

Jarosław Mielczarek
Biuro Projektów i Usług Inwestorskich PRO-MAC, Łódź

MONITOROWANIE PRĄDÓW RÓŻNICOWYCH W SIECIACH PRZEMYSŁOWYCH

RESIDUAL CURRENT MONITORING IN INDUSTRIAL NETWORKS

Abstract: This article describes methods of monitoring residual currents in earthed industrial networks. Shows residual currents relays and residual current monitoring system, which can be used to inform service department about dangerous situations. Describes basic parameters of such devices, which has to be considered before installation.

1. Wstęp

Współczesne procesy produkcyjne są coraz bardziej zautomatyzowane, dlatego też jakakolwiek niezapowiedziana przerwa w zasilaniu powoduje wysokie koszty związane z koniecznością ponownego zestrojenia systemu, przestoju w produkcji, opóźnienia dostaw. Jak pokazuje doświadczenie znacząca część problemów z instalacją elektryczną związana jest z pogorszeniem się jej stanu izolacji. Aby można było podjąć świadome działania zapobiegawcze prowadzące do szybkiego i sprawnego usunięcia źródeł zagrożenia dla zdrowia lub wystąpienia awarii krytycznej, konieczne jest uzyskanie wcześniejszej informacji o pogarszaniu się izolacji w konkretnym obwodzie. Aby zdobyć taką informację konieczne jest ciągłe monitorowanie stanu izolacji sieci w jej poszczególnych odcinkach i reagowanie na pojawienie się stanów ostrzegawczych.

W sieciach uziemionych, najczęściej wykorzystywanym rodzaju elektrycznych sieci zasilających, informację taką można uzyskać śledząc poziom prądu upływu w obwodach sieci. Aby szybko zlokalizować i usunąć przyczynę powstania zagrożenia w rozległych sieciach przemysłowych konieczne jest zastosowanie wielu punktów pomiarowych. Aby z kolei obserwacja wskazań nie była zbyt uciążliwa i czasochłonna konieczna jest możliwość centralnej obserwacji i archiwizacji wskazań takiego systemu. Tak uzyskaliśmy podstawowe wymagania dla systemu monitorowania prądów różnicowych w rozległych sieciach elektrycznych.

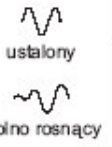
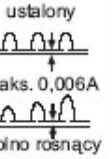
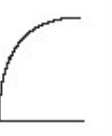
2. Monitorowanie prądów upływu w sieciach uziemionych (TN i TT)

Zdecydowana większość elektrycznych sieci zasilających wykonana jest jako sieci uzie-

mione w systemie TN lub TT. Oceny ich stanu izolacji podczas pracy dokonać można przez pomiar prądu upływu – służą do tego przekaźniki różnicowoprądowe. Warto tu zaznaczyć różnicę między rzadziej stosowanymi przekaźnikami a wyłącznikami różnicowoprądowymi: wyłączniki są aparatami pracującymi jako zabezpieczenie i mają za zadanie wyłączyć odpływ w przypadku, kiedy wartość prądu różnicowego przekroczy pewną, stałą dla danego aparatu, wartość.

Inaczej jest w przypadku przekaźników: ich zadaniem jest monitorowanie wartości prądów różnicowych w kontrolowanym odpływie i alarmowanie przy przekroczeniu pewnego zadanego poziomu. Użytkownik nastawia zarówno poziom, przy którym pojawi się alarm (lub ostrzeżenie a potem alarm) jak i zwłokę czasową, po której nastąpi reakcja aparatu. Głównym zadaniem tych urządzeń jest więc monitorowanie stanu sieci i ostrzeżenie o zbliżającym się zagrożeniu - użytkownik sam decyduje, jak wykorzysta uzyskane w ten sposób informacje. Otrzymane w porę ostrzeżenie umożliwia np. podjęcie przez służby utrzymania ruchu działań konserwacyjnych, dzięki którym nie dojdzie do awaryjnego wyłączenia sieci zasilającej lub błędnego zadziałania sieci sterowniczej.

Głównym kryterium doboru przekaźników różnicowoprądowych jest kształt prądu różnicowego, na jaki aparat ma reagować i wynikająca z tego klasa przekaźnika. Według norm urządzenia kontrolujące prądy różnicowe dzieli się na trzy podstawowe klasy: AC, A i B

	Kształt prądu różnicowego	właściwa klasa przekaźnika różnicowoprądowego		
		AC	A	B
sinusoidalny AC		•	•	•
pulsujący DC			•	•
gładki DC				•
		RCM	RCMA	
		15-100Hz	0-1000Hz	

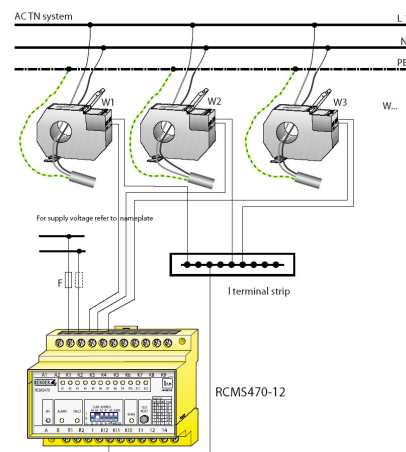
Rys.2. Klasy aparatów różnicowoprądowych

Obecnie najpopularniejsze są urządzenia klasy A. Odbiory w dzisiejszych sieciach niezwykle rzadko są czystymi odbiorami AC - większość to odbiorniki nieliniowe oddziałujące mocno na prąd i napięcie sieci. Wiele urządzeń elektronicznych potrzebuje do pracy napięcia stałego i uzyskuje je z wbudowanych prostowników. Wystąpienie wewnętrznego zwarcia do uziemionej obudowy powoduje w takim odbiorze przepływ różnicowego prądu stałego lub pulsującego. Jego wykrycie umożliwiają jedynie przekaźniki klasy A lub B. Typowym przykładem bardzo popularnego urządzenia mogącego spowodować dowolny rodzaj prądu różnicowego jest przetwornica częstotliwości. Zabezpieczenie sieci z takimi urządzeniami możliwe jest jedynie przy użyciu przekaźników różnicowoprądowych klasy B.

Kolejnym parametrem, który należy uwzględnić przy doborze przekaźnika, jest zakres częstotliwości prądów różnicowych, na które aparaty powinny reagować. Przykładowo niektóre przekaźniki klasy A mogą monitorować prąd w zakresie częstotliwości 15...400Hz zaś w klasy B 0...1000Hz. Ten niedoceniany często parametr zaczyna nabierać coraz większego znaczenia w sytuacji, gdy przebiegi napięć i prądów w dzisiejszych sieciach przemysłowych coraz bardziej odbiegają od sinusoidy 50Hz. Poziom THD (współczynnik zniekształceń

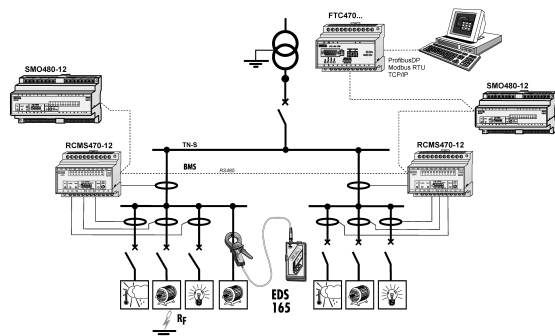
harmonicznych) w sieciach, w których pracuje dużo przetwornic częstotliwości przekracza często 100% - oznacza to, że większa jest sumaryczna wartość prądów harmonicznych niż prądu o częstotliwości podstawowej. Oczywiście jest, że w przypadku wystąpienia doziemienia, także prądy różnicowe będą miały częstotliwości wyższe poza podstawową. Jeżeli zwarcie doziemne będzie miało odpowiednio niską rezystancję, zadziałają zabezpieczenia nadprądowe. Jeżeli jednak powstanie doziemienie wysokoomowe, które nie wystarczy do zadziałania bezpieczników, długotrwały prąd upływu może spowodować pożar. W przypadku źle dobranych zabezpieczeń mimo, że prądy różnicowe niższych harmonicznych będą miały wartość bezpieczną, prądy różnicowe o wyższych częstotliwościach, które nie zostaną wykryte, mogą wystarczyć do zainicjowania pożaru.

Pojedyncze przekaźniki różnicowoprądowe służą do zabezpieczania poszczególnych gałęzi sieci. Ponieważ w przekaźnikach możliwe jest nastawianie wartości alarmowej prądów różnicowych w zakresie np. 10mA...10A i zwłoki czasowej 0...10 sekund, możliwe jest zbudowanie selektywnej sieci kontrolnej monitorującej kolejne rozgałęzienia sieci. Jednak śledzenie prądów różnicowych w rozległych sieciach przy wykorzystaniu pojedynczych przekaźników stwarzałoby duży problem związany z akwizycją odczytów. Dla takich aplikacji opracowane zostały systemy monitorowania prądów różnicowych. Ich podstawowym elementem jest ewaluator, który służy do odczytu i oceny wartości prądów różnicowych z np. 12 przekładników pomiarowych:



Rys. 3. Ewaluator

W każdym z dwunastu tak uzyskanych kanałów pomiarowych można niezależnie nastawić wartość alarmową w zakresie np. 10mA...10A i przez wbudowany port odczytać wartość bieżącą i ewentualny sygnał alarmu. Jeżeli odpływów jest więcej, system rozbudowuje się o kolejne przekładniki i ewaluatory. W ten sposób możliwe jest monitorowanie nawet 720 odpływów.



Rys. 4. System

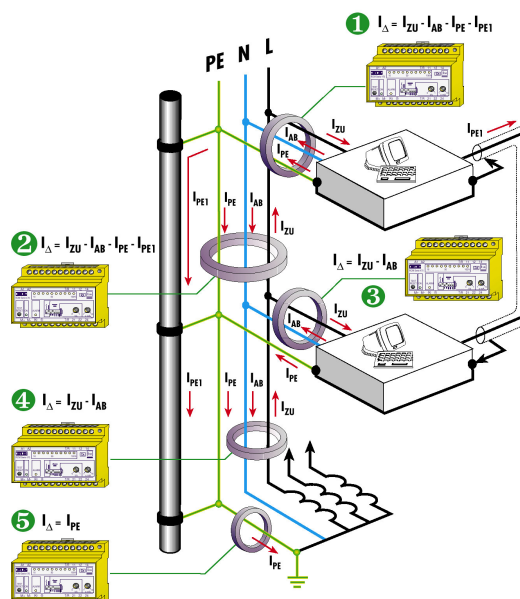
W takim przypadku celem jest zastosowanie sterownika całego systemu, umożliwiającego zdalny nadzór nad wszystkimi elementami, wprowadzanie nastaw i dokonywanie odczytów. Sterownikiem tym może być aparat np. sterownik/komputer przemysłowy dołączony do magistrali komunikacyjnej.

Zaletą przekładników różnicowoprądowych jest fakt, że są one praktycznie niezależne od prądu i napięcia badanej sieci. Umożliwia to na przykład wykorzystanie systemu wykrywania i lokalizacji prądów różnicowych do prowadzenia kontroli sieci średniego napięcia.

W typowym zastosowaniu przekładnik pomiarowy współpracujący z przekładnikiem różnicowoprądowym powinien obejmować przewody fazowy i neutralny kontrolowanej sieci, zaś przewód ochronny PE powinien pozostać nieobjęty. Taki układ zapewni nam pomiar prądów upływających do ziemi. Przekładniki różnicowoprądowe można jednak, poprzez inny sposób poprowadzenia przewodów przez przekładnik, wykorzystać do wykrywania całkiem innych sytuacji awaryjnych powstających w wyniku niesprawności lub błędnych połączeń w sieci zasilającej. Przykładowo: przeprowadzenie przez przekładnik pomiarowy jedynie przewodu PE pozwoli nam stwierdzić, czy w przewodzie tym płynie prąd a więc czy sieć kontrolowana jest rzeczywiście siecią w układzie TN-S. Przeprowadzenie przez wspólny przekładnik przewodów L, N oraz PE pozwoli wykryć, czy nie pojawia się prąd upływu płynący

poza siecią elektryczną np. przez ekran sieci komputerowej, przez sieć wodociągową czy ciepłowniczą używane jako uziemienie lub przez elementy konstrukcji budynku. Tego typu problemy spotka się często w starych budynkach biurowych, w których bez dostatecznej przebudowy sieci zasilającej zbudowano sieć komputerową. Prądy różnicowe (niekiedy o dużej wartości) powstają w takich instalacjach jako skutek niekonsekwentnego stosowania sieci TN-S - dodatkowe połączenia między przewodami N i PE zamieniają ją na poszczególnych odcinkach w TN-C co powoduje, że prądy powrotne płyną tam także przez elementy dołączone do uziemienia np. przez ekran przewodu sieci komputerowej, powodując niezrozumiałe przekłamania i spowolnienie pracy sieci, a niekiedy także fizyczne uszkodzenia kart wejściowych czy dysków twardych komputerów pracujących w sieci. Zastosowanie przekładników różnicowo-prądowych pozwala na monitorowanie rozptyłu prądów w sieci budynku i odpowiednio wczesne sygnalizowanie pojawienia się problemów mogących w konsekwencji doprowadzić do olbrzymich strat w systemie informatycznym.

Na rysunku 5 pokazane zostało kilka przykładów połączeń kontrolujących prawidłowy rozptył prądów w sieci. Pomiar te można zrealizować albo w oparciu o pojedyncze przekładniki, albo przy wykorzystaniu systemu zastosowanego do zbierania informacji z różnych przekładników pomiarowych.



Rys. 5. System monitorujący rozptył prądów w sieci

Informacja taka może być następnie przekazana magistralą do dyspozytorni budynku.

3. Podsumowanie

Najefektywniejszym sposobem zabezpieczenia instalacji jest jak najwcześniejsze ostrzeżenie użytkownika przed zbliżającym się zagrożeniem.. Powyższe przykłady pokazują, że dostępne są urządzenia, które mogą posłużyć do budowy niezwykle skutecznych systemów, które w pełni automatycznie i podczas normalnej pracy sieci kontrolowanej wykrywają i lokalizują wiele stanów grożących awarią. Pozwala nam to zyskać czas na podjęcie środków zapobiegających powstaniu awarii i uniknąć kosztów z tym związanych.

Literatura

- [1]. Hofheinz W. *Protective Measures with Insulation Monitoring* VDE Verlag, Berlin 2000.
- [2]. Hofheinz W. *Fault Current Monitoring In Electrical Installations* VDE Verlag, Berlin 2004.