerowym, w podzakresach :

- 0,5  $\Omega$  i 1,5  $\Omega$  dla kąta fazowego 0 do 60° i prądu pomiarowego w pętli do 50 A
- 5  $\Omega$  i 15  $\Omega$  dla kąta fazowego <15° i prądu pomiarowego do 5 A.

Czas przepływu prądu pomiarowego 20 ms.

Dzięki zastosowaniu blokady elektronicznej zabezpieczono miernik od przeciążenia zbyt częstymi pomiarami.

Jest to więc miernik nadający się do pomiarów obwodów zabezpieczonych bezpiecznikami topikowymi o dużych prądach, gdzie dla skutecznej ochrony przeciwporażeniowej wymagana jest mała wartość impedancji pętli zwarcia, często poniżej 0,1  $\Omega$ .

- Miernik parametrów sieci OMER-01 produkcji Zakładów Elektronicznych ERA zapewnia bezpośredni pomiar impedancji pętli zwarcia zgodnie z wymaganiami normy PN-IEC 60364-4-41, w podzakresach 0,5 do 9,99  $\Omega$ , 10 do 99,9  $\Omega$  i 100 do 200  $\Omega$  dla prądu pomiarowego w pętli do 40 A. Czas przepływu prądu pomiarowego 20 ms. Mierzy on impedancję pętli zwarcia  $Z_p$ , kąt fazowy pętli zwarcia  $\Psi_p$  napięcie sieci  $U_s$  i częstotliwość napięcia  $f_s$ .

### 7.7. Błędy popełniane przy pomiarze impedancji pętli zwarcia

Mierząc impedancję pętli zwarcia można popełnić błędy, dające w wyniku zawsze niższą wartość impedancji mierzonej pętli niż jej rzeczywista wartość. Gdy popełnione błędy sumarycznie będą większe niż 30% wartości rzeczywistej, wyliczone wartości doprowadzą do wydania mylnego orzeczenia o skuteczności ochrony. W przypadkach gdy błędy mogą przekroczyć dopuszczalne dla nich wartości, należy stosować współczynnik korekcyjny większy od jedności.

Błędy popełniane przy pomiarze impedancji pętli zwarcia mogą być powodowane:

- 1) Niewłaściwym zakresem użytych przyrządów pomiarowych;
- 2) Zbyt małą wartością prądu  $I_R$  płynącego przez impedancję  $Z$  (rys. 4). Aby spadek napięcia  $U_1 - U_2$  był rzędu 5% napięcia, prąd ten powinien być zbliżony do obliczeniowego prądu roboczego mierzonej pętli.
3. Wahaniami napięcia. Błąd wynikający z wahań napięcia nie stanowi większego problemu gdy korzystamy z miernika wykonującego pomiar w bardzo krótkim czasie 10 do 20 ms gdyż, wtedy wahania napięcia nie mają większego wpływu na wynik pomiaru.
4. Charakterem pętli zwarcia, zależnym od stosunku rezystancji  $R_L$  do reaktancji  $X_L$  pętli zwarcia.
5. Cos  $\phi$  (tg  $\phi$ ) prądu obciążenia płynącego przed i w czasie pomiaru w mierzonej pętli zwarcia.
6. Tłumiącym wpływem stałych obwodów.

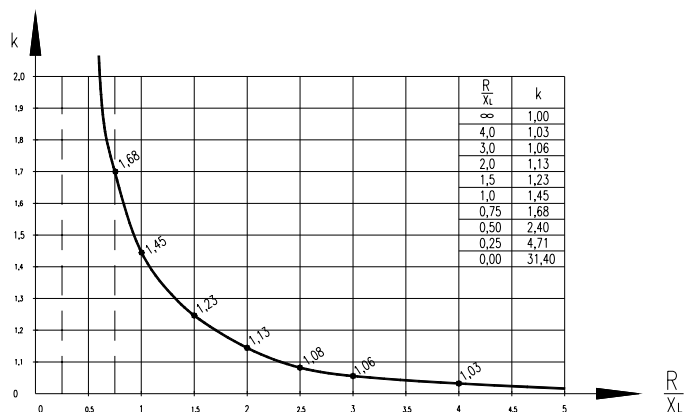
Wpływ stosunku R do X na uchyby pomiarowe

Charakter impedancji zwarcia, czyli stosunek rezystancji  $R_L$  do reaktancji  $X_L$  pętli zwarcia ma decydujący wpływ na mierzony spadek napięcia  $U_1 - U_2$ .

Na rysunku 5. przedstawiono zależność współczynnika korekcyjnego  $k$ , w zależności od stosunku  $R_L$  do  $X_L$  obwodu pętli zwarcia w przypadku pomiaru rezystancji pętli zwarcia.

Wykres został sporządzony przy założeniu, że:

- przy pomiarze napięcia  $U_1$  w pętli nie płyną żadne prądy obciążeniowe,
- prąd pomiarowy  $I_R$  w pętli jest równy 10 A,
- impedancja pętli  $Z$  jest stała, a zmieniają się wartości  $R_L$  i  $X_L$ , tak aby zawsze  $Z = 1,41\Omega$ .



Rys. 5. Współczynnik korekcyjny k jako funkcja stosunku  $R_L$  do  $X_L$  w mierzonej pętli zwarcia.

Z przedstawionego wykresu wynika, że:

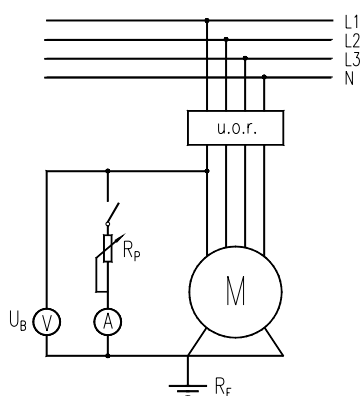
- przy stosunku  $R_L$  do  $X_L$  większym od 3 nie trzeba używać współczynnika korekcyjnego, czyli w obwodach odbiorczych o małych przekrojach, zlokalizowanych daleko od źródła zasilania i wtedy możemy stosować mierniki mierzące rezystancję pętli zwarcia.
- w zakresie  $R_L$  do  $X_L = 1$  do 3 jeżeli korzystamy z miernika mierzącego rezystancję pętli zwarcia to należy używać współczynnika korekcyjnego k który wynika z wykresu, lub korzystać z miernika, który mierzy impedancję pętli zwarcia,
- w zakresie gdy stosunek  $R_L$  do  $X_L$  jest mniejszy niż 1 czyli w układach rozdzielczych, na podstacjach, w pobliżu transformatora zasilającego dla poprawnego wykonania pomiaru musimy używać miernika, który mierzy impedancję pętli zwarcia.

## 8. Wykonywanie pomiarów w instalacjach z wyłącznikami różnicowoprądowymi

Załącznik B do nowej wersji normy zawiera 3 metody sprawdzania działania urządzeń ochronnych różnicowoprądowych (u.o.r.).

**Metoda 1** Zasada metody pokazana jest na rys. 6. - układ bez sondy.

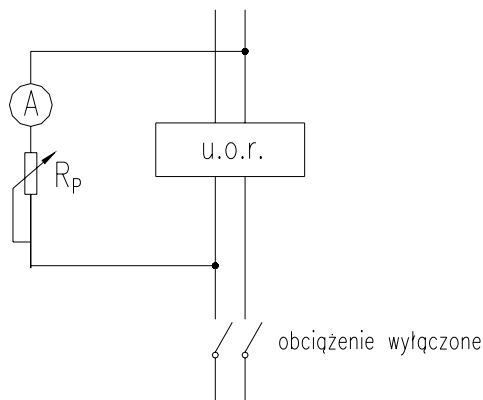
Zmienna rezystancja jest włączona między przewodem fazowym, za urządzeniem ochronnym a częścią przewodzącą dostępną chronionego odbioru. Przez zmianę rezystancji  $R_p$  regulowany jest prąd  $I_\Delta$  przy którym zadziała urządzenie ochronne różnicowoprądowe. Nie może on być większy od  $I_{\Delta n}$ . W tej metodzie nie stosuje się sondy pomocniczej umieszczonej w "strefie ziemi odniesienia".



Rys. 6. metoda 1, sprawdzania urządzeń różnicowoprądowych, układ do pomiaru prądu zadziałania i napięcia dotyku bez użycia sondy pomiarowej

### Metoda 2

Na rysunku 7. pokazana jest zasada metody, w której zmienny opór jest włączony między przewodem fazowym od strony zasilania a innym przewodem czynnym po stronie odbioru-(zasada testera). Prąd zadziałania  $I_\Delta$  nie powinien być większy od  $I_{\Delta n}$ . Obciążenie powinno być odłączone podczas próby.



Rys. 7. metoda 2 układ do pomiaru prądu zadziałania wyłącznika ochronnego różnicowoprądowego

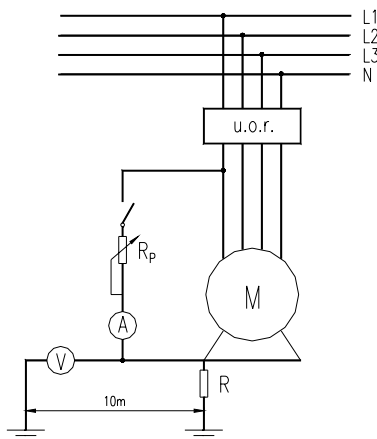
### Metoda 3

Na rysunku 8. pokazana jest zasada metody, w której stosowana jest elektroda pomocnicza (sonda) umieszczona w ziemi odniesienia. Prąd jest zwiększany przez zmniejszanie wartości rezystancji  $R_p$ . W tym czasie mierzone jest napięcie  $U$  między dostępną częścią przewodzącą a niezależną elektrodą pomocniczą. Mierzony jest również prąd  $I_{\Delta}$ , przy którym urządzenie zadziała, który nie powinien być większy niż  $I_{\Delta n}$ .

Powinien być spełniony następujący warunek:

$$U \leq U_L \times I_{\Delta} / I_{\Delta n} \quad [16]$$

gdzie:  $U_L$  jest napięciem dotykowym dopuszczalnym długotrwale w danych warunkach środowiskowych.



Rys. 8. metoda 3 sprawdzania urządzeń różnicowoprądowych, układ do pomiaru prądu zadziałania i napięcia dotyku z wykorzystaniem sondy pomiarowej

### 8.1. Metody sprawdzania skuteczności ochrony przeciwporażeniowej w obwodach zabezpieczonych wyłącznikami ochronnymi różnicowoprądowymi.

Sprawdzenie wyłączników ochronnych różnicowoprądowych powinno obejmować:

1. sprawdzenie działania wyłącznika przyciskiem "TEST";
2. sprawdzenie prawidłowości połączeń przewodów L, N, PE;
3. sprawdzenie napięcia dotykowego dla wartości prądu wyzwalającego  $I_{\Delta}$  nie jest wymagane przez przepisy);
4. pomiar czasu wyłączenia wyłącznika  $t_{\Delta FI}$  (nie jest wymagany przez przepisy);
5. pomiar prądu wyłączenia  $I_{\Delta}$ .

### 8.2. Sprawdzanie wyłączników ochronnych różnicowoprądowych testerem.

Wielu producentów oferuje różnego rodzaju testery wyłączników ochronnych różnicowo-prądowych. Używa się ich do sprawdzania poprawności działania wyłączników o działaniu bezpośrednim w instalacjach elektrycznych. Przy ich pomocy można ustalić wartość prądu powodującego wyłączenie wyłącznika oraz ustalić przedział czasowy w którym następuje to wyłączenie.

Na rynku krajowym dostępnych jest kilka typów testerów:

Tester wyłączników przeciwporażeniowych FI typ T 78-3 produkcji niemieckiej firmy DOEPKE-NORDEN z przyciskami dla wyboru 8 wartości wymuszanego impulsu prądowego od 5 do 700

mA z możliwością wybierania innych wartości przez sumowanie oraz z możliwością wyboru czasów szerokości impulsu o 4 wartościach: 40, 150, 200, 500 ms.

Zakłady Elektrotechniczne ERA w Warszawie produkują tester zabezpieczeń różnicowoprądowych typu FIT przeznaczony do sprawdzania wyłączników ochronnych różnicowo-prądowych oraz sieci jedno- i trójfazowych w których te zabezpieczenia zainstalowano. Tester FIT umożliwia sprawdzanie wyłączników wymuszonym impulsem prądu upływowego od 5 mA do 1585 mA. Czas trwania impulsu prądowego wybiera się przełącznikiem spośród wartości 40, 150, 200, 500 ms.

### **8.3. Sprawdzanie wyłączników ochronnych różnicowoprądowych przyrządami mikroprocesorowymi**

Najłatwiejsze sprawdzenie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej w obwodach zabezpieczonych wyłącznikami ochronnymi różnicowoprądowymi odbywa się przy użyciu mikroprocesorowych multitesterów.

Miernik Zabezpieczeń Różnicowoprądowych MRP-1 produkcji TIM Sp.z o.o. w Świdnicy służy do przeprowadzania pełnego zakresu badań wyłączników ochronnych różnicowoprądowych tylko typu AC.

Miernik Zabezpieczeń Różnicowoprądowych MRP-1, jest przenośnym przyrządem przeznaczonym do pomiaru parametrów instalacji zabezpieczonych wyłącznikami ochronnymi różnicowoprądowymi zwykłymi i selektywnymi o czułości 10 mA do 500 mA. Umożliwia on szybkie sprawdzanie poprawności połączeń przewodów L, N i PE w gniazdkach sieciowych i w obwodach bez gniazd wtyczkowych, pomiar wszystkich istotnych parametrów, w szczególności napięcia przemiennego sieci, rzeczywistego prądu wyzwalań wyłącznika prądem narastającym, pomiar czasu zadziałania badanego wyłącznika, pomiar rezystancji uziemienia zabezpieczonego obiektu i napięcia dotykowego bez wyzwalań wyłącznika oraz bieżącą kontrolę napięcia dotykowego. Miernik MRP-1 przeprowadza test zadziałania wyłączników różnicowoprądowych prądem sinusoidalnym i nie posiada możliwości testowania prądem pulsującym i prądem stałym.

Konstrukcja miernika została opracowana w oparciu o najnowszą technologię montażu powierzchniowego i techniki mikroprocesorowej. Jest to więc miernik o możliwościach zbliżonych do możliwości mikroprocesorowych multitesterów produkcji zagranicznej.

W kraju dostępnych jest również kilka zagranicznych mikroprocesorowych mierników wyłączników ochronnych różnicowoprądowych.

Niemiecka firma BEHA oferuje mikroprocesorowy multitester typu UNITEST-0100 EXPERT.

Multitester UNITEST-0100 EXPERT jest przeznaczony do wykonywania następujących pomiarów:

1. pomiar napięcia i częstotliwości sieci;
2. pomiar rezystancji izolacji napięciem probierczym 250 V, 500 V i 1000 V;
3. pomiar małych rezystancji;
4. pomiar rezystancji pętli L-N (nie powoduje zadziałania wyłącznika ochronnego różnicowoprądowego);
5. sygnalizacja niewłaściwego połączenia przewodów L,N,PE lampkami lub symbolem na wyświetlaczu
6. pomiar napięcia dotykowego i rezystancji uziemienia w badanym obwodzie;
7. pomiar czasu zadziałania badanego wyłącznika różnicowoprądowego;
8. pomiar prądu wyzwalającego wyłącznik w miejscu jego zainstalowania;
9. pomiar impedancji pętli zwarcia L-PE (przed wyłącznikiem ochronnym różnicowoprądowym);
10. pomiar rezystancji uziemień;

.Multitester UNITEST-0100 EXPERT ma możliwość wykonania testu zadziałania wyłączników różnicowoprądowych wszystkimi rodzajami prądu, sinusoidalnym, prądem pulsującym i prądem stałym, który można wybrać przed rozpoczęciem pomiaru, w zależności od typu badanego wyłącznika.

Dla multitestera UNITEST-0100 EXPERT do każdego rodzaju pomiaru przewidziany jest odpowiedni adapter, co jest wygodne i bezpieczne w eksploatacji. Wszystkie sytuacje podczas pomiaru są sygnalizowane symbolami wyświetlanymi na wyświetlaczu, co wymaga dobrego zapoznania się ze znaczeniem poszczególnych symboli dla jasnego i zrozumiałego określenia nieprawidłowości występujących w obwodzie lub w połączeniach przewodów.

Mierniki typu UNITEST-0100 EXPERT są bardzo wygodnymi miernikami w użytkowaniu. Mogą być dostarczane w wersji z drukarką lub bez drukarki. W instrukcji obsługi dołączonej do miernika w języku polskim, zostały szczegółowo opisane metody i zasady przeprowadzania badań wyłączników ochronnych różnicowoprądowych.

Inni producenci mierników do badania wyłączników ochronnych różnicowoprądowych to niemiecka firma

GOSSSEN-METRAWATT-CAMILLE BAUER, która oferuje dwa mikroprocesorowe mierniki: starszy M 5010-2 i nowszy PROFITEST 0100S. i austriacka firma NORMA GOERZ oferująca uniwersalne mierniki wyłączników FI, typu UNILAP 100.

a) Sprawdzenie obwodu zakończony 1-fazowym gniazdem wtyczkowym przyrządami mikroprocesorowymi odbywa się następująco:

po włożeniu wtyczki przyrządu do gniazda i załączeniu go następuje sprawdzenie poprawności połączeń przewodów L, N, PE.

Stan połączenia przewodów jest sygnalizowany wyświetleniem odpowiedniego symbolu na wyświetlaczu ciekłokrystalicznym lub odpowiednim świeceniem lampek sygnalizacyjnych w zależności od zastosowanego miernika.

Poprawne połączenie przewodów w mierniku MRP-1 sygnalizowane jest wyświetleniem symbolu wtyczki, w przypadku zamiany miejscami przewodów L i N nad wtyczką wyświetlany jest łuk ze strzałkami na obydwu końcach. Po zaniku napięcia zasilającego lub jego zmianie o więcej niż 15% od wartości nominalnej symbol strzałki mruga.

Jeżeli przewód ochronny nie jest podłączony, lub napięcie na przewodzie ochronnym względem ziemi przekracza wartość napięcia dopuszczalnego długotrwale  $U_L$ , i dotknięto elektrody dotykowej, to wyświetlany jest napis **PE** i dalsze wykonywanie pomiarów nie jest możliwe.

W przypadku konieczności sprawdzenia poprawności połączeń przewodów w obwodzie bez gniazda wtykowego lub dla odbiornika zabezpieczonego wyłącznikiem różnicowo-prądowym, przyrząd należy połączyć trzema przewodami z wtykami bananowymi i klipsami.

W mierniku UNITEST-0100 EXPERT - poprawne połączenie sygnalizowane jest wyświetleniem litery L na wskaźniku ciekłokrystalicznym. Wyświetlenie 2 liter [L, L] sygnalizuje nieprawidłowość połączeń, które należy ustalić przez pomiar napięć w obwodach L-N i L-PE. Po zaniku napięcia zasilającego znika litera L ze wskaźnika.

Sprawdzenie poprawności połączeń przewodów w obwodzie bez gniazda wtykowego odbywa się przy zastosowaniu odpowiedniego adaptera zakończony trzema przewodami z wtykami bananowymi i klipsami.

b) pomiar parametrów technicznych wyłączników różnicowoprądowych chroniących instalacje elektryczne:

#### **- pomiar napięcia dotykowego $U_B$**

1. miernikiem MRP-1 polega na wymuszeniu prądu o wartości mniejszej od 50% wybranego znamionowego prądu różnicowego, dzięki czemu nie następuje wyzwolenie wyłącznika różnicowoprądowego. Wbudowany mikroprocesor oblicza wartość napięcia odnosząc ją do znamionowego prądu różnicowego badanego wyłącznika.
2. przyrząd UNITEST 0100 EXPERT, określa napięcie dotyku przy 1/3 znamionowego prądu różnicowego i uzyskane napięcie przelicza do znamionowego prądu różnicowego i wyświetla je. By uzyskać wskazanie rezystancji uziomu należy nacisnąć przycisk ANZEIGE. Można dowolnie wybierać wskazania między  $U_B$  i  $R_E$

#### **- pomiar rezystancji uziemienia $R_E$**

1. miernikiem MRP-1 odbywa się podobnie jak pomiar napięcia dotykowego tym miernikiem. Wynik pomiaru napięcia jest przeliczany na rezystancję uziemienia według wzoru:

$$R_E = \frac{U_B}{I_{\Delta n}} \quad [\Omega] \quad [17]$$

Zakres pomiarowy rezystancji uziemienia wynosi 0 do 12,5 k $\Omega$ .

#### **- pomiar czasu wyłączenia wyłącznika różnicowoprądowego**

1. pomiar czasu zadziałania wyłącznika różnicowoprądowego miernikiem MRP-1 możliwy jest tylko po uprzednim wykonaniu pomiaru napięcia dotykowego i tylko wtedy gdy nie przekroczy ono wybranej uprzednio wartości napięcia dopuszczalnego długotrwale  $U_L$  (50, lub 25 V).

#### **- pomiar rzeczywistego prądu zadziałania wyłącznika różnicowoprądowego**

1. miernikiem MRP-1 polega na wymuszeniu prądu różnicowego narastającego liniowo od 30 do 105% wartości  $I_{\Delta n}$  wybranej pokrętkiem. Prąd różnicowy narasta i w chwili wyzwolenia wyłącznika mierzone jest

napięcie dotykowe wyświetlane później na przemian ze zmierzonym prądem zadziałania.

- przysiężką UNITEST 0100 EXPERT odbywa się narastającym prądem różnicowym. Równocześnie zostaje ustalony czas zadziałania wyłącznika przy narastającym prądzie i napięcie dotyku występujące w momencie wyzwania wyłącznika. Wartości te można odczytać na zmianę naciskając przycisk ANZAIGE.

Pomiary wykonywane obydwoma przyrządami przebiegają sprawnie i szybko.

#### 8.4. Częstość wykonywania badań okresowych na placach budowy.

W normach brak jest wymagań dotyczących terminów i zakresów badań okresowych wyłączników przeciwporażeniowych różnicowoprądowych. Należy więc stosować terminy zawarte w Rozporządzeniu Ministra Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych z 28 marca 1972 r, które w §50 stanowi:

- Kontrola okresowa stanu urządzeń elektrycznych pod względem bezpieczeństwa odbywa się co najmniej dwa razy w roku, w okresach najmniej korzystnych dla stanu izolacji tych urządzeń i ich oporności a ponadto:

- przed uruchomieniem urządzenia po dokonaniu zmian, przeróbek i napraw zarówno elektrycznych jak i mechanicznych,
- przed uruchomieniem urządzenia, które nie było czynne przez okres jednego miesiąca lub dłużej,
- przed uruchomieniem urządzenia po jego przemieszczeniu.

- Przy zastosowaniu w budowlanych urządzeniach wyłączników ochronnych różnicowoprądowych, należy sprawdzać działanie tego wyłącznika na początku każdej zmiany."

Dla porównania podaję, że niemieckie przepisy VDE wymagają aby w ramach badań eksploatacyjnych przeprowadzano:

- Sprawdzanie działania wyłączników przeciwporażeniowych różnicowoprądowych oznaczanych jako wyłączniki FI przyciskiem kontrolnym "Test" i oględziny
  - w obiektach niestacjonarnych np. placach budowy - na początku każdego dnia roboczego, przez obsługę danego urządzenia.
  - w obiektach stacjonarnych, - co najmniej raz na 6 miesięcy, przez obsługę danego urządzenia.
- Pomiar skuteczności ochrony przeciwporażeniowej w instalacjach z wyłącznikami FI:
  - w obiektach niestacjonarnych np. place budowy, kopalnie, przewoźna aparatura w szpitalach,
  - co najmniej raz w miesiącu przez elektryka z uprawnieniami.
  - w instalacjach elektrycznych w przewoźnych i stacjonarnych pomieszczeniach warsztatowych,
  - co najmniej raz na 6 miesięcy przez elektryka z uprawnieniami.
  - w pomieszczeniach biurowych, - co najmniej raz w roku przez elektryka z uprawnieniami.
  - w instalacjach elektrycznych i urządzeniach stacjonarnych, - co najmniej raz na 4 lata przez elektryka z uprawnieniami.

## 9. Pomiar rezystancji uziemienia uziomu

Pomiar rezystancji uziemienia uziomu powinien być wykonany odpowiednią metodą techniczną lub kompensacyjną. Rezystancję uziemień mierzy się prądem przemiennym. Nie można wykonywać pomiarów rezystancji uziemień prądem stałym, gdyż siły elektromotoryczne powstające na stykach metal-elektrolit powodują błędy pomiarów, oraz ze względu na elektrolityczny charakter przewodności gruntu. Najczęściej do pomiaru rezystancji uziemienia uziomu używany jest indukcyjny miernik do pomiaru uziemień IMU oparty na metodzie kompensacyjnej. Prąd dopływający do uziomu rozprzyszcza się w gruncie promieniście na wszystkie strony. Gęstość prądu jest największa koło uziomu, powodująca powstanie lejowatej krzywej potencjału, której kształt jest zależny od rezystywności gruntu.

W metodzie technicznej pomiaru rezystancji uziemienia uziomu:

Obwód prądowy układu pomiarowego tworzą: obwód wtórny transformatora, amperomierz, uziom badany X, ziemia i uziom pomocniczy (prądowy) P.  
Obwód napięciowy układu pomiarowego tworzą: woltomierz i sonda pomiarowa napięciowa S.

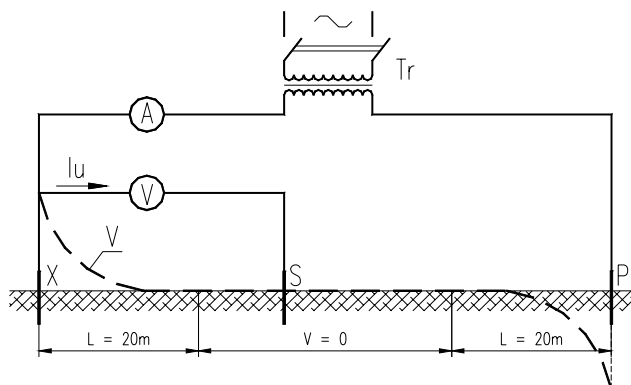
Do poprawnego wykonania pomiaru rezystancji uziemienia wymagane są: woltomierz o dużej rezystancji  $1000 \Omega/V$ , magnetoelektryczny lub lampowy wysokiej klasy dokładności do - 0,5, amperomierz o większym zakresie od spodziewanego prądu i wysokiej klasy dokładności. Rezystancja sondy nie powinna przekraczać  $300 \Omega$ .



Odległości między uziomem X a sondą pomiarową S i uziomem pomocniczym P muszą być takie by sonda była w przestrzeni o potencjale zerowym (ziemia odniesienia).

Wartość rezystancji uziomu oblicza się ze wzoru:  $R_x = U_v / I_A \text{ [}\Omega\text{]}$  [18]

Metoda techniczna pomiaru rezystancji uziemienia nadaje się do pomiaru małych rezystancji w granicach 0,01-1  $\Omega$ .



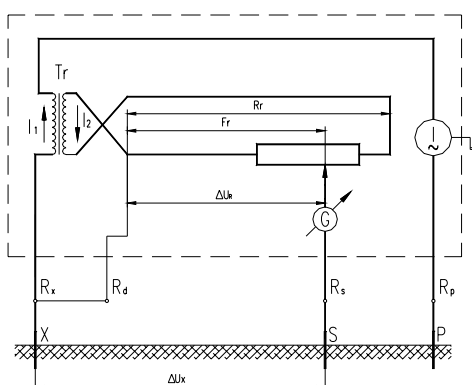
Rys. 9. Układ do pomiaru rezystancji uziemia metodą techniczną:

X-badany uziom, S- napięciowa sonda pomiarowa, P-uziom pomocniczy prądowy, Tr-transformator izolujący, V-przebieg potencjału między uziomem badanym i uziomem pomocniczym prądowym.

Wadami metody technicznej są:

- a) konieczność stosowania pomocniczych źródeł zasilania;
- b) na wynik pomiaru mogą mieć wpływ prądy błądzące;
- c) niemożliwość bezpośredniego odczytu mierzonej rezystancji.

Praktycznie do metody tej możemy wykorzystać miernik rezystancji pętli zwarcia, unikając wymienionych wad, przy pomiarze w sieci TN i TT.



Rys. 10. Schemat połączeń do pomiaru rezystancji uziemia metodą kompensacyjną

Metoda kompensacyjna stosowana jest do pomiarów rezystancji uziemia kilka  $\Omega$  do kilkuset  $\Omega$ .

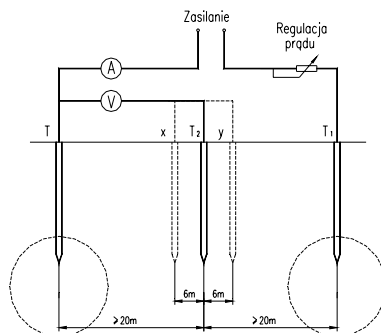
Źródłem prądu przemiennego jest induktor korbkowy z napędem ręcznym. Częstotliwość wytwarzanego napięcia wynosi 65 Hz przy 160 obr/min korbki. Napięcie znamionowe wynosi kilkadziesiąt woltów i nie musi być regulowane

Załącznik C do normy podaje opis sposobu sprawdzenia poprawności przeprowadzania pomiaru rezystancji uziomu przy użyciu dwu dodatkowych położzeń uziomów pomocniczych oraz warunki, które powinny być spełnione. (Rys. 11.)

Prąd przemienny o stałej wartości przepływa między uziomem T i uziomem pomocniczym T<sub>1</sub> umieszczonym w takiej odległości (d) od T, że uziomy nie oddziałują na siebie. Drugi uziom pomocniczy T<sub>2</sub>, którym może być metalowy pręt wbity w grunt, jest umieszczony w połowie odległości między T i T<sub>1</sub> i umożliwia pomiar spadku napięcia między T i T<sub>2</sub>.

Rezystancja uziomu to iloraz napięcia między T i T<sub>2</sub> i prądu przepływającego między T i T<sub>1</sub>, pod warunkiem, że uziomy nie oddziałują na siebie. Dla sprawdzenia, że zmierzona rezystancja jest prawidłowa należy wykonać dwa dalsze odczyty z przesuniętym uziomem pomocniczym T<sub>2</sub>, raz 6 m w kierunku od uziomu T, a drugi raz 6 m do uziomu T. Jeżeli rezultaty tych trzech pomiarów są zgodne w

granicach błędu pomiaru, to średnią z trzech odczytów przyjmuje się jako rezystancję uziomu T. Jeżeli nie ma takiej zgodności, pomiary należy powtórzyć przy zwiększeniu odległości między T i T<sub>1</sub>. Przy pomiarze prądem o częstotliwości sieciowej, rezystancja wewnętrzna zastosowanego woltomierza musi wynosić co najmniej 200 Ω/V.



Rys. 11. Sposób sprawdzenia poprawności przeprowadzenia pomiaru rezystancji uziomu

Źródło prądu używane do próby powinno być izolowane od sieci energetycznej (np. przez transformator dwuzwojowy).

Ten sposób sprawdzenia poprawności przeprowadzenia pomiaru rezystancji uziomu można stosować również przy pomiarze metodą kompensacyjną.

### 9.1. Rezystancja uziomów pomocniczych

Dokładność pomiaru badanego uziemienia nie zależy praktycznie od rezystancji uziomów pomocniczych, wpływa ona jedynie na czułość układu pomiarowego; im większa rezystancja tym mniejsza czułość układu pomiarowego. Sprawdzenie przy pomiarze metodą kompensacyjną polega na zmianie ustawienia potencjometru o 10%, gdy wskazówka wychyli się o 1,5 działki to czułość jest wystarczająca. Gdy wskazówka wychyli się mniej należy zmniejszyć rezystancję uziemienia przez wbicie kilku dodatkowych prętów uziemiających, lub zwilżenie gruntu.

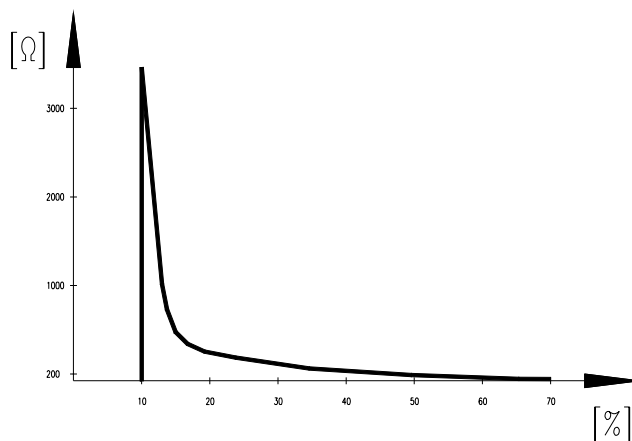
Badany uziom powinien być połączony z zaciskiem miernika możliwie krótkim przewodem pomiarowym, gdyż miernik mierzy łączną rezystancję uziemienia i przewodu. W przypadku długiego przewodu pomiarowego, od wyniku pomiaru należy odjąć rezystancję tego przewodu, którą należy zmierzyć oddzielnie. Okresowo należy sprawdzać stan tego przewodu przez pomiar jego rezystancji, która nie powinna być większa niż 1 Ω.

Rezystywność gruntu ma decydujący wpływ na rezystancję uziomu. Rezystywność ta waha się od 2 do 3000 Ωm, zależy od składu fizycznego gleby i jej wilgotności. Ze wzrostem wilgotności rezystancja maleje, do pewnej granicy.

Rezystywność gruntu kształtuje się następująco:

gleba bagnista	2 - 5 Ωm
gliny i piasek gliniasty	4 - 150 Ωm
kreda	0 - 400 Ωm
torf	powyżej 200 Ωm
piasek, żwir	300 - 3000 Ωm
grunt skalisty	2000 - 8000 Ωm

Rezystancja uziomu zależy od: wielkości i kształtu uziomu, rezystywności właściwej gruntu, podlega zmianom sezonowym w zależności od opadów atmosferycznych, zmiany te są tym mniejsze im uziom jest głębszy. Najlepszymi uziomami są uziomy głębokie. Czynnikiem utrudniającym pomiary są prądy błądzące zniekształcające wyniki pomiarów.



Rys. 12. Wykres zależności rezystywności gleby od wilgotności w %

Wyniki pomiaru należy pomnożyć przez podany w tabeli 7 współczynnik  $K_p = 1,1$  do 3 uwzględniający aktualne nawilgocenie gruntu oraz sposób wykonania uziomu. Współczynniki podane w tablicy umożliwiają eliminowanie sezonowych zmian rezystancji uziemień.

Tabela 7. Wartości współczynnika korekcyjnego poprawkowego  $K_p$

Rodzaj uziomu	Współczynnik korekcyjny poprawkowy $K_p$ w zależności od nawilgocenia gruntu		
	suchy	wilgotny	b. wilgotny
Uziom głęboki pionowy pod powierzchnią ziemi ponad 5 m	1,1	1,2	1,3
j.w. lecz pod powierzchnią ziemi 2,5 - 5 m	1,2	1,6	2,0
Uziom poziomy w ziemi na głębokości ok.1 m	1,4	2,2	3,0

Uziomy wykonywane są jako; pionowe - rurowe lub prętowe i poziome - otokowe lub promieniste.

Można przyjąć zasadę że:

- o ile nie wykonujemy pomiarów w okresie 2 do 3 dni po opadach,
- o ile wykonujemy pomiary od września do października (największe rezystancje uziomów w ciągu roku) to nie musimy stosować współczynników korekcyjnych.

### 9.2. Czynniki wpływające na jakość uziomu

O jakości uziomu decydują:

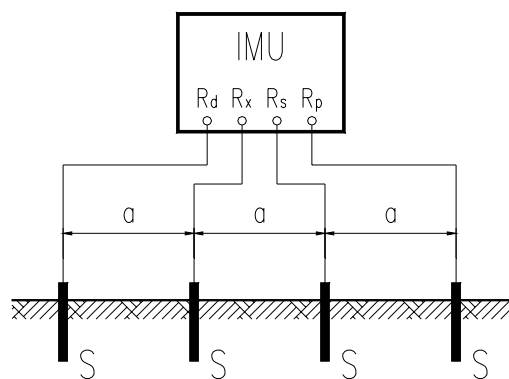
- niska wartość jego rezystancji,
- niezmiennosc rezystancji w czasie,
- odporność elementów uziomu na korozję.

Rezystancja uziemienia uziomu zależy od sposobu jego wykonania, głównie od głębokości pograżenia. Przez zwiększenie głębokości pograżenia uziomu uzyskuje się zmniejszenie jego rezystancji. Głębokość pograżenia uziomu wpływa również na niezmiennosc rezystancji w czasie. Rezystancja uziomu głębokiego jest stabilna, gdyż nie wpływa na nią wysychanie ani zamarzanie gruntu.

Pojedynczy uziom pograżony do 12 m ma rezystancję zbliżoną do rezystancji 15 uziomów pograżonych do głębokości 3 m i połączonych równolegle bednarką.

### 9.3. Pomiar rezystywności gruntu

Pomiar rezystywności gruntu może być wykonany indukcyjnym miernikiem typu IMU. Przy pomiarze rezystywności gruntu zaciski miernika należy połączyć z sondami rozmieszczonymi w linii prostej z zachowaniem jednakowych odstępów "a" między sondami. Odstępy "a" między sondami wynoszą zwykle kilka metrów. Zmierzona wartość jest wartością średnią rezystywności gruntu w obszarze półkuli o średnicy równej 3a.



Rys. 13. Układ połączeń miernika IMU do pomiaru rezystywności gruntu

Pomiary wykonujemy, jak przy pomiarze rezystancji uziemienia, a odczytaną wartość  $R_x$  mnożymy przez  $2 \pi a$ . Szukana rezystywność gruntu wynosi:  $\rho = 2 \pi a R_x [\Omega m]$  [18]

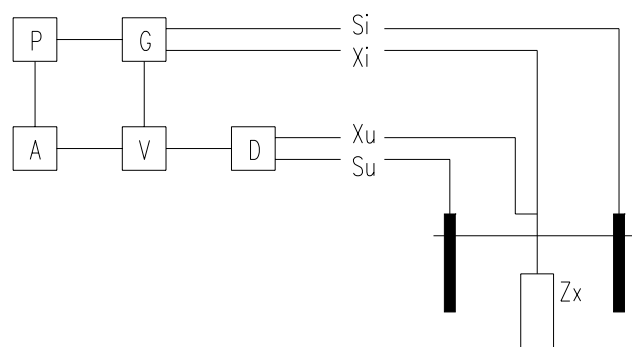
#### 9.4. Pomiar rezystancji uziemień piorunochronnych miernikiem udarowym

Polska Norma PN-89/E-05009/03 dotycząca obostrzonej ochrony obiektów budowlanych wymaga pomiaru rezystancji uziemienia mostkiem udarowym, który jako kryterium oceny stanu uziemienia podaje jego impedancję zmierzoną przy przepływie prądu o dużej stromości narastania.

W Politechnice Gdańskiej opracowano metodę pomiaru impedancji uziomu jako stosunku chwilowej wartości spadku napięcia i wywołującego go prądu o odpowiednio krótkim czasie narastania impulsu, w formie cyfrowego miernika WG-307 produkowanego przez firmę ATMOR z Gdańska. Miernik realizuje pomiar w pełni automatycznie i wykazuje dużą odporność na zakłócenia.

Do pomiaru wykorzystuje się dwie sondy : prądową  $S_i$  i napięciową  $S_u$ . Po uruchomieniu przetwornica P zasila generator udarów G napięciem 1 kV. Generator emituje do obwodu pomiarowego paczkę udarów prądowych o czasie czoła ok.  $4 \mu s$  (WG-307W) lub ok.  $1 \mu s$  (WG-307S) i amplitudzie 1 A. Woltomierz V porównuje sygnał z sondy pomiarowej, przekształcony w dzielniku D, z sygnałami wzorcowymi z generatora udarów i przez kilkanaście sekund wyświetla uśredniony wynik pomiaru. Blok automatyki steruje pracą miernika, wybierając automatycznie zakres pomiarowy 20/200  $\Omega$ , testuje wyświetlacz i akumulatory zasilania i wyłącza je po wyświetleniu wyniku.

Omawiany miernik bada właściwości uziemienia instalacji piorunochronnej (wersja WG-307W) w warunkach zbliżonych do występujących w chwili uderzenia pioruna oraz umożliwia pomiary uziemień poszczególnych słupów linii elektroenergetycznych (wersja WG-307S). Błąd metody oceniany jest na 4 %

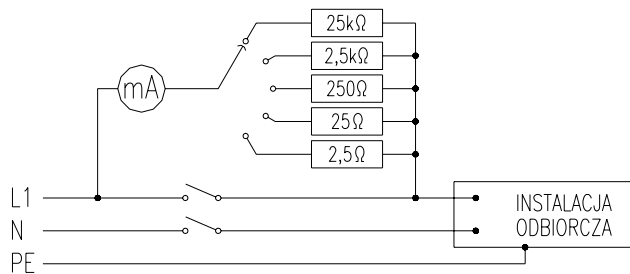


Rys. 14. Schemat funkcjonalny i sposób podłączenia miernika WG-307

## 10. Pomiar prądów upływu

Pomiar prądu upływu powinien być poprzedzony pomiarem rezystancji izolacji. Pomiar ten wykonujemy w przypadku doboru wyłączników różnicowoprądowych lub dla wykrycia przyczyny ich nieuzasadnionego działania.

Aby zmierzyć prąd upływu w instalacji należy ją odpowiednio przygotować. Najlepiej wykonać przerwę w przewodzie N, załączyć wszystkie odbiorniki i podać napięcie na przewód fazowy poprzez wielozakresowy miliamperomierz od 1 do 20 mA.



Rys. 15. Układ do pomiaru prądów upływu

## 11. Kontrola elektronarzędzi;

Stosowanie elektrycznych urządzeń ręcznych wykonanych jako urządzenia II klasy ochronności, zasilanych z instalacji zabezpieczonych wyłącznikami przeciwporażeniowymi różnicowoprądowymi stwarza warunki o najmniejszym zagrożeniu występowania porażień prądem elektrycznym.

Użytkowane na placach budowy elektronarzędzia powinny być poddawane okresowej kontroli co 6,4, lub co 2 miesiące w zależności od kategorii użytkowania.

PN-88/E-08400/10 ustala terminy okresowych badań kontrolnych elektronarzędzi podczas eksploatacji w zależności od ich kategorii użytkowania:

kat 1 - eksploatacja dorywcza kilkakrotnie w ciągu zmiany i zwrot do magazynu, -  
- badania co 6 mieś.

kat 2 - eksploatacja częsta-nie zwracane (u prac) - badania co 4 mieś.

kat 3 - eksploatacja ciągła na kilku zmianach - badania co 2 mieś.

Badania należy przeprowadzać także po każdej zaistniałej sytuacji mogącej mieć wpływ na bezpieczeństwo użytkowania.

Zakres prób bieżących: - oględziny zewnętrzne i próba ruchu.

Zakres prób okresowych: - oględziny zewnętrzne

- demontaż i oględziny wewnętrzne,

- pomiar rezystancji izolacji wykonywany przez 1 min. induktorem 500 V

Wymagana rezystancja izolacji dla urządzeń II klasy ochronności wynosi co najmniej 7 MΩ, a dla urządzeń I i III klasy ochronności wynosi co najmniej 2 MΩ,

- sprawdzanie obwodu ochronnego przez pomiar spadku napięcia pomiędzy stykiem ochronnym a częściami metalowymi narzędzia wykonywane napięciem  $U \leq 12$  V i prądem  $I = 1,5 I_N$  lecz nie mniejszym niż 25 A. Wymagana rezystancja R nie może przekraczać 0,1 Ω,

- sprawdzenie biegu jałowego przez 5-10 s.

Próbę ruchu należy wykonywać przed każdym użytkowaniem

## 12. Badania spawarek

Wg. Zarządzenia Ministra Gospodarki Materiałowej i Paliwowej (MP z 1987 r. nr 8 poz 70)

Oględziny - należy wykonywać raz na kwartał, w czasie ruchu i postoju.

Przeglądy - należy wykonywać 1 raz w roku. (par. 18) Rezystancja badanych transformatorów i spawarek powinna wynosić co najmniej 2 MΩ, a dla silników spawarek wirujących o napięciu do 500 V co najmniej 0,5 MΩ

Rezystancja urządzeń spawalniczych w pomieszczeniach o dużej wilgotności powinna wynosić co najmniej 0,5 MΩ

## 13. Badania sprzętu ochronnego

Izolacyjny sprzęt ochronny należy poddawać okresowo próbom wytrzymałości elektrycznej. Sprzęt, którego termin ważności próby okresowej został przekroczony, nie nadaje się do dalszego stosowania i należy go natychmiast wycofać z użycia. Próby wytrzymałości elektrycznej należy wykonywać w terminach ustalonych w normach przedmiotowych sprzętu ochronnego.

W przypadku braku takich norm próby sprzętu ochronnego należy wykonywać w terminach podanych w poniższym zestawieniu:

Nazwa sprzętu ochronnego	Termin badań okresowych
Rękawice elektroizolacyjne, półbuty elektroizolacyjne, kalosze elektroizolacyjne, wskaźniki napięcia, izolacyjne drażki pomiarowe	co sześć miesięcy
Drażki izolacyjne (z wyjątkiem drażków pomiarowych). Kleszcze i uchwyty izolacyjne, dywaniki i chodniki gumowe	co dwa lata
POMOSTY IZOLACYJNE	co trzy lata

Przed każdym użyciem sprzętu ochronnego należy sprawdzić:

1. napięcie, do jakiego sprzęt jest przeznaczony (sprzęt izolacyjny i wskaźniki)
2. stan sprzętu przez szczegółowe oględziny,
3. termin ważności próby okresowej,
4. działanie wskaźnika napięcia.

W przypadku ujemnego wyniku powyższych sprawdzeń nie wolno sprzętu używać i należy oddać go do kontroli technicznej. Sprzęt ochronny, uznany za niezdatny do użytku i do naprawy należy złomować.

## 14. Wzory protokołów

### Załącznik nr 1

(Nazwa Firmy wykonującej pomiary)	Protokół Nr z            pomiarów            stanu            izolacji obwodów i urządzeń elektrycznych z dnia . . . . .
Zleceniodawca:	
Obiekt:	
Warunki pomiaru:	
Data pomiaru :	
Rodzaj pomiaru:	
Przyrządy pomiarowe:	
Pogoda w dniu pomiaru:	
W dniach poprzednich:	

Szkic rozmieszczenia badanych urządzeń i obwodów przedstawiono na rys: lub zastosowano symbole zgodne z dokumentacją identyfikujące obiekty jednoznacznie

#### TABELA WYNIKÓW

Lp.	Sym-bol	Nazwa urządzenia lub obwodu	Ilość faz	Rezystancja w [MΩ]							Rezystancje wymagane [MΩ]
				L1-L2	L1-L3	L2-L3	L1-PE/PEN	L2-PE/PEN	L3-PE/PEN	N-PE	

UWAGI:

ORZECZENIE: Izolacja badanych urządzeń i obwodów elektrycznych spełnia / nie spełnia / wymagania przepisów.

Sprawdzenie przeprowadził:  
 (imię,  
 i nr świadectwa kwalifikacyjnego)

Protokół sprawdził:

Protokół otrzymał:  
 nazwisko

Załącznik nr 2

Nazwa firmy wykonującej pomiary	<b>Protokół Nr /2003</b>
	Ze sprawdzenia skuteczności ochrony przeciwporażeniowej instalacji elektrycznej urzędów ..... w dniu 2003 r.
Zleceniodawca:	
Obiekt: Instalacja elektryczna .....	
Układ sieciowy TN-S /TN-C $U_o$ 220 V. $U_L$ 50 V. $t \leq 0,2, 0,4$ lub 5s	

Szkielet rozmieszczenia badanych urządzeń i obwodów przedstawiono na rys: lub zastosowano symbole zgodne z dokumentacją identyfikującą obiekty jednoznacznie

Lp	Symbol	Nazwa badanego urządzenia	Typ zabezpieczeń	$I_n$ [ A ]	$I_a$ [ A ]	$Z_{S\ pom}$ [ $\Omega$ ]	$Z_{S\ dop}$ [ $\Omega$ ]	$U_d$ [ V ]	Ocena skuteczności: tak - nie

gdzie:

$U_S$  - napięcie znamionowe sieci

$U_o$  - napięcie fazowe sieci

$U_L$  - napięcie dopuszczalne długotrwale

$U_d$  - obliczane napięcie dotykowe w przypadku gdy zasilania jest nieskuteczne

$I_n$  - prąd znamionowy urzadz. zabezpieczającego

$I_a$  - prąd zapewniający samoczynne wyłączenie

$Z_{S\ pom}$  - impedancja pętli zwarcia - pomierzona

$Z_{S\ dop}$  - impedancja pętli zwarcia - dopuszczalna samoczynne wyłączenia



Przyrządy pomiarowe:

Lp.	Nazwa przyrządu	Producent	Typ	Nr. fabr.
1				
2				
3				
4				

Uwagi: . . . . .  
. . . . .  
. . . . .

Orzeczenie: . . . . .  
. . . . .  
. . . . .

Pomiary przeprowadził:

Protokół sprawdził:

Protokół otrzymał:

1 . . . . .

. . . . .

. . . . .

2 . . . . .

Nazwa Firmy wykonującej pomiar	<b>Protokół nr.</b> .....
	sprawdzenia skuteczności ochrony przeciwporażeniowej urządzeń i instalacji elektrycznych zabezpieczonych wyłącznikami ochronnymi różnicowoprądowymi z dnia .....
<b>Zleceniodawca</b> (nazwa i adres): .....	
<b>Obiekt:</b> .....	
Rodzaj zasilania: prąd przemienny	
Układ sieci zasilającej: TN-C    TN-S    TN-C-S    TT    IT	
Napięcie sieci zasil.: 380/220 V    Napięcie pomierzone: $U_p =$ ..... [V]	
<b>Dane techniczne i wyniki pomiarów rozdzielnic budowlanej:</b>	
typ: ....., nr fabr.: ....., producent: .....	
rodzaj zabezp.: ....., $I_n$ : ..... [A], $I_a$ : ..... [A], $Z_{s \text{ dop}}$ : ..... [ $\Omega$ ], $Z_{s \text{ pom}}$ : ..... [ $\Omega$ ], wynik badania: .....	
<b>Dane techniczne i wyniki pomiarów wyłącznika ochronnego różnicowoprądowego:</b>	
typ: ....., rodzaj: zwykły/selektywny, producent (kraj): ..... zasilane obwody .....	
$I_n$ : ..... [A], $I_{\Delta n}$ : ..... [mA], wymagany czas wyłączenia ..... [ms], k: ....., $I_{\Delta n \text{ pom}}$ : ..... [mA], czas pomierzony: ..... [ms], sprawdzenie działania przyciskiem "TEST" wynik pozytywny/negatywny    Ogólny wynik badania: pozytywny/negatywny	
Wymagania dotyczące badanych urządzeń:	
$U_B \text{ dop}$ : ..... [V], $R_E \text{ dop}$ : ..... [ $\Omega$ ]	

Tabela wyników badań urządzeń

Lp.	Sym- bol	Nazwa badanego urządzenia	Napięcie dotykowe $U_B$ [V]	Rezystancja uziemia $R_E$ [ $\Omega$ ]	Zapewnia skutecz ność tak/NIE
1					
2					
3					
4					

gdzie:

$U_p$  - napięcie sieci pomierzone                       $I_n$  - prąd znamionowy urz. zabezpieczającego  
 $U_B$  - napięcie dotyku pomierzone                     $I_a$  - prąd zapewniający samoczynne wyłączenie  
 $U_{B \text{ dop}}$  - napięcie dotyku dopuszczalne             $I_{\Delta n}$  - znamionowy różnicowy prąd zadziałania  
 $Z_{S \text{ pom}}$  - impedancja pętli zwar.- pomierzona         $I_{\Delta n \text{ pom}}$  - pomierzony różnicowy prąd zadziałania  
 $Z_{S \text{ dop}}$  - impedancja pętli zwar. - dopuszczalna      k - krotność  $I_{\Delta n}$  zapewniająca samoczynne  
 $R_E$  - pomierzona rezystancja uziemia                wyłączenie w wymaganym czasie  
 $R_{E \text{ dop}}$  - dopuszczalna rezystancja uziemia

Przyrządy pomiarowe:

Lp.	Nazwa przyrządu	Producent	Typ	Nr. fabr.
1				
2				
3				
4				

Uwagi: . . . . .  
. . . . .  
. . . . .

Orzeczenie: . . . . .  
. . . . .  
. . . . .

Pomiary przeprowadził:

Protokół sprawdził:

Protokół otrzymał:

1 . . . . .

. . . . .

. . . . .

2 . . . . .

	<b>Protokół Nr</b> z pomiarów rezystancji uziemienia uziomów z dnia . . . . .
(Nazwa Firmy wykonującej pomiary)	
Zleceniodawca:	
Obiekt:	
Warunki pomiaru: Data pomiaru : Metoda pomiaru: Przyrządy pomiarowe: Pogoda w dniu pomiaru: W dniach poprzednich:	
Uziemienie: Rodzaj gruntu: Stan wilgotności gruntu; Rodzaj uziomów:	

Szkic rozmieszczenia badanych uziomów przedstawia rys:

### Wyniki pomiarów rezystancji uziemienia

Lp.	Symbol uziomu	Rezystancja uziemienia w [ $\Omega$ ]		Ciągłość połączeń przewodów uziemiających
		zmierzona	dopuszczalna	
1				
2				
3				
4				

Wyniki badania rezystancji uziomów: **pozytywne / negatywne**

Uwagi pokontrolne:

Wnioski: Badane uziomy spełniają / nie spełniają wymagań przepisów i nadają się (nie nadają się) do eksploatacji.

Sprawdzenie przeprowadził:  
(imię,  
i nr świadectwa kwalifikacyjnego)

Protokół sprawdził:

Protokół otrzymał:  
nazwisko

(Nazwa Firmy wykonującej pomiary)	<b>Protokół Nr</b> z badań niepełnych urządzeń piorunochronnych z dnia . . . . .
Zleceniodawca:	
Obiekt:	
<b>Warunki pomiaru:</b> Data pomiaru : Metoda pomiaru: Przyrządy pomiarowe: Pogoda w dniu pomiaru: W dniach poprzednich:	
<b>Uziemienie:</b> Rodzaj gruntu: Stan wilgotności gruntu; Rodzaj uziomów:	

Szkic rozmieszczenia badanych uziemień przedstawia rys:

### Wyniki pomiarów rezystancji uziemienia

Lp.	Symbol uziomu	Rezystancja uziemienia w [ $\Omega$ ]		Ciągłość połączeń przewodów uziemiających
		zmierzona	dopuszczalna	
1				ciągłość zachowana
2				
3				
4				

Wyniki badania przewodów odprowadzających i uziemień: **pozytywne / negatywne**

Uwagi pokontrolne:

Wnioski: Badana instalacja piorunochronna nadaje się / nie nadaje się do eksploatacji.

Sprawdzenie przeprowadził:  
(imię,  
i nr świadectwa kwalifikacyjnego)

Protokół sprawdził:

Protokół otrzymał:  
nazwisko

Załącznik składa się z:

- instrukcji przeprowadzania badań odbiorczych
- 3 stronicowego "Protokołu badań odbiorczych instalacji elektrycznej"

## **INSTRUKCJA PRZEPROWADZANIA BADAŃ ODBIORCZYCH**

1. Komisja powinna być co najmniej 3 osobowa i składać się z fachowców dobrze znających wymagania stawiane instalacjom elektrycznym przez Polskie Normy
2. W małych obiektach Komisja może być jednocześnie wykonawcą oględzin i badań, z tym że z pomiarów muszą być wykonane oddzielne protokoły.
3. W dużych obiektach oględziny i badania mogą być wykonywane przez oddzielne zespoły przeprowadzające próby i badania według zadań określonych w Tablicach 1 i 2, a Komisja stan faktyczny ustala na podstawie dostarczonych protokołów badań czy prób.
4. W Tablicy 1 w pkt. 1.3., wymagania zeszytu 10 Przepisów Budowy Urządzeń Elektrycznych (PBUE) obowiązują do czasu ukazania się arkusza PN- /E-0509/523.
5. W Tablicy 1 w pkt. 1.3., wymagania zeszytu 9 PBUE obowiązują tylko w zakresie dopuszczalnego spadku napięcia.
- 6 W Tablicy 2 w pkt. 2.9., do czasu okazania się zakresu i sposobu badań ochrony przed skutkami cieplnymi (w postaci odrębnego arkusza PN), wyniki badań wpisuje się identycznie jak w Tabeli 1 pkt. 1.2.



**T A B L I C A 1 - BADANIA ODBIORCZE. OGŁĘDZINY.**

Obiekt .....

Badania przeprowadzono w okresie od ..... do .....

Lp.	Czynności	Wymagania	Ocena
1.1	Sprawdzenie prawidłowości ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym	PN-92/E-05009/41 PN-92/E-05009/47	DODATNIA UJEMNA
1.2	Sprawdzenie prawidłowości ochrony przed pożarem i przed skutkami cieplnymi.	PN-91/E-05009/42 PN-91/E-05009/482	DODATNIA UJEMNA
1.3	Sprawdzenie prawidłowości doboru przewodów do obciążalności prądowej o spadku napięcia	PN- /E-05009/523 Zeszyt 10 PBUE Zeszyt 9 PBUE PN-91/E-05009/43 PN-91/E-05009/473	DODATNIA   UJEMNA
1.4	Sprawdzenie prawidłowości doboru i nastawienia urządzeń zabezpieczających i sygnalizacyjnych.	PN-91/E-05009/43 PN-91/E-05009/473 PN-93/E-05009/51 PN-93/E-05009/53 PN-92/E-05009/537	DODATNIA   UJEMNA
1.5	Sprawdzenie prawidłowości umieszczenia odpowiednich urządzeń odłączających.	PN-93/E-05009/46 PN-92/E-05009/537	DODATNIA UJEMNA
1.6	Sprawdzenie prawidłowości doboru urządzeń i środków ochrony od wpływów zewnętrznych.	PN-91/E-05009/03 PN-93/E-05009/51	DODATNIA  UJEMNA
1.7	Sprawdzenie prawidłowości oznaczenia przewodów neutralnych i ochronnych.	PN-91/E-05009/54 PN-90/E-05023	DODATNIA UJEMNA
1.8	Sprawdzenie prawidłowego i wymaganego umieszczenia schematów, tablic ostrzegawczych lub innych podobnych informacji.	PN-93/E-05009/51 PN-89/E-05028 PN-78/E-01245 PN-87/E-01200 PN-87/E-02001 PN-90/E-05023	DODATNIA   UJEMNA
1.9	Sprawdzenie prawidłowego i kompletnego oznaczenia obwodów bezpieczników, łączników, zacisków itp.	PN-93/E-05009/51	DODATNIA  UJEMNA
1.10	Sprawdzenie poprawności połączeń przewodów.	PN-86/E-06291 PN-75/E-06300 PN-82/E-06290	DODATNIA UJEMNA
1.11	Sprawdzenie dostępu do urządzeń umożliwiającego ich wygodną obsługę i konserwację.	PN-93/E-05009/51 PN-91/E-05009/03	DODATNIA UJEMNA

Ogólny wynik oględzin: DODATNI / UJEMNY.

Podpisy

członków

Komisji:

- 1 .....
- 2 .....
- 3 .....
- 4 .....
- 5 .....

Data .....



**T A B L I C A 2 - BADANIA ODBIORCZE. POMIARY.**

Obiekt .....

Badania przeprowadzono w okresie od ..... do .....

Lp.	Czynności	Wymagania	Ocena
2.1	Sprawdzenie ciągłości przewodów ochronnych w tym głównych i dodatkowych połączeń wyrównawczych	PN-92/E-05009/61-612.2	DODATNIA UJEMNA
2.2	Pomiar rezystancji izolacji elektrycznej.	PN-92/E-05009/61-612.3	DODATNIA UJEMNA
2.3	Sprawdzenie ochrony przez oddzielenie od siebie obwodów.	PN-92/E-05009/61-612.4 PN-92/E-05009/61-612.5	DODATNIA UJEMNA
2.4	Pomiar rezystancji ścian i podłóg.	PN-92/E-05009/61-612.5 PN <sub>Ė</sub>	DODATNIA UJEMNA
2.5	Sprawdzenie samoczynnego wyłączenia zasilania.	PN-92/E-05009/41-413.1.3 -413.1.4 -413.1.5	DODATNIA UJEMNA
2.6	Sprawdzenie biegunowości.	PN-93/E-05009/61-612.7	DODATNIA UJEMNA
2.7	Sprawdzenie wytrzymałości elektrycznej.	PN-88/E-04300-2.12	DODATNIA UJEMNA
2.8	Przeprowadzenie prób działania.	PN-92/E-05009/61-612.9	DODATNIA UJEMNA
2.9	Sprawdzenie ochrony przed skutkami cieplnymi.	Próby zawieszono do czasu ukazania się zaleceń IEC	wynik jak w Tabl.1 pkt.1.2.
2.10	Sprawdzenie ochrony przed spadkiem lub zanikiem napięcia.	PN-92/E-05009/45	DODATNIA UJEMNA

Ogólny wynik oględzin: DODATNI / UJEMNY.

Podpisy

członków

Komisji:

- 1 .....
- 2 .....
- 3 .....
- 4 .....
- 5 .....

Data .....

## 15. Normy i przepisy związane

1. PN-IEC 60364-4-41 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przeciwporażeniowa.
2. PN-IEC 60364-5-54 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Uziemienia i przewody ochronne.
3. PN-IEC 60364-6-61 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Sprawdzanie. Sprawdzanie odbiorcze.
4. PN-IEC 60364-7-704 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Instalacje placów budowy i robót rozbiórkowych.
5. PN-88/E-08400/10 Narzędzia ręczne o napędzie elektrycznym. Badania kontrolne w czasie eksploatacji
6. Ustawa z 11 maja 2001r. Prawo o Miarach (Dz. U. nr 63 z 2001r. - poz 636
7. Zarządzenie Ministra Gospodarki Materiałowej i Paliwowej (MP nr 8 z 1987r., poz. 70)
8. Zarządzenia nr 198 z 1996 r. oraz nr 29 i 30 z 1999 r. Prezesa Głównego Urzędu Miar (Dz. Urz. Miar i Probiernictwa nr 27/96 i 4/99)
9. Ustawa z dnia 7 07 1994r. Prawo Budowlane (tekst jednolity Dz. U. z 2000r. nr 89, poz. 1126)
10. Ustawa z dnia 10 04 1997r. Prawo Energetyczne (Dz. U. z 1997r. nr 54, poz. 348 i nr 158, poz. 1042, z 1998r. nr 94, poz. 594 i nr 106, poz. 668)
11. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Z2002r. nr 75, poz. 690)
12. Rozporządzenie Ministra Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych z dnia 28 marca 1972r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu robót budowlano-montażowych i rozbiórkowych (Dz. U. z 1972r. nr 13, poz. 93).
13. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 3 11 1992r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. z 1992r. nr 92, poz. 460 oraz z 1995r. Nr 102, poz. 507).
14. Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 28 kwietnia 2003r. w sprawie szczegółowych zasad stwierdzania posiadania kwalifikacji przez osoby zajmujące się eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci (Dz. U. z 2003r. nr 89, poz. 828).
15. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 19 10 1998r. w sprawie książki obiektu budowlanego (Dz. U. z 1998r. nr 135, poz. 882).
16. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 21 10 1998r. w sprawie szczegółowych warunków przyłączania podmiotów do sieci elektroenergetycznych, pokrywania kosztów przyłączania , obrotu energią elektryczną, świadczenia usług przesyłowych, ruchu sieciowego i eksploatacji sieci oraz standardów jakościowych obsługi odbiorców. (Dz. U. z 1998r. nr 135, poz. 881).
17. Rozporządzenie ministra Gospodarki z dnia 17 09 1999 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych. (Dz. U. z 1999r. nr 80, poz. 912)
18. Zarządzenie Prezesa Głównego Urzędu Miar nr 12 z dnia 30 03 1999 r. w sprawie wprowadzenia przepisów metrologicznych o miernikach oporu pętli zwarcia.

## 16. Literatura

1. Z. Gryżewski. Prace pomiarowo-kontrolne przy urządzeniach elektroenergetycznych o napięciu znamionowym do 1 kV
2. A. Boczkowski, S. Siemek, B. Wiaderek. Nowoczesne elementy zabezpieczeń i środki ochrony przeciwporażeniowej w instalacjach elektrycznych do 1 kV. Wskazówki do projektowania i montażu.
3. B. Wiaderek. Wskazówki wykonywania badań odbiorczych i eksploatacyjnych instalacji elektrycznych do 1 kV w świetle wymagań europejskich.
4. B. Wiaderek. Wytuczne przeprowadzania badań i oceny instalacji elektrycznych podczas odbioru końcowego obiektu budowlanego.
5. P. Własienko. Metody badań instalacji elektrycznych z wyłącznikami różnicowo-prądowymi i przyrządy pomiarowe do tych badań.
6. J. Laskowski. Poradnik elektrenergetyka przemysłowego. Wydanie IV.
7. Instrukcja obsługi uniwersalnego przyrządu pomiarowego UNITEST - 0100 EXPERT.
8. Instrukcja obsługi miernika zabezpieczeń różnicowoprądowych MRP-1.
9. Instrukcja obsługi udarowego miernika uziemień.

