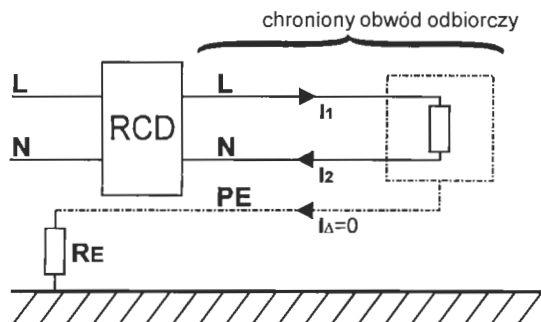


Zasada działania wyłącznika różnicowoprądowego

Zasadniczą funkcją wyłącznika jest ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym.

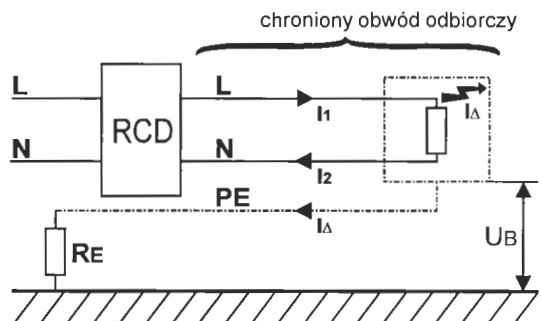
Zadaniem wyłącznika różnicowoprądowego jest odłączenie zabezpieczonego obwodu od zasilania w przypadku wystąpienia w tym obwodzie nadmiernego prądu doziemnego.

Wyłącznik różnicowoprądowy zainstalowany jest w ten sposób, że przechodzą przez niego przewody fazowe (jeden w sieci jednofazowej, trzy w trójfazowej) oraz przewód neutralny (zerowy). Ponadto chroniony nim obwód odbiorczy ma wydzielony przewód ochrony PE:



Gdy w zabezpieczanym obwodzie nie ma zakłóceń, prąd I_1 jest równy prądowi I_2 i prąd różnicowy I_{Δ} , stanowiący różnicę między I_1 a I_2 , równy jest zero.

W momencie, gdy pojawi się prąd doziemny na skutek np. przebicia izolacji przewodu fazowego do korpusu urządzenia, część prądu I_1 wpływa do przewodu ochronnego. Ponieważ w miejscu przebicia prąd I_1 rozdziela się na dwa prądy: I_{Δ} , stanowiący prąd uszkodzeniowy wpływający do przewodu ochronnego oraz prąd I_2 , płynący przez urządzenie i wracający do przewodu neutralnego - prąd I_2 różni się od prądu I_1 o wartość prądu różnicowego I_{Δ} :



Człon pomiarowy RCD mierzy stale prąd różnicowy I_{Δ} i powoduje odłączenie chronionego obwodu od zasilania, jeśli prąd różnicowy przekroczy wartość charakterystyczną dla danego wyłącznika. Wartością tą jest znamionowy prąd różnicowy, oznaczany jako $I_{\Delta N}$.

Napięcie na korpusie zabezpieczonego urządzenia (zaznaczonym linią przerywaną), zgodnie z prawem Ohma, wynosi:

$$U_B = I_{\Delta} \times R_E$$

gdzie R_E jest rezystancją między zaciskiem uziemiającym zabezpieczonego urządzenia a ziemią.

Prąd znamionowy $I_{\Delta N}$ musi być tak dobrany, aby napięcie dotykowe powstające w momencie przepływu tego prądu, nie przekraczało napięcia bezpiecznego U_L :

$$I_{\Delta N} < \frac{U_L}{R_E}$$

Jeżeli rezystancja R_E dla danego urządzenia i dobrany prąd $I_{\Delta N}$ spełniają powyższą zależność, nie ma możliwości długotrwałego utrzymywania się niebezpiecznego napięcia dotykowego. W praktyce istnieje możliwość (np. wskutek przebicia izolacji przewodu fazowego do uziemionego korpusu urządzenia) pojawienia się napięcia dotykowego przekraczającego napięcie bezpieczne. Wyłącznik chroniący obwód odłączy zasilanie tego obwodu w ciągu kilkunastu do dwudziestu kilku milisekund, co wynika z czasu zadziałania mechanizmu RCD. Zanim RCD zdąży zadziałać, prąd uszkodzeniowy może wzrosnąć do wartości ograniczonych tylko napięciem sieci i impedancją utworzonego obwodu. Wyłącznik różnicowoprądowy spełnia wówczas swoje zadanie ograniczając czas przepływu prądu rażenia, nie zaś jego wartość.

Zalecenia przy doborze i instalowaniu wyłączników różnicowoprądowych

Zasada działania wyłączników różnicowoprądowych wymaga, żeby chronione nimi odbiorniki energii, gniazda i inne urządzenia miały wydzielony przewód ochronny PE połączony z uziomem. W momencie pojawienia się prądu uszkodzeniowego, prąd ten przepływa z zabezpieczanego urządzenia do uziomu przez przewód ochronny PE. W prawidłowo wykonanej instalacji wyposażonej w RCD przewód ochronny, w przeciwieństwie do przewodu fazowego L i ne-utralnego N, **nie przechodzi przez RCD**. Wynika z tego, że w sieciach w układzie TN-C, tj. takich, w których przewód PE i N jest wspólny i nosi oznaczenie PEN (klasyczne zerowanie ochronne) **nie wolno** instalować RCD. Zainstalowanie RCD w takim układzie musi być poprzedzone odpowiednimi przeróbkami w zabezpieczanej instalacji elektrycznej.

Bardzo poważnym, często popełnianym błędem jest łączenie przewodu PE z przewodem N za wyłącznikiem, podobnie, jak ma to miejsce w zerowaniu. Przewodu neutralnego N **nie wolno** uziemiać za wyłącznikiem.

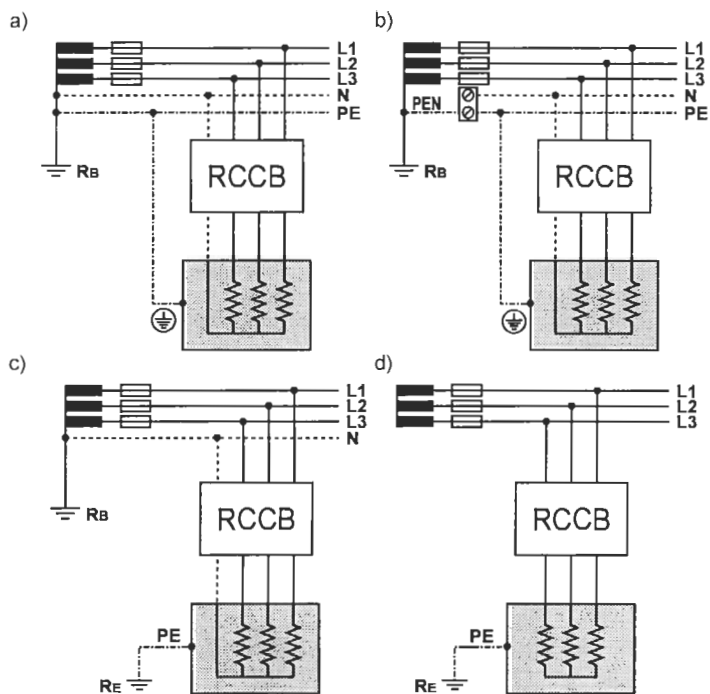
Wyłącznik RCD ogranicza czas przepływu prądu uszkodzeniowego (w przypadku porażenia prądem - czas przepływu prądu rażenia), a nie wartość tego prądu. Kryterium zadziałania RCD jest jednak przekroczenie przez prąd uszkodzeniowy (prąd rażenia) wartości różnicowego prądu znamionowego wyłącznika, stąd prąd znamionowy należy dobrać stosownie do rodzaju zabezpieczanych odbiorników energii elektrycznej.

RCD o prądzie znamionowym nie przekraczającym 10mA należy stosować jako środek ochrony dodatkowej w przypadkach zwiększonego zagrożenia porażeniem (np. podczas pracy w metalowych zbiornikach), do zabezpieczenia pojedynczych odbiorników np. w kuchniach, łazienkach, pralniach, szklarniach, itp. jak również przy zasilaniu elektronarzędzi.

RCD o prądzie znamionowym nie przekraczającym 30mA należy stosować jako środek ochrony dodatkowej w instalacjach mieszkaniowych, przemysłowych, w instalacjach placów budowy i w gospodarstwach rolniczych, na kempingach.

RCD o prądzie znamionowym 100mA może stanowić środek ochrony dodatkowej w obwodach o dużym prądzie upływowym (szafy chłodnicze, kuchnie i piece elektryczne).

RCD o prądzie znamionowym 300 lub 500mA stanowi przede wszystkim środek ochrony przeciwpożarowej, może być stosowany jako wyłącznik główny instalacji odbiorczej.



Rys. 1. Wyłącznik różnicowoprądowy w różnych układach sieci
 a) układ TN-S, b) układ TN-C-S, c)układ TT, d) układ IT

Rzeczywista instalacja elektryczna charakteryzuje się prądami upływowymi, których przyczyną jest np. pojemność elektryczna pomiędzy przewodem fazowym a ochronnym albo obniżona rezystancja izolacji (niekiedy zawilgoconej) przewodu fazowego. Przyczyną upływności w instalacji mogą być również urządzenia elektryczne, szczególnie kuchnie elektryczne, pralki, instalacje ogrzewania podłogowego czy urządzenia wyposażone w filtry przeciwzakłóceń. Wówczas upływowy prąd różnicowy płynie stale przez RCD, co może nierzadko powodować niepożądane wyłączenia. Jedyną drogą uniknięcia ich jest zwiększenie $I_{\Delta N}$ stosowanego RCD (lub zastosowanie wyłącznika selektywnego). Istotny jest przy tym fakt, że prądy upływowe - występujące stale - powodują długotrwałe odkładanie się na rezystancji uziemienia napięcia dotykowego. Wartość tego napięcia nie może przekraczać wartości napięcia bezpiecznego. Z kolei skutkiem zwiększenia prądu znamionowego RCD dla uniknięcia wyłączeń spowodowanych prądami upływowymi jest zwiększenie prądów uszkodzeniowych, które mogą pojawić się w instalacji nie powodując zadziałania RCD.

Wyłącznik różnicowoprądowy powinien być dostosowany do rodzaju prądów upływowych, na które ma reagować. Wyłączniki oznaczane są symbolami określającymi dostosowanie do określonego kształtu prądu w następujący sposób:



Ten symbol oznacza, że RCD reaguje tylko na prąd różnicowy sinusoidalny i nie powinien być stosowany w instalacjach, w których odbiornikami są układy energoelektroniczne powodujące znaczne odkształcenia przebiegu prądu uszkodzeniowego od sinusoidy. Wyłącznik taki oznacza się jako AC, a

jego prąd zadziałania mieści się w zakresie 50..100% prądu znamionowego $I_{\Delta N}$.



Ten symbol oznacza, że RCD reaguje zarówno na prąd różnicowy sinusoidalny, jak i pulsujący. Wyłącznik taki oznacza się jako A, a jego prąd zadziałania mieści się w zakresie 35..140% prądu znamionowego $I_{\Delta N}$.

Uwaga! Miernik MRP-1 przeprowadza test zadziałania RCD prądem sinusoidalnym i nie posiada możliwości testowania prądem pulsującym.

Prąd zadziałania wyłącznika różnicowoprądowego I_{Δ} oraz rezystancja uziemienia chronionego odbiornika lub grupy odbiorników R_E , powinny być odpowiednio dobrane. Wzajemna zależność między I_{Δ} i R_E wynika z założenia, że wyłączenie musi nastąpić wówczas, gdy napięcie dotykowe U_B przekroczy wartość napięcia bezpiecznego U_L :

$$R_E \times I_{\Delta} = U_B \leq U_L$$

przy czym prąd I_{Δ} w powyższym wzorze należy przyjmować jako równy prądowi $I_{\Delta N}$ stosowanego RCD. W oparciu o przytoczony wzór, poniższa tabela zawiera maksymalne dopuszczalne wartości rezystancji uziemienia R_E w zależności od prądu $I_{\Delta N}$ i od warunków środowiskowych, tj. napięcia bezpiecznego U_L . Tabela pozwala również wyznaczyć największy dopuszczalny prąd $I_{\Delta N}$ dla określonej wartości rezystancji R_E :

$I_{\Delta N}$ [mA]	R_E [Ω]	
	$U_L=50V$	$U_L=25V$
6	8333	4116
10	5000	2500
30	1666	833
100	500	250
300	166	83
500	100	50

Błędy w instalacjach z wyłącznikami różnicowoprądowymi jako przyczyna wadliwego działania wyłączników

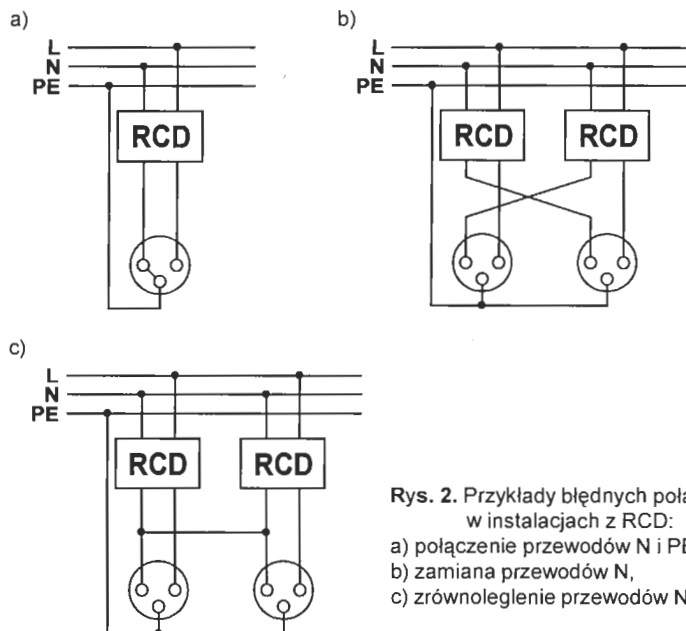
Wadliwie wykonana instalacja lub niepoprawnie podłączony wyłącznik mogą być albo przyczyną niepotrzebnych zadziałań, albo - co gorsza - porażen wskutek niezadziałania wyłącznika.

Najczęściej występujący w instalacjach błąd to połączenie przewodu ochronnego PE z przewodem neutralnym N za wyłącznikiem, tj. w obwodzie, który jest chroniony przez wyłącznik różnicowoprądowy. Połączenie takie, nierzadko wykonywane w gnieździe sieciowym, jest niedopuszczalne.

Innym spotykanym błędem w instalacjach, powodującym najczęściej niepożądane wyłączenia RCD jest wykorzystywanie w obwodzie chronionym przez RCD przewodu neutralnego pochodzącego z obwodu chronionego innym RCD. Błędne połączenie polega na zamianie dwóch przewodów neutralnych N lub połączeniu równoległym dwóch lub więcej przewodów neutralnych N wychodzących z różnych RCD.

Dotyczy to również przewodów fazowych - niedopuszczalna jest zamiana przewodów fazowych L lub połączenie równoległe przewodów fazowych L wychodzących z różnych RCD.

Wyłączniki różnicowoprądowe o działaniu pośrednim powinny mieć zasilanie podłączone od właściwej strony. Generalnie, należy przestrzegać zasady, że zasilanie podłączone jest od strony zacisków oznaczonych cyframi nieparzystymi, zaś obwód odbiorczy od strony zacisków oznaczonych cyframi parzystymi.



Rys. 2. Przykłady błędnych połączeń w instalacjach z RCD:
 a) połączenie przewodów N i PE,
 b) zamiana przewodów N,
 c) zrównoleglenie przewodów N.

Zgodnie z normami, styki biegunów neutralnych w RCD muszą zwierać się przed zwarciem styków biegunów fazowych podczas włączania RCD oraz rozierać po rozwarciu styków biegunów fazowych podczas wyłączania RCD. W związku z tym należy przestrzegać **poprawnego przyłączenia przewodów neutralnych N**.

Wyłączniki różnicowoprądowe selektywne

Wyłączniki różnicowoprądowe oznaczone symbolem \boxed{S} (selektywne) stosuje się najczęściej jako zabezpieczenia główne, zwłaszcza przy szeregowym połączeniu z wyłącznikami RCD ogólnego typu. Te ostatnie, stosowane przyłączeniu szeregowym, powinny mieć wyższą czułość (tj. mniejszy prąd znamionowy różnicowy) od czułości wyłącznika selektywnego.

Należy pamiętać, że wyłączniki selektywne - w przeciwieństwie do wyłączników ogólnego typu - charakteryzuje dodatkowy parametr: czas niezadziałania, tj. minimalny czas, przez który RCD nie powinien wyłączyć, mimo że płynie przez niego wyzwalający prąd różnicowy. Czas niezadziałania RCD selektywnych określony jest przez normy i tak np. dla prądu wyzwalającego równego prądowi znamionowemu $I_{\Delta N}$ wynosi 130ms.

Przycisk kontrolny TEST

Każdy wyłącznik różnicowoprądowy posiada wewnętrzny obwód kontrolny wyposażony w przycisk TEST. Przycisk ten służy do sprawdzenia wyłącznie samego RCD, a nie RCD wraz z chronioną przez niego instalacją odbiorczą. Działanie przycisku TEST służy tylko do sprawdzenia funkcji wyzwalania RCD, a nie do sprawdzania działania RCD przy określonym dla niego prądzie znamionowym $I_{\Delta N}$. W związku z tym, sprawdzenie RCD przy użyciu przycisku TEST nie może być traktowane jako pomiar skuteczności zabezpieczenia przeciwporażeniowego.