

Rodzaje i środki ochrony przeciwporażeniowej

Rodzaj ochrony	Środek ochrony	
Ochrona podstawowa	Izolacja podstawowa części czynnych	Powszechnie stosowane środki ochrony
	Przegrody lub obudowy	
	Przeszkody	Środki ochrony stosowane tylko w instalacjach dostępnych dla osób wykwalifikowanych lub poinstruowanych, lub osób będących pod nadzorem wyżej wymienionych osób
	Umieszczenie poza zasięgiem ręki	
Ochrona przy uszkodzeniu (dodatkowa)	Samoczynne wyłączenie zasilania	Powszechnie stosowane środki ochrony
	Izolacja podwójna lub izolacja wzmocniona	
	Separacja elektryczna do zasilania jednego odbiornika	
	Izolowanie stanowiska	Środki ochrony stosowane tylko wtedy, gdy instalacja jest pod nadzorem osób wykwalifikowanych lub poinstruowanych tak, że nieautoryzowane zmiany nie mogą być dokonywane
	Nieziemione połączenia wyrównawcze miejscowe	
	Separacja elektryczna do zasilania więcej niż jednego odbiornika	
Ochrona przez zastosowanie bardzo niskiego napięcia	Obwody SELV lub PELV	Środek ochrony stosowany we wszystkich sytuacjach
Ochrona uzupełniająca	Urządzenia ochronne różnicowoprądowe o znamionowym prądzie różnicowym nieprzekraczającym 30 mA	Środek ochrony uzupełniającej, stosowany w układach a.c. w przypadku uszkodzenia środków ochrony podstawowej i/lub środków ochrony przy uszkodzeniu, a także w przypadku nieostrożności użytkowników
	Dodatkowe połączenia wyrównawcze ochronne	Środek ochrony uzupełniającej stosowany jako uzupełnienie ochrony przy uszkodzeniu

4.4 Ochrona podstawowa (ochrona przed dotykiem bezpośrednim)

Ochrona podstawowa (ochrona przed dotykiem bezpośrednim) zapewnia ochronę urządzeń, instalacji i wyposażenia w warunkach normalnych (braku uszkodzenia), uniemożliwiając kontakt z czynnymi częściami elektrycznymi.

Wyróżnia się następujące środki ochrony podstawowej:

1. izolacja podstawowa części czynnych,
2. przegrody lub obudowy,
3. przeszkody, bariery,
4. umieszczenie poza zasięgiem ręki.

Ochrona podstawowa (ochrona przed dotykiem bezpośrednim) powinna składać się z jednego lub większej liczby środków, które w warunkach normalnych zapobiegają skutecznie dotykowi niebezpiecznych części czynnych. Można to osiągnąć przez:

1) Izolowanie części czynnych - stała izolacja podstawowa, zapobiegająca dotykowi niebezpiecznych części czynnych, powinna być wykonana w taki sposób, aby jej usunięcie było możliwe tylko przez zniszczenie.

Izolacja podstawowa powinna być odporna na wilgoć, ciepło, drgania, zapylenie, na jakie może być narażona w warunkach eksploatacji. Izolacja podstawowa wykonana z takich materiałów jak: farby, lakiery, emalie, materiały włókniste, nie są uznawane za izolację podstawową, odpowiednią do ochrony przed porażeniem elektrycznym.

2) Przegrody lub obudowy

Przegrody lub obudowy powinny zapobiegać dostępowi do części czynnych, zastosowane w celu zapewnienia ochrony podstawowej. Przegrody lub obudowy powinny zapewnić dla znajdujących się wewnątrz części czynnych stopień ochrony co najmniej IPXXB lub IP2X, chroniące przed dotknięciem palcem do części czynnych. Poziome górne powierzchnie przegród lub obudów, które są łatwo dostępne, powinny mieć zapewniony stopień ochrony co najmniej IPXXD lub IP4X. Przegrody i obudowy powinny być trwale zamocowane, a usunięcie ich powinno być możliwe jedynie przy użyciu narzędzi lub po wyłączeniu napięcia z części czynnych znajdujących się wewnątrz nich.

3) Przeszkody, bariery

Przeszkody mają za zadanie uniemożliwienie przypadkowemu dotknięciu części czynnych, natomiast nie chronią przed zamierzonym dotykiem spowodowanym rozmyślnym działaniem. Powinny uniemożliwić niezamierzone zbliżenie ciała i niezamierzone dotknięcie części czynnych w trakcie normalnej obsługi urządzeń czynnych. Mogą być usuwane bez użycia klucza lub narzędzia, jednak muszą być zabezpieczone przed niezamierzonym usunięciem. Zwykle stosowane są w pomieszczeniach ruchu elektrycznego.

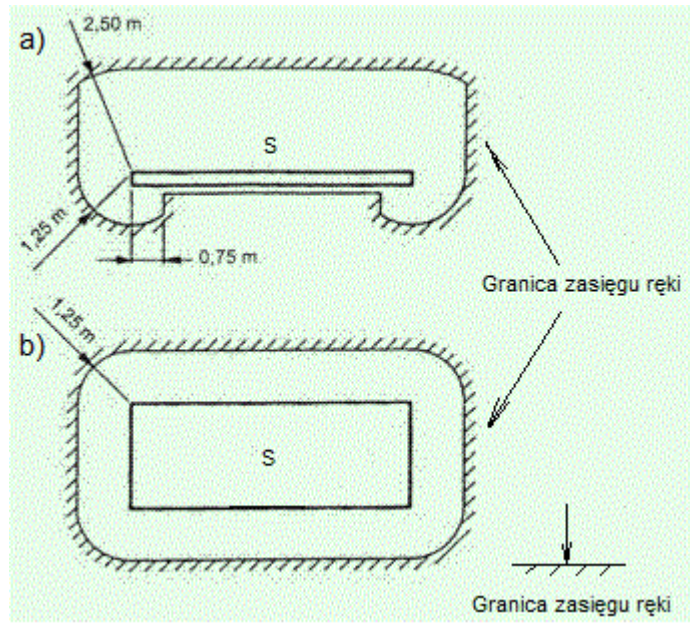
4) Umieszczenie części czynnych poza zasięgiem ręki (ochrona przez uniedostępnienie)

Jeżeli nie mają zastosowania środki ochrony podstawowej: izolacja podstawowa, przegrody lub obudowy, przeszkody, bariery, to umieszczenie części czynnej poza zasięgiem ręki powinno zapobiegać:

- niezamierzonemu jednoczesnemu dotknięciu części czynnych, między którymi może wystąpić niebezpieczne napięcie,
- przed przypadkowym dotknięciem ze stanowisk pracy, a nie przed rozmyślnym działaniem.
- niezamierzonemu wstąpieniu do strefy niebezpiecznej, w przypadku instalacji i urządzeń wysokiego napięcia.

W przypadku instalacji niskiego napięcia części, które są od siebie oddalone więcej niż 2,5 m, uważa się, iż nie są one równocześnie dostępne. Jeżeli dostęp mają wyłącznie osoby wykwalifikowane lub poinstruowane, to mogą być określone mniejsze odstęp.

Jeżeli podczas wykonywania prac przy użyciu długich przewodzących przedmiotów trzymany w ręku (narzędzie, drabina), odległość ta może być zmniejszona, to granice zasięgu ręki należy zwiększyć o długość tych przedmiotów.



Ochrona przy uszkodzeniu

1. Samoczynne wyłączenie zasilania

Samoczynne wyłączenie zasilania jest środkiem ochrony, w którym:

- ochrona podstawowa jest zapewniona przez izolację podstawową części czynnych lub przez przegrody lub obudowy,
- ochrona przy uszkodzeniu jest zapewniona przez połączenia wyrównawcze ochronne i samoczynne wyłączenie zasilania w przypadku uszkodzenia.

Części przewodzące dostępne powinny być przyłączone do przewodu ochronnego na warunkach określonych dla każdego układu sieci.

Każdy obwód powinien mieć odpowiedni przewód ochronny przyłączony do właściwego zacisku (szyny) uziemiającego.

Jednocześnie dostępne części przewodzące dostępne powinny być przyłączone do tego samego uziemienia indywidualnie, w grupach lub zbiorowo.

W przypadku powstania zwarcia o pomijalnej impedancji pomiędzy przewodem liniowym a częścią przewodzącą dostępną lub przewodem ochronnym w obwodzie, urządzenie ochronne powinno samoczynnie przerwać zasilanie przewodu liniowego obwodu lub urządzenia w maksymalnym czasie wyłączenia podanym w tablicy nr 13 dla normalnych warunków środowiskowych oraz w maksymalnym czasie wyłączenia podanym w tablicy nr 14 dla warunków środowiskowych o zwiększonym zagrożeniu.

Tablica 13. Maksymalne czasy wyłączenia dla normalnych warunków środowiskowych

Układ sieci	50 V < U _o ≤ 120 V		120 V < U _o ≤ 230 V		230 V < U _o ≤ 400 V		U _o > 400 V	
	s		s		s		s	
	A.C.	D.C.	A.C.	D.C.	A.C.	D.C.	A.C.	D.C.
TN	0,8	Wyłączenie może być wymagane z innych przyczyn niż ochrona przeciwporażeniowa	0,4	5	0,2	0,4	0,1	0,1
TT	0,3		0,2	0,4	0,07	0,2	0,04	0,1

U_o- nominalne napięcie a.c. lub d.c. przewodu liniowego względem ziemi

Uwagi:

1. Dłuższe czasy wyłączenia mogą być dopuszczone w sieciach rozdzielczych oraz elektrowniach i w sieciach przesyłowych systemów.
2. Jeżeli samoczynne wyłączenie zasilania nie może być uzyskane we właściwym czasie, to powinny być zastosowane dodatkowe połączenia wyrównawcze ochronne.

W układach A.C. powinna być zastosowana ochrona uzupełniająca za pomocą urządzeń ochronnych różnicowoprądowych o znamionowym prądzie różnicowym nieprzekraczającym 30 mA:

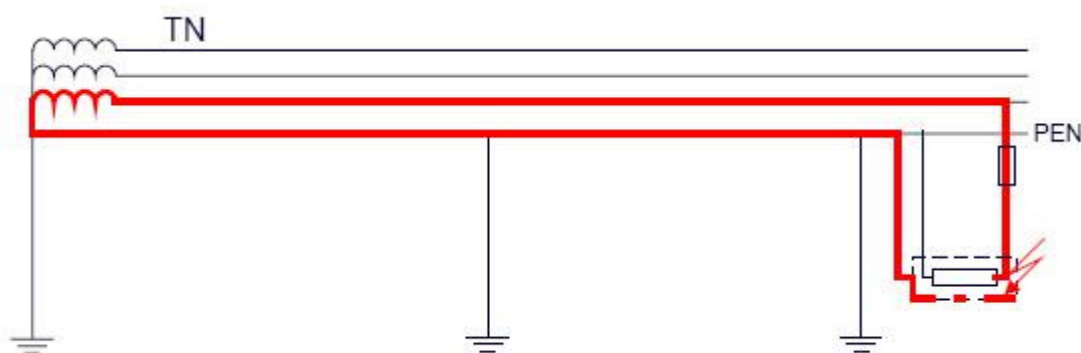
- w obwodach odbiorczych gniazd wtyczkowych o prądzie znamionowym nieprzekraczającym 20 A, które są przewidziane do powszechnego użytkowania i do obsługi przez osoby niewykwalifikowane, oraz
- w obwodach zasilających urządzenia ruchome o prądzie znamionowym nieprzekraczającym 32 A, używane na zewnątrz.

1.1. Samoczynne wyłączenie zasilania w układzie sieci TN

W układzie sieci TN integralność uziemienia instalacji elektrycznej zależy od niezawodnych i skutecznych połączeń przewodów PEN lub PE z ziemią. Tam gdzie uziemienie jest zapewnione z sieci elektroenergetycznej zasilającej, spełnienie koniecznych warunków na zewnątrz instalacji elektrycznej jest obowiązkiem operatora sieci zasilającej.

Przykładami tych warunków są:

- przewód PEN jest połączony z ziemią w wielu miejscach i jest instalowany w taki sposób, aby zminimalizować ryzyko powstania przerwy w przewodzie PEN,
- w przypadku możliwości bezpośredniego zwarcia przewodu fazowego z ziemią, np. w liniach napowietrznych, napięcie pomiędzy przewodem ochronnym (ochronno- neutralnym) i przyłączonymi do niego częściami przewodzącymi dostępnymi a ziemią, nie powinno przekroczyć wartości napięcia dotykowego dopuszczalnego długotrwale U_L .



Przewody ochronne powinny być również uziemiane w miejscu wprowadzenia ich do każdego z budynków lub obiektów. Zapewnia to utrzymanie potencjału ziemi na przewodzie ochronnym przyłączonym do części przewodzących dostępnych urządzeń elektrycznych w normalnych warunkach pracy instalacji elektrycznej.

W dużych budynkach dodatkowe uziemianie przewodów ochronnych nie jest możliwe ze względów praktycznych. W takich budynkach połączenia wyrównawcze ochronne między przewodami ochronnymi i częściami przewodzącymi obcymi spełniają podobną funkcję.

Dla zapewnienia samoczynnego wyłączenia zasilania powinno być spełnione wymaganie:

$$Z_s \cdot I_a \leq U_o$$

gdzie:

Z_s — impedancja pętli zwarciowej, obejmującej źródło zasilania, przewód liniowy do miejsca zwarcia i przewód ochronny od miejsca zwarcia do źródła zasilania,

I_a — prąd powodujący samoczynne zadziałanie urządzenia zabezpieczającego w wymaganym czasie (wyłącznika lub bezpiecznika). W zależności od zastosowanego urządzenia jest to prąd:

- przetężeniowy, albo

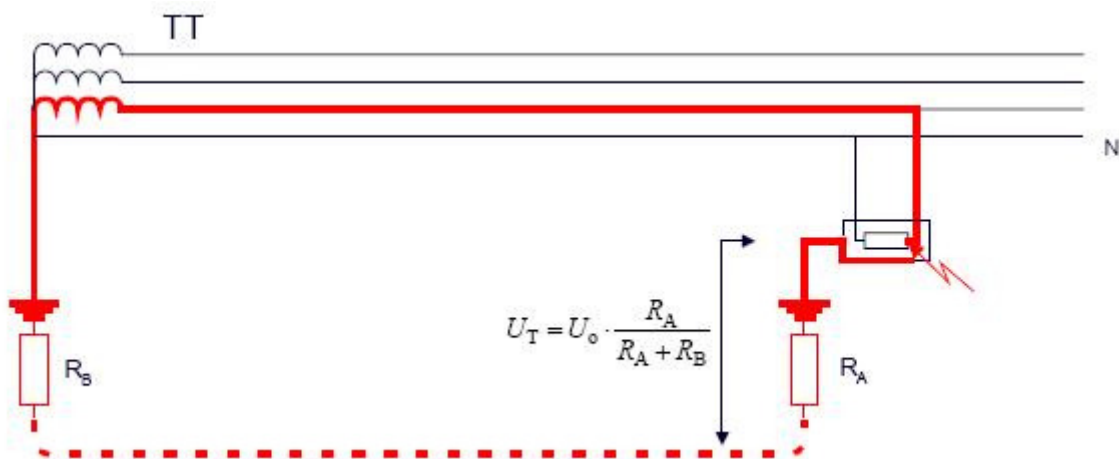
- różnicowy, to jest stanowiący różnicę pomiędzy prądem płynącym w przewodzie L i przewodzie N.

W układzie sieci TN do ochrony przed porażeniem powinny być stosowane:

- zabezpieczenia nadprądowe, albo
- zabezpieczenia ochronne różnicowoprądowe.

1.2. Samoczynne wyłączenie zasilania w układzie sieci TT

Wszystkie części przewodzące dostępne chronione wspólnie przez to samo urządzenie zabezpieczające powinny być połączone przewodem ochronnym do wspólnego uziomu dla wszystkich tych części. W przypadku, gdy jest użytkowanych kilka urządzeń zabezpieczających szeregowo, wymagania te dotyczą oddzielnie wszystkich części przewodzących dostępnych chronionych przez każde z urządzeń zabezpieczających. Punkt neutralny lub punkt środkowy układu zasilania powinien być uziemiony. Ochronę przeciwporażeniową realizowaną przez samoczynne wyłączenie zasilania w układzie sieci TT należy uznać za skuteczną, jeżeli spełniony zostanie jeden z poniższych warunków:



- a) jeżeli wyłączenie zasilania realizowane jest przez wyłącznik ochronny różnicowoprądowy o znamionowym prądzie różnicowym $I_{\Delta n}$

$$R_A \cdot I_{\Delta n} \leq U_L$$

gdzie:

- R_A — całkowita rezystancja uziomu i przewodu ochronnego łączącego części przewodzące dostępne z uziomem,
- $I_{\Delta n}$ — znamionowy prąd różnicowy,
- U_L — napięcie dotykowe dopuszczalne długotrwale.

Obwód w tym przypadku powinien być również chroniony przed przetężeniami przez zabezpieczenia nadprądowe.

Zabezpieczenie nadprądowe może być użyte pod warunkiem, że będzie zapewniona odpowiednio mała wartość impedancji pętli zwarciowej Z_S

1.3. Samoczynne wyłączenie zasilania w układzie sieci IT

W układzie sieci IT części czynne powinny być izolowane od ziemi lub połączone z ziemią przez odpowiednio dużą impedancję. To połączenie może być wykonane albo w punkcie neutralnym lub w punkcie środkowym układu albo w sztucznym punkcie neutralnym.

Przy pojedynczym zwarciu z ziemią w układzie sieci IT prąd uszkodzeniowy jest mały i samoczynne wyłączenie zasilania nie jest bezwzględnie wymagane pod warunkiem, że spełnione jest następujące wymaganie:

$$R_A \cdot I_d \leq U_L$$

gdzie:

- R_A — całkowita rezystancja uziomu i przewodu ochronnego łączącego części przewodzące dostępne z uziomem,
- I_d — prąd uszkodzeniowy pojedynczego zwarcia z ziemią o pomijalnej impedancji między przewodem liniowym i częścią przewodzącą dostępną. Przy wyznaczaniu wartości prądu I_d należy uwzględnić prądy upływowe oraz całkowitą impedancję uziemienia instalacji elektrycznej,
- U_L — napięcie dotykowe dopuszczalne długotrwale.

W warunkach środowiskowych normalnych wartość U_L wynosi 50 V dla prądu przemiennego i 120 V dla prądu stałego. W warunkach środowiskowych o zwiększonym zagrożeniu wartość U_L wynosi 25 V i 12 V dla prądu przemiennego oraz 60V i 30V dla prądu stałego.

W przypadkach, w których układ sieci IT jest użyty z uwagi na ciągłość zasilania, należy zastosować urządzenie monitorujące stan izolacji w celu ujawnienia pojedynczego zwarcia z ziemią. Urządzenie to powinno uruchomić sygnalizację akustyczną i/lub wizualną podtrzymywaną przez cały czas trwania zwarcia. Jeżeli zastosowano obie sygnalizacje, akustyczną i wizualną, to sygnalizacja akustyczna może ulegać kasowaniu.

2. Izolacja podwójna lub izolacja wzmocniona


Izolacja podwójna lub izolacja wzmocniona jest środkiem ochrony, w którym:

- ochrona podstawowa jest zapewniona przez izolację podstawową, a ochrona przy uszkodzeniu jest zapewniona przez izolację dodatkową, lub
- ochrona podstawowa i ochrona przy uszkodzeniu jest zapewniona przez izolację wzmocnioną między częściami czynnymi a częściami dostępnymi.

Izolacja podwójna lub izolacja wzmocniona może być stosowana jako środek ochrony we wszystkich sytuacjach, z wyjątkiem sytuacji objętych ograniczeniami podanymi w odpowiedniej normie PN-IEC(HD) 60364 grupy 700.

Urządzenia elektryczne powinny być:

- urządzeniami klasy ochronności II mającymi podwójną lub wzmocnioną izolację,
- urządzeniami deklarowanymi w odpowiednich normach produktu jako równoważne urządzeniom klasy ochronności II, mającymi całkowitą izolację.

Takie urządzenia oznaczone są symbolem 

Urządzenia elektryczne mające tylko izolację podstawową powinny mieć wykonaną w czasie montażu instalacji izolację dodatkową, zapewniającą stopień bezpieczeństwa równoważny urządzeniom klasy ochronności II. Takie urządzenia oznaczone są symbolem



umieszczonym w widocznym miejscu na zewnątrz i wewnątrz obudowy.

Urządzenia elektryczne mające nieizolowane części czynne powinny mieć wykonaną w czasie montażu instalacji izolację wzmocnioną, zapewniającą stopień bezpieczeństwa równoważny urządzeniom klasy ochronności II, ale tylko tam gdzie elementy konstrukcyjne uniemożliwiają zastosowanie izolacji podwójnej. Takie urządzenia oznaczone są symbolem



umieszczonym w widocznym miejscu na zewnątrz i wewnątrz obudowy.

Urządzenia elektryczne, mające wszystkie części przewodzące oddzielone od części czynnych tylko izolacją podstawową, powinny być umieszczone w obudowach izolacyjnych zapewniających stopień ochrony, co najmniej IPXXB lub IP2X. Przez obudowę izolacyjną nie powinny przechodzić części przewodzące mogące przenieść potencjał.

Jeżeli pokrywy lub drzwiczki obudowy izolacyjnej mogą być otwierane bez użycia narzędzia lub klucza, wszystkie części przewodzące, które są dostępne po otwarciu pokrywy lub drzwiczek powinny znajdować się za przegrodą izolacyjną, zapewniającą stopień ochrony co najmniej IPXXB lub IP2X, chroniącą osoby przed przypadkowym dotknięciem tych części przewodzących. Te przegrody izolacyjne mogą być usuwane tylko przy użyciu narzędzia lub klucza.

3. Separacja elektryczna

Separacja elektryczna jest środkiem ochrony, w którym:

- ochrona podstawowa jest zapewniona przez izolację podstawową części czynnych lub przez przegrody lub obudowy,
- ochrona przy uszkodzeniu jest zapewniona przez separację podstawową obwodu od innych obwodów i od ziemi.

Separowany obwód powinien być zasilany ze źródła, z co najmniej separacją podstawową, a napięcie separowanego obwodu nie powinno przekraczać 500 V.

Części czynne separowanego obwodu nie powinny być połączone z żadnym punktem innego obwodu lub z ziemią lub z przewodem ochronnym.

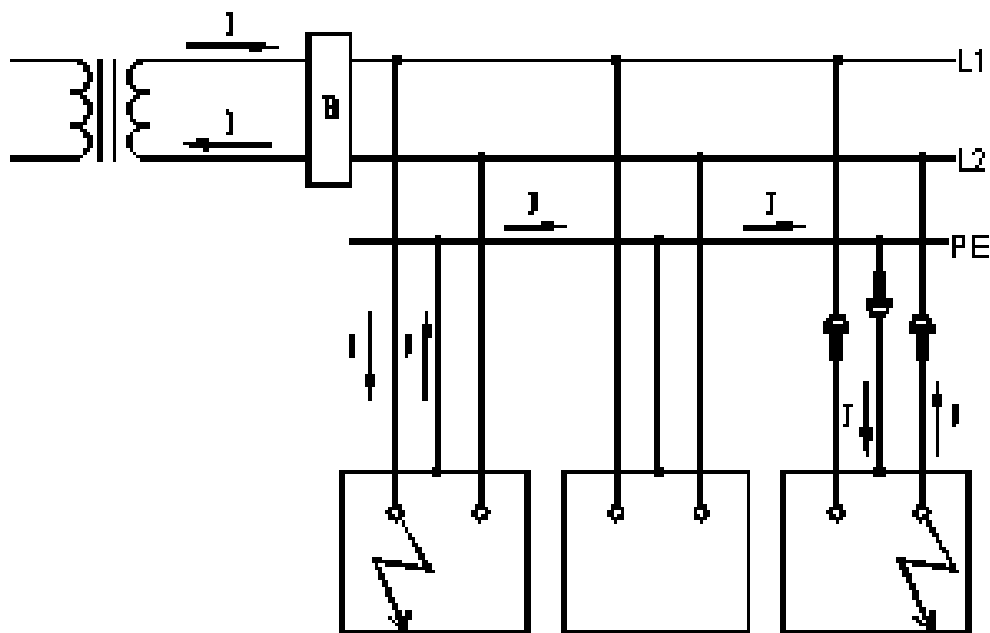
Zaleca się stosowanie oddzielnego oprzewodowania obwodów separowanych. Jeżeli jest konieczne stosowanie obwodów separowanych z innymi obwodami w tym samym oprzewodowaniu, należy wówczas stosować przewody wielożyłowe bez metalowego płaszczka lub przewody izolowane w izolacyjnych rurach lub listwach, pod warunkiem, że:

- napięcie znamionowe obwodów separowanych jest nie niższe od najwyższego napięcia nominalnego,
- każdy obwód jest zabezpieczony przed prądem przetężeniowym.

Części przewodzące dostępne obwodu separowanego nie powinny być połączone ani z przewodem ochronnym ani z częściami przewodzącymi dostępnymi innych obwodów ani z ziemią.

Separacja elektryczna powinna być ograniczona do zasilania jednego odbiornika elektrycznego.

W przypadku gdy więcej niż jeden odbiornik elektryczny jest zasilany z obwodu separowanego należy zastosować izolowane, nieuziemiowane przewody ochronne wyrównawcze łączące części przewodzące dostępne tych odbiorników. Takie połączenia nie powinny być przyłączone do przewodów ochronnych lub części przewodzących dostępnych innych obwodów lub jakiegokolwiek części przewodzącej obcej. Przypadek taki przedstawiono na rysunku nr 14.



Oznaczenia: B - wyłącznik lub bezpiecznik
Rys. 14. Zwarcie podwójne w obwodzie separowanym

Przewody ochronne wyrównawcze w przypadku wystąpienia zwarcia podwójnego w dwóch różnych odbiornikach umożliwiają przepływ prądu I, powodującego samoczynne wyłączenie zasilania.

W przypadku podwójnego zwarcia dwóch części przewodzących dostępnych z przewodami o różnej biegunowości, jak to pokazano na rysunku nr 14, urządzenie zabezpieczające powinno zapewnić samoczynne wyłączenie zasilania w czasie nie dłuższym od podanego w tablicy nr 13 lub 14.

Zaleca się, aby iloczyn nominalnego napięcia podanego w woltach i długości oprzewodowania podanej w metrach nie przekraczał wartości 100 000 i aby długość oprzewodowania nie przekraczała 500 m.

4. Izolowanie stanowiska

Izolowanie stanowiska jest środkiem ochrony przy uszkodzeniu mającemu zapobiegać jednoczesnemu dotykowi części, które mogą być o różnym potencjale na skutek uszkodzenia izolacji podstawowej części czynnych.

Wszystkie urządzenia elektryczne powinny spełniać wymagania jednego ze środków ochrony podstawowej.

Części przewodzące dostępne powinny być tak rozmieszczone, aby w normalnych warunkach osoby nie dotknęły jednocześnie

- dwóch części przewodzących dostępnych, lub
 - części przewodzącej dostępnej i części przewodzącej obcej,
- jeżeli te części w wyniku uszkodzenia izolacji podstawowej lub części czynnej mogą znaleźć się pod różnymi potencjałami.

Na izolowanym stanowisku nie powinno być przewodu ochronnego.

Rezystancja izolacyjnych podłóg i ścian w każdym punkcie pomiaru nie powinna być mniejsza niż

- 50 k Ω , jeżeli nominalne napięcie instalacji nie przekracza 500 V, lub
- 100 k Ω , jeżeli nominalne napięcie instalacji przekracza 500 V.

J

Jeżeli w każdym punkcie rezystancja jest mniejsza od wymienionej wartości to ze względu na ochronę przed porażeniem elektrycznym podłogi i ściany są uważane za części przewodzące obce.

5. Nieziemione połączenia wyrównawcze miejscowe

Nieziemione połączenia wyrównawcze miejscowe są środkiem ochrony przy uszkodzeniu.

Mają one na celu zapobieganie pojawieniu się niebezpiecznych napięć dotykowych.

Wszystkie urządzenia elektryczne powinny spełniać wymagania jednego ze środków ochrony podstawowej.

Przewody połączeń wyrównawczych powinny łączyć między sobą wszystkie części przewodzące dostępne i części przewodzące obce.

System nieziemionych połączeń wyrównawczych miejscowych nie powinien mieć połączenia elektrycznego z ziemią ani bezpośrednio, ani przez części przewodzące dostępne lub części przewodzące obce.

Należy przewidzieć środki ostrożności zapobiegające narażeniu na niebezpieczną różnicę potencjałów osób wchodzących do pomieszczenia z nieziemionymi połączeniami wyrównawczymi miejscowymi, szczególnie w takim przypadku, gdy przewodząca podłoga izolowana od ziemi jest połączona z nieziemionym systemem połączeń wyrównawczych miejscowych.

19. Bardzo niskie napięcie SELV lub PELV

Ochrona przez zastosowanie bardzo niskiego napięcia jest środkiem ochrony, który składa się z jednego z dwóch różnych obwodów bardzo niskiego napięcia:

- SELV lub
- PELV.

Ten środek ochrony wymaga:

- ograniczenia napięcia w obwodach SELV lub PELV do górnej granicy Zakresu I to jest 50 V a.c. lub 120 V d.c., oraz
- separacji ochronnej obwodu SELV lub PELV od wszystkich obwodów innych niż obwody SELV lub PELV oraz izolacji podstawowej między obwodem SELV lub PELV i innymi obwodami SELV lub PELV, oraz
- tylko dla obwodu SELV, izolacji podstawowej między obwodem SELV i ziemią.

Stosowanie SELV lub PELV jest uważane jako środek ochrony we wszystkich sytuacjach.

Następujące źródła zasilania mogą być stosowane dla obwodów SELV lub PELV:

- transformator ochronny,
- źródło prądu zapewniające stopień bezpieczeństwa równy do stopnia bezpieczeństwa transformatora ochronnego (np. przetwornica dwumaszynowa z uzwojeniem zapewniającym równoważną izolację).
- elektrochemiczne źródło (np. bateria) lub inne źródło niezależne od obwodu wyższego napięcia (np. prądnica z napędem dieslowskim).
- niektóre urządzenia elektroniczne spełniające wymagania odpowiednich norm, w których zastosowano środki zabezpieczające, że nawet w przypadku wewnętrznego uszkodzenia, napięcie na zaciskach wyjściowych nie przekroczy górnej granicy Zakresu I.

Obwody SELV lub PELV powinny mieć:

- izolację podstawową między częściami czynnymi i innymi obwodami SELV lub PELV, oraz
- separację ochronną od części czynnych obwodów niebędących SELV lub PELV zapewnioną przez podwójną lub wzmocnioną izolację lub przez izolację podstawową i ekranowanie ochronne dla istniejącego najwyższego napięcia.

Obwody SELV powinny mieć izolację podstawową między częściami czynnymi a ziemią.

Obwody PELV i /lub części przewodzące dostępne urządzenia zasilanego przez obwody PELV mogą być uziemione.

Separacja ochronna oprzewodowania obwodów SELV i PELV od części czynnych innych obwodów, które mają co najmniej izolację podstawową, może być osiągnięta przez zastosowanie jednego z następujących rozwiązań:

- przewody obwodów SELV lub PELV powinny być ułożone w niemetalowej osłonie lub izolacyjnej obudowie jako uzupełnienie izolacji podstawowej,
- przewody obwodów SELV lub PELV powinny być odseparowane od przewodów obwodów o napięciu wyższym niż Zakres I przez uziemioną metalową osłonę lub uziemiony metalowy ekran,
- przewody obwodu o napięciu wyższym niż Zakres I mogą występować w wielożyłowym przewodzie lub innym zestawie przewodów, jeżeli przewody SELV lub PELV są izolowane na najwyższe występujące napięcie.

Wtyczki i gniazda wtyczkowe w obwodach SELV i PELV powinny spełniać następujące wymagania:

- wtyczki powinny uniemożliwiać włożenie do gniazd wtyczkowych innych układów napięciowych,
- gniazda wtyczkowe powinny uniemożliwiać włożenie w nie wtyczek innych układów napięciowych,
- wtyczki i gniazda wtyczkowe w obwodach SELV nie powinny mieć styku ochronnego.

Części przewodzące dostępne obwodów SELV nie powinny być połączone z ziemią lub z przewodami ochronnymi lub dostępnymi częściami przewodzącymi innych obwodów. Jeżeli napięcie nominalne przekracza 25 V a.c. lub 60 V d.c. lub urządzenie jest zanurzone, powinna być przewidywana ochrona podstawowa obwodów SELV i PELV za pomocą:

- izolacji podstawowej części czynnych, lub
- przegród lub obudów.

Ochrona podstawowa jest w ogóle niekonieczna w normalnych suchych warunkach dla:

- obwodów SELV gdzie napięcie nominalne nie przekracza 25 V a.c. lub 60 V d.c.,
- obwodów PELV gdzie napięcie nominalne nie przekracza 25 V a.c. lub 60 V d.c. i części przewodzące dostępne i/lub części czynne są połączone przez przewód ochronny do głównego zacisku (szyny) uziemiającego.

We wszystkich innych przypadkach, ochrona podstawowa nie jest wymagana, jeżeli napięcie nominalne obwodów SELV lub PELV nie przekracza 12 V a.c. lub 30 V d.c.

Ochrona uzupełniająca

Urządzenia ochronne różnicowoprądowe o znamionowym prądzie różnicowym nieprzekraczającym 30 mA są środkiem ochrony uzupełniającej, stosowanym w układach a.c. w przypadku uszkodzenia środków ochrony podstawowej i/lub środków ochrony przy uszkodzeniu, a także w przypadku nieostrożności użytkowników w obwodach odbiorczych gniazd wtyczkowych o prądzie znamionowym nieprzekraczającym 20 A, które są przewidziane do powszechnego użytkowania i do obsługi przez osoby niewykwalifikowane oraz w obwodach zasilających urządzenia ruchome o prądzie znamionowym nieprzekraczającym 32 A, używane na zewnątrz.

Dodatkowe połączenia wyrównawcze ochronne uważa się jako uzupełnienie ochrony przy uszkodzeniu.

Stosowanie urządzeń ochronnych różnicowoprądowych

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

Stosowanie urządzeń ochronnych różnicowoprądowych (wyłączniki ochronne różnicowoprądowe, wyłączniki współpracujące z przekaźnikami różnicowoprądowymi) w instalacjach elektrycznych ma na celu:

- ochronę przy uszkodzeniu przy zastosowaniu wyżej wymienionych urządzeń jako elementów samoczynnego wyłączenia zasilania,
- ochronę uzupełniającą w układach a.c. w przypadku uszkodzenia środków ochrony podstawowej i/lub środków ochrony przy uszkodzeniu lub w przypadku nieostrożności użytkowników, przy zastosowaniu wyżej wymienionych urządzeń o znamionowym prądzie różnicowym nie większym niż 30 mA,

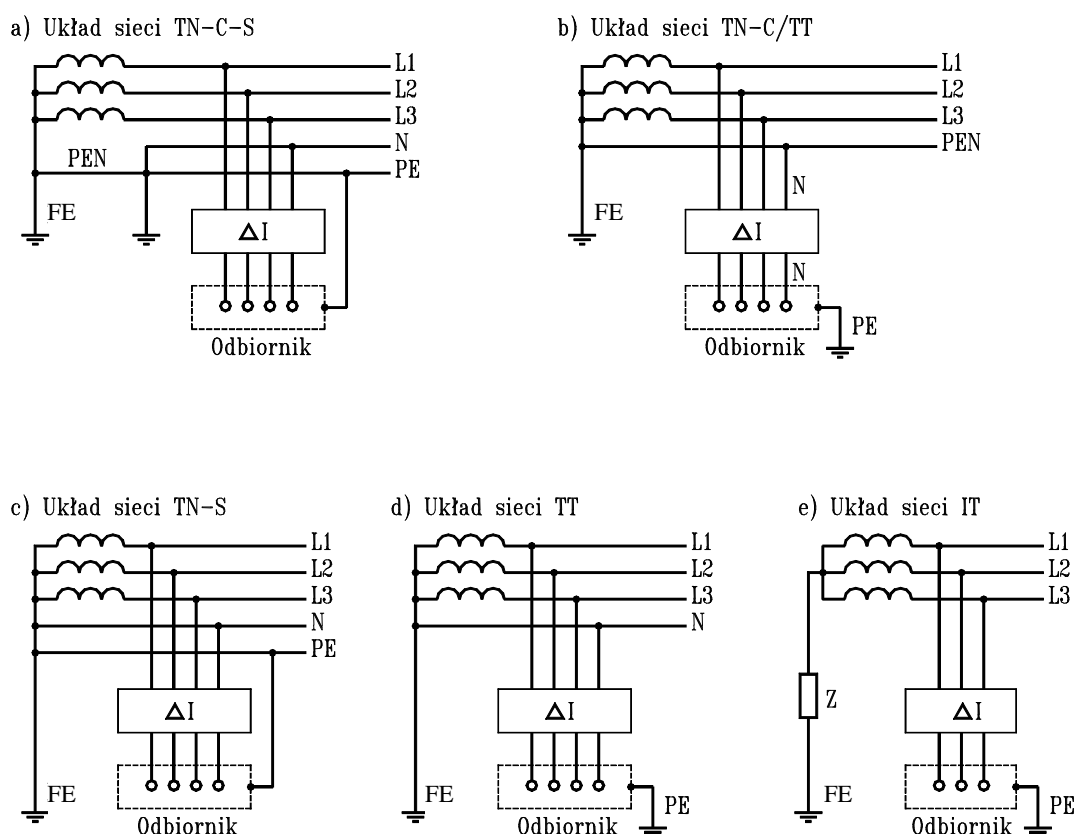
- ochronę przed pożarami wywołanymi prądami doziemnymi przy zastosowaniu wyżej wymienionych urządzeń o znamionowym prądzie różnicowym nie większym niż 500 mA.

Prąd zadziałania urządzenia ochronnego różnicowoprądowego przy prądzie uszkodzeniowym przemiennym sinusoidalnym powinien zawierać się w granicach $0,5 I_{\Delta n} \div I_{\Delta n}$, gdzie $I_{\Delta n}$ jest znamionowym prądem różnicowym.

Urządzenia ochronne różnicowoprądowe można stosować we wszystkich układach sieci z wyjątkiem układu TN-C po stronie obciążenia (za urządzeniem ochronnym różnicowoprądowym).

Przykładowe sposoby zainstalowania urządzeń ochronnych różnicowoprądowych w poszczególnych układach sieci przedstawiono na rysunku nr 16.

Oprócz wyłącznika różnicowoprądowego musi być zawsze zabezpieczenie nadprądowe: wyłącznik instalacyjny lub bezpiecznik!!!






Oznaczenia: L1; L2; L3; - przewody fazowe prądu przemiennego; N - przewód neutralny; PE - przewód ochronny; PEN - przewód ochronno-neutralny; FE - przewód uziemiający funkcjonalny; ΔI - urządzenie ochronne różnicowoprądowe; Z - impedancja

Rys. 16. Sposoby zainstalowania urządzeń ochronnych różnicowoprądowych w poszczególnych układach sieci





W przypadku zasilania urządzenia w I klasie ochronności, w układzie sieci TN, znajdującego się poza zasięgiem połączeń wyrównawczych, należy w obwodzie zasilającym zainstalować urządzenie ochronne różnicowoprądowe, a część przewodzącą dostępną zasilanego



urządzenia przyłączyć do indywidualnego uziemienia, tworząc w ten sposób po stronie obciążenia układ sieci TT. Rezystancja uziemienia powinna być odpowiednia dla znamionowego prądu różnicowego zainstalowanego urządzenia ochronnego różnicowoprądowego. Cały układ sieci będzie wtedy układem TN-C/TT przedstawionym na rysunku nr 16b. Przykładowe zastosowanie tego układu sieci przedstawione jest na rysunku nr 26, przy zasilaniu z sieci elektroenergetycznej niskiego napięcia urządzeń elektrycznych na terenie budowy lub rozbiórki.


W zależności od kształtu przebiegu prądu w czasie powodującego zadziałanie, urządzenia ochronne różnicowoprądowe dzielą się na:


- urządzenia, których działanie jest zapewnione przy prądach różnicowych przemiennych sinusoidalnych oznaczone symbolem:  lub literowo AC,
- urządzenia, których działanie jest zapewnione przy prądach różnicowych przemiennych sinusoidalnych i pulsujących stałych oznaczone symbolem:  lub literowo A,
- urządzenia, których działanie jest zapewnione przy prądach różnicowych przemiennych sinusoidalnych i pulsujących stałych oraz przy prądach wyprostowanych, oznaczone symbolem:  lub literowo B.

Wahania napięć, przepięcia atmosferyczne lub łączeniowe mogą, przez różne pojemności w sieci, spowodować przepływ prądów upływowych, które z kolei mogą być przyczyną zadziałania urządzeń ochronnych różnicowoprądowych. Zjawisko to może wystąpić w odbiornikach z dużymi powierzchniami elementów lub dużą liczbą kondensatorów przeciwzakłóceń. Do odbiorników tych można zaliczyć wielkopowierzchniowe elementy grzejne, oprawy świetlówkowe, komputery, układy rentgenowskie itp.

Dla uniknięcia błędnych zadziałań należy w wyżej wymienionych przypadkach stosować urządzenia ochronne różnicowoprądowe z podwyższoną wytrzymałością na prąd udarowy, oznaczone symbolami:  lub  lub , lub krótkozwłoczny .

Wyłączniki ochronne różnicowoprądowe muszą być chronione przed skutkami zwarcia. Na tabliczce znamionowej wyłącznika podawana jest jego wytrzymałość zwarcia oraz maksymalna wartość prądu znamionowego wkładki bezpiecznikowej zabezpieczającej ten wyłącznik. Umieszczony na tabliczce znamionowej symbol  —  oznacza, że wyłącznik wytrzymuje prąd zwarcia 10 000 A, o ile jest zabezpieczony wkładką bezpiecznikową 100 A.









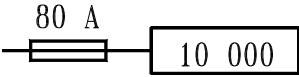
Natomiast symbol  oznacza, że wyłącznik wytrzymuje prąd zwarcia 6000 A, o ile jest zabezpieczony wkładką bezpiecznikową 63 A.

Umieszczony na tabliczce znamionowej symbol  oznacza, że wyłącznik ochronny różnicowoprądowy może być stosowany w obniżonych temperaturach do -25°C , np. na terenach budowy. Przy zastosowaniu wyłączników w takich warunkach należy przyjąć rezystancję uziemienia równą 0,8 wartości wymaganej dla normalnych warunków otoczenia, tj. dla zakresu temperatur od -5°C do $+40^{\circ}\text{C}$.

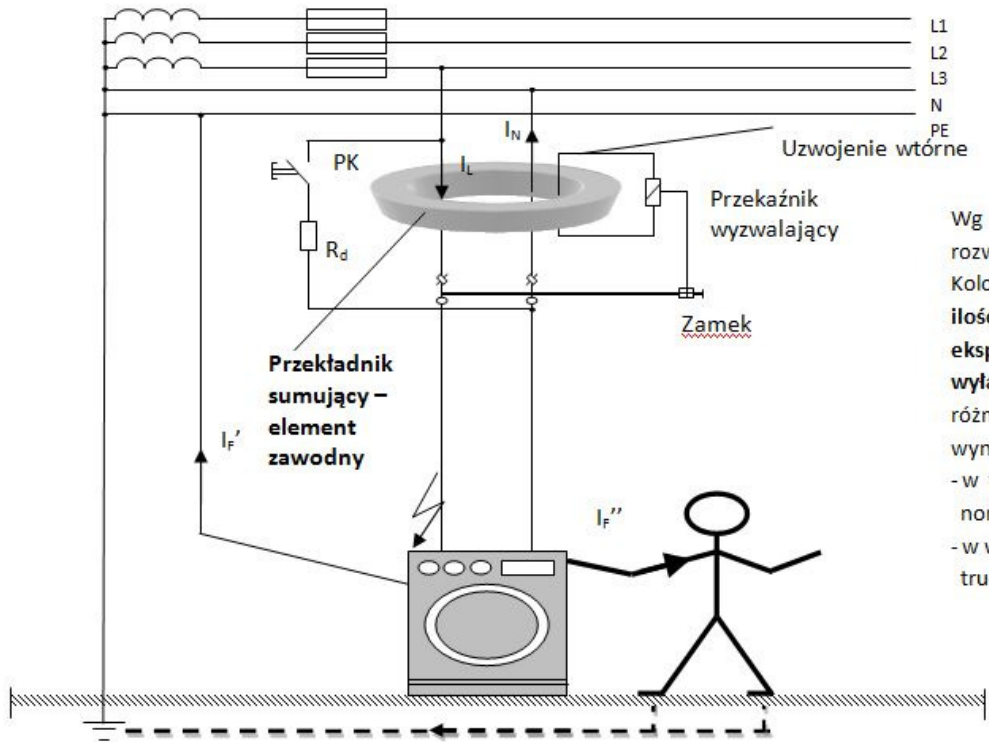
Oznaczenia wyłączników ochronnych różnicowoprądowych podano w tablicy nr 15.

Tablica 15. Oznaczenia wyłączników ochronnych różnicowoprądowych

Typ	Oznaczenie	Przeznaczenie
-----	------------	---------------

AC		Wyłącznik reaguje tylko na prądy różnicowe przemiennie sinusoidalne (zgodny z PN-EN 61008)
A		Wyłącznik reaguje na prądy różnicowe przemiennie sinusoidalne, na prądy pulsujące jednopółwkowe oraz na prądy sinusoidalne odkształcone ze składową stałą do 6 mA (zgodny z PN-EN 61008)
B		Wyłącznik reaguje na prądy różnicowe przemiennie sinusoidalne, na prądy pulsujące jednopółwkowe , na prądy sinusoidalne odkształcone oraz stałe pulsujące
G		Wyłącznik o zwiększonej odporności na udary 8/20 μ s do 3000 A
kV		Wyłącznik o zwiększonej odporności na udary 8/20 μ s do 3000 A oraz posiadający zwłokę czasową około 100ms przy $I_{\Delta n}$
S		Wyłącznik selektywny. Zwłoka czasowa przy 5x $I_{\Delta n}$ 150 ms (500 ms przy $I_{\Delta n}$). Odporny na udary 8/20 μ s do 5 kA (zgodny z PN-EN 61008)
-25°C		Wyłącznik dostosowany do użytkowania w temperaturach do -25°C. Bez oznaczenia do -5°C (zgodny z PN-EN 61008)
F		Wyłącznik na inną częstotliwość. W przykładzie na 150 Hz
		Wyłącznik wytrzymuje prąd zwarcioowy 10 000 A, pod warunkiem zabezpieczenia go bezpiecznikiem topikowym gG 80 A (zgodnie z PN-EN 61008)

Stosowanie urządzeń ochronnych różnicowoprądowych o znamionowym prądzie różnicowym nie większym niż 30 mA w obwodach zasilających gniazda wtyczkowe na terenach budowy, w gospodarstwach rolniczych i ogrodniczych, łazienkach, basenach pływackich, na kempingach, w przestrzeniach ograniczonych powierzchniami przewodzącymi itp. nakazują arkusze normy PN-IEC (HD) 60364 z grupy 700.



Wg ośrodka badawczo-rozwojowego BGFE w Kolonii:
ilość niesprawnych, eksploatowanych wyłączników różnicowoprądowych wynosi:
 - w warunkach normalnych **do 8%**
 - w warunkach trudnych **do 20%**.