

VERLAG
DASHÖFER

Wydawnictwo Verlag Dashofer Sp. z o.o.
Świat profesjonalnej wiedzy

Fryderyk Łasak

Błędy popełniane przy badaniach i pomiarach elektrycznych

Poradnik dla elektryka

Wydanie drugie

ELEKTRYKA



Copyright © 2012

Wydawnictwo Verlag Dashofer Sp. z o.o.
al. Krakowska 271, 02-133 Warszawa
tel. (22) 559 36 00 do 05, faks: (22) 829 27 00, 829 27 27
www.dashofer.pl

Autor: Fryderyk Łasak

Kontakt: info@dashofer.pl

Skład: Dariusz Ziach

ISBN 978-83-7537-162-8

Wszelkie prawa zastrzeżone, prawo do tytułu i licencji jest własnością Dashöfer Holding Ltd. Kopiowanie, przedrukowywanie i rozpowszechnianie całości lub fragmentów niniejszej publikacji, również na nośnikach magnetycznych i elektronicznych, bez zgody Wydawcy jest zabronione. Ze względu na zmiany w polskim prawie oraz niejednolite interpretacje przepisów Wydawnictwo nie ponosi odpowiedzialności za zamieszczone informacje.

SPIS TREŚCI

Objaśnienia piktogramów	5
1. Wstęp	7
2. Wymagania przepisów techniczno-budowlanych	11
2.1. Obowiązek badań kontrolnych instalacji elektrycznych i piorunochronnych	11
2.2. Bezpieczeństwo prac pomiarowych przy urządzeniach elektroenergetycznych	16
3. Wymagania norm.....	19
3.1. Wymagania znowelizowanych przepisów ochrony przeciwporażeniowej	19
3.2. Oznaczanie żył kabli i przewodów kolorami zgodnie z PN-HD 308 S2	23
3.3. Próby i pomiary instalacji elektrycznej podczas montażu i po wykonaniu.....	24
3.4. Eksploatacja urządzeń elektrycznych	24
3.5. Aktualne wymagania dotyczące instalacji piorunochronnych	25
3.6. Normy w unii europejskiej	25
4. Urządzenia pomiarowe	27
4.1. Przyrządy do pomiarów małych rezystancji oraz rezystancji połączeń ochronnych	27
4.2. Przyrządy do pomiarów rezystancji izolacji urządzeń	27
4.3. Przyrządy do pomiarów impedancji pętli zwarcia	29
4.4. Przyrządy do pomiarów rezystancji uziemień.....	30
4.5. Przyrządy do pomiarów parametrów wyłączników różnicowoprądowych	30
4.6. Przyrządy do pomiarów eksploatacyjnych urządzeń elektroenergetycznych do 1 kv	31
4.7. Przyrządy do pomiarów natężenia oświetlenia	36
5. Rodzaje i zakres badań i pomiarów ochronnych.....	37
5.1. Ciągłość przewodów ochronnych i połączeń wyrównawczych oraz pomiar rezystancji połączeń ochronnych.....	37
5.2. Rezystancja podłogi i ścian	41
5.3. Samoczynne wyłączenie zasilania w sieci TN	44

6.	Pomiary zabezpieczeń różnicowoprądowych.....	65
6.1.	Wprowadzenie	65
6.2.	Przyczyny niezadziałania wyłączników różnicowoprądowych....	67
6.3.	Przyczyny błędnych wyłączeń wyłączników różnicowoprądowych	68
6.4.	Wykonywanie pomiarów zabezpieczeń różnicowoprądowych....	71
7.	Pomiary rezystancji izolacji.....	77
7.1.	Wprowadzenie	77
7.2.	Wykonywanie pomiarów rezystancji izolacji.....	78
7.3.	Pomiar rezystancji izolacji obwodów oświetleniowych.....	81
7.4.	Pomiar rezystancji izolacji uzwojeń transformatora	81
7.5.	pomiar rezystancji izolacji kabla	82
7.6.	Wykonywanie pomiarów rezystancji izolacji uzwojeń maszyn elektrycznych.....	84
7.7.	Błędy popełniane przy pomiarze rezystancji izolacji	86
7.8.	Próba wytrzymałości elektrycznej	88
8.	Pomiary uziemień	89
8.1.	Wykonywanie pomiarów rezystancji uziemień.....	89
8.2.	Rezystancja uziomów pomocniczych.....	95
8.3.	Czynniki wpływające na jakość uziomu	97
8.4.	Pomiar rezystancji uziemień piorunochronnych zgodnie z normą PN-E-05003	98
8.5.	Pomiar rezystywności gruntu.....	101
8.6.	Pomiar rezystancji uziemień piorunochronnych miernikiem udarowym.....	102
8.7.	Właściwości udarowe uziemień.....	105
8.8.	Błędy podczas wykonywania pomiarów rezystancji uziemień ...	106
9.	Pomiary eksploatacyjne	107
9.1.	Pomiary eksploatacyjne spawarek	107
9.2.	Pomiary eksploatacyjne zgrzewarek.....	108
9.3.	Pomiary eksploatacyjne agregatów prądotwórczych.....	110
9.4.	Pomiary eksploatacyjne elektronarzędzi	111
9.5.	Badania instalacji i urządzeń na placach budowy	117
10.	Ocena wyników	121
11.	Podsumowanie i wnioski	123
12.	Czasokresy badań i pomiarów	125
13.	Badania i pomiary odbiorcze a pomiary eksploatacyjne.....	129
14.	Dokumentowanie prac pomiarowo-kontrolnych	131
15.	Błędy w dokumentowaniu pomiarów.....	133
16.	Wzory	135
17.	Literatura	153

2. WYMAGANIA PRZEPISÓW TECHNICZNO-BUDOWLANYCH

2.1. OBOWIĄZEK BADAŃ KONTROLNYCH INSTALACJI ELEKTRYCZNYCH I PIORUNOCHRONNYCH

Obowiązek wykonywania kontrolnych badań i pomiarów instalacji elektrycznych oraz piorunochronnych wynika jednoznacznie z zapisów Ustawy Prawo Budowlane. W art. 62 pkt. 1.2 podano „...kontrolą tą powinno być objęte również badanie instalacji elektrycznej i piorunochronnej w zakresie stanu sprawności połączeń, osprzętu, zabezpieczeń i środków ochrony od porażeń, oporności izolacji przewodów oraz uziemień instalacji i aparatów...”.



Konieczność przestrzegania tego przepisu potwierdza również ustawa Prawo Energetyczne w rozdziale 6, art. 51 pkt. 3 – „Projektowanie, produkcja, import, budowa oraz eksploatacja urządzeń, instalacji i sieci powinny zapewniać racjonalne i oszczędne zużycie paliw lub energii przy zachowaniu:

- 1) niezawodności współdziałania z siecią;
- 2) bezpieczeństwa obsługi i otoczenia po spełnieniu wymagań ochrony środowiska;
- 3) zgodności z wymaganiami odrębnych przepisów, a w szczególności przepisów: prawa budowlanego, o ochronie przeciwporażeniowej, o ochronie przeciwpożarowej, o dozorze technicznym, o ochronie dóbr kultury, o muzeach, Polskich Norm wprowadzonych do obowiązkowego stosowania lub

3. WYMAGANIA NORM

3.1. WYMAGANIA ZNOWELIZOWANYCH PRZEPISÓW OCHRONY PRZECIWPORAŻENIOWEJ

Wymagania znowelizowanych przepisów ochrony przeciwporażeniowej zawarte są w normie PN-HD 60364-4-41:2009 „Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed porażeniem elektrycznym”

Wieloarkuszowa norma PN-IEC 60364:2000 a obecnie PN-HD 60364 przewiduje następujące rodzaje ochrony:

- równoczesna ochrona podstawowa i przy uszkodzeniu przez stosowanie bardzo niskich napięć bezpiecznych SELV i PELV,
- ochrona podstawowa (poprzednio ochrona przed dotykiem bezpośrednim),
- ochrona przy uszkodzeniu (poprzednio ochrona przed dotykiem pośrednim),
- ochrona przed skutkami termicznymi,
- ochrona przeciwpożarowa,
- ochrona przed prądem przetężeniowym,
- ochrona przed spadkiem napięcia
- ochrona przed prądem zakłóceniovym,
- ochrona przed przepięciami.



Zniknęły pojęcia i środki ochrony znane dotychczas jako: ZERO-
WANIE, UZIEMIENIE OCHRONE, SIEĆ OCHRONNA.

4. URZĄDZENIA POMIAROWE

4.1. PRZYRZĄDY DO POMIARÓW MAŁYCH REZYSTANCJI ORAZ REZYSTANCJI POŁĄCZEŃ OCHRONNYCH

Pomiary małych rezystancji wykonuje się przy badaniu połączeń ochronnych, przy pomiarze rezystancji styków, szyn wyrównawczych, połączeń kabli oraz cewek o małej rezystancji.

Przyrządami do tych pomiarów są:

- 1) mostek Thomsona,
- 2) metoda techniczna czyli woltomierz i amperomierz klasy dokładności 0,5 lub 1 oraz źródło niskiego napięcia o obciążalności do 25 A,
- 3) mierniki małych rezystancji (np. miernik MMR-600 produkcji Sonel).

4.2. PRZYRZĄDY DO POMIARÓW REZYSTANCJI IZOLACJI URZĄDZEŃ

Do wykonywania pomiarów rezystancji izolacji stosuje się mierniki izolacji tzw. megaomomierze. Wyróżnia się dwa podstawowe rodzaje tych mierników: mierniki indukcyjne i elektroniczne mierniki izolacji.

**mierniki
izolacji**

Mierniki indukcyjne ze względu na rodzaj stosowanego układu i ustroju pomiarowego dzielą się na:

6. POMIARY ZABEZPIECZEŃ RÓŻNICOWOPRĄDOWYCH

6.1. WPROWADZENIE

Jednym z najbardziej skutecznych środków ochrony przeciwpożarzeniowej jest ochrona przy zastosowaniu urządzeń ochronnych różnicowoprądowych (wyłączniki ochronne różnicowoprądowe, wyłączniki współpracujące z przekaźnikami różnicowoprądowymi).

urządzenia
ochronne
różnicowo-
prądowe

W uziemionych sieciach elektrycznych istnieje możliwość aby prąd elektryczny płynął od przewodu fazowego z powrotem do źródła przez ziemię, w przypadku uszkodzenia izolacji w odbiorniku lub w jego przewodach zasilających, jak również w przypadku dotknięcia elementów pod napięciem przez człowieka mającego połączenie z ziemią. Prąd ten stwarza zagrożenie dla zdrowia lub nawet życia dla ludzi bądź zwierząt oraz zagrożenie zapalenia się elementów palnych w wyniku wydzielania ciepła z zamiany energii elektrycznej na cieplną.




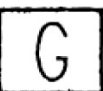

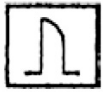



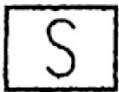

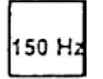
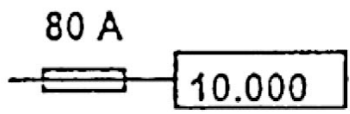
Wyłącznik ochronny różnicowoprądowy porównuje prądy dopływające i powracające w obwodzie odbiorczym oraz rozpoznaje powstałą w razie uszkodzenia różnicę między tymi prądami, czyli reaguje na płynący do ziemi prąd różnicowy. Nie może on zapobiec wystąpieniu prądu różnicowego, lecz w przypadku wystąpienia zagrożeń dla ludzi, zwierząt lub powstania szkód materialnych usunie to zagrożenie poprzez szybkie wyłączenie wszystkich biegunów. Wyłącznik ochronny różnicowoprądowy zapobiega występowaniu niebezpiecznych napięć dotykowych

6. Pomiarzy zabezpieczeń różnicowoprądowych

Błędy popełniane przy badaniach i pomiarach elektrycznych

na korpusach urządzeń I kl. ochronności. Gdy z powodu zwarcia z ziemią, zwiększonej upływności lub dotknięcia przewodu fazowego przez człowieka lub zwierzę, różnica ta przekroczy wartość prądu uszkodzeniowego I_{Δ} (wyzwalającego wyłącznik) wtedy wyłącznik odłącza uszkodzony element. Nie reaguje on jedynie na prądy uszkodzeniowe płynące tylko w przewodach czynnych (zwarcia lub przeciążenia) gdyż wtedy suma prądów obwodu nadal wynosi zero.

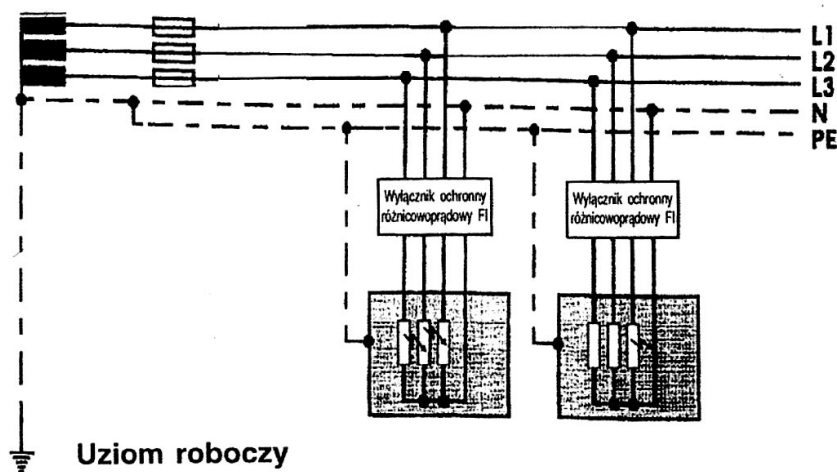
Tabela 6.1./1. Oznaczenia stosowane na wyłącznikach różnicowoprądowych

Typ	Oznaczenie	Przeznaczenie
AC		Wyłącznik reaguje tylko na prądy różnicowe przemienne sinusoidalne
A		Wyłącznik reaguje na prądy różnicowe przemienne sinusoidalne, na prądy pulsujące jednopółkowe, ze składową stałą do 6 mA
B		Wyłącznik reaguje na prądy różnicowe przemienne, jednopółkowe ze składową stałą do 6 mA i na prądy wyprostowane (stałe)
G		Wyłącznik działa z opóźnieniem minimum 10 ms (jeden półokres) i jest odporny na udary 8/20 μ s do 3000 A
		Wyłącznik jest odporny na udary 8/20 μ s do 250 A
		Wyłącznik jest odporny na udary 8/20 μ s do 750 A
kV		Wyłącznik jest odporny na udary 8/20 μ s do 3 kA (do 300 mA) i do 6 kA (300 i więcej mA), minimalna zwłoka czasowa 10 ms (80 ms przy $I_{\Delta n}$)
S		Wyłącznik selektywnym, minimalna zwłoka czasowa 40 ms (200 ms przy $I_{\Delta n}$), odporny na udary 8/20 μ s do 5 kA0
-25°C		Wyłącznik odporny na temperatury do -25°C, bez oznaczenia do -5°C.
F		Wyłącznik na inną częstotliwość, w przykładzie na 150 Hz
		Wyłącznik wytrzyma prąd zwarcia 10 000 A, pod warunkiem zabezpieczenia go bezpiecznikiem topikowym gG 80 A

6.2. PRZYCZYNY NIEZADZIAŁANIA WYŁĄCZNIKÓW RÓŻNICOWOPRĄDOWYCH

6.2.1. Zwarcia międzyfazowe i fazowe

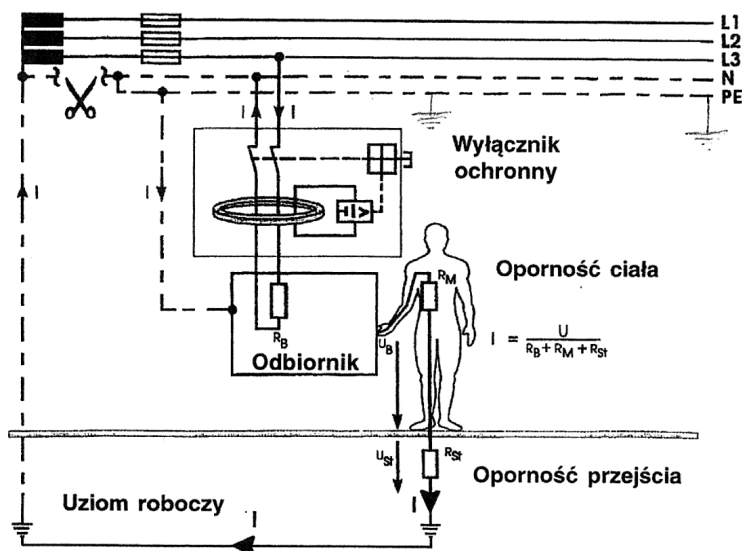
W przypadku wystąpienia zwarc międzyfazowych i fazowych w obwodach chronionych wyłącznikiem różnicowoprądowym, który nie jest wyposażony w wewnętrzne zabezpieczenie zwarciowe, taki wyłącznik nie zadziała, gdyż suma prądów w przewodach objętych wyłącznikiem jest równa zero, jak przedstawiono to na rys. 6.2.1./1.



Rys. 6.2.1./1. Zwarcia międzyfazowe i fazowe za wyłącznikiem

6.2.2. Zagrożenie porażenia przez przerwę przewodu PEN w układzie TN-C-S

Powstanie przerwy w przewodzie PEN w układzie sieci TN-C-S stwarza zagrożenie porażenia, gdyż na obudowie odbiornika I klasy ochronności zabezpieczonego wyłącznikiem różnicowoprądowym pojawi się napięcie sieci, a wyłącznik nie zadziała. Aby uniknąć zagrożenia, należy przewód PE dodatkowo uzemieć najlepiej kilka razy, jak przedstawia rysunek 6.2.2./1.

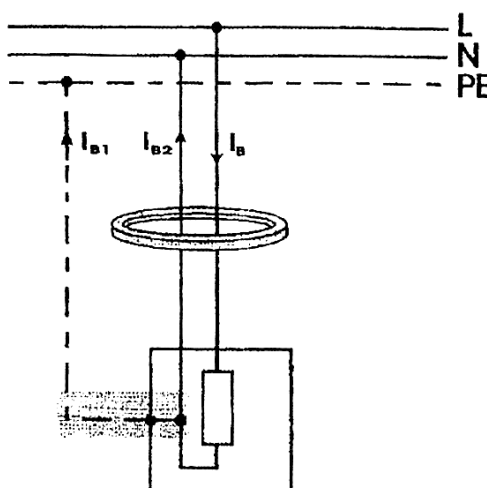


Rys. 6.2.2./1. Przerwa przewodu PEN w układzie TN-C-S

6.3. PRZYCZYNY BŁĘDNYCH WYŁĄCZEŃ WYŁĄCZNIKÓW RÓŻNICOWOPRĄDOWYCH

6.3.1. Połączenie przewodu neutralnego z ochronnym

Częstą przyczyną błędnych wyłączeń jest połączenie za wyłącznikiem różnicowoprądowym przewodu neutralnego z przewodem ochronnym, jak przedstawiono na rys. 6.3.1./1.



Rys. 6.3.1./1. Połączenie przewodu neutralnego z przewodem ochronnym za wyłącznikiem

8. POMIARY UZIEMIEŃ

8.1. WYKONYWANIE POMIARÓW REZYSTANCJI UZIEMIEŃ

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.

miernik IMU

Podczas pomiaru prąd dopływający do uziomu rozplywa się w gruncie promieniście na wszystkie strony. Gęstość prądu jest największa koło uziomu, powoduje 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.