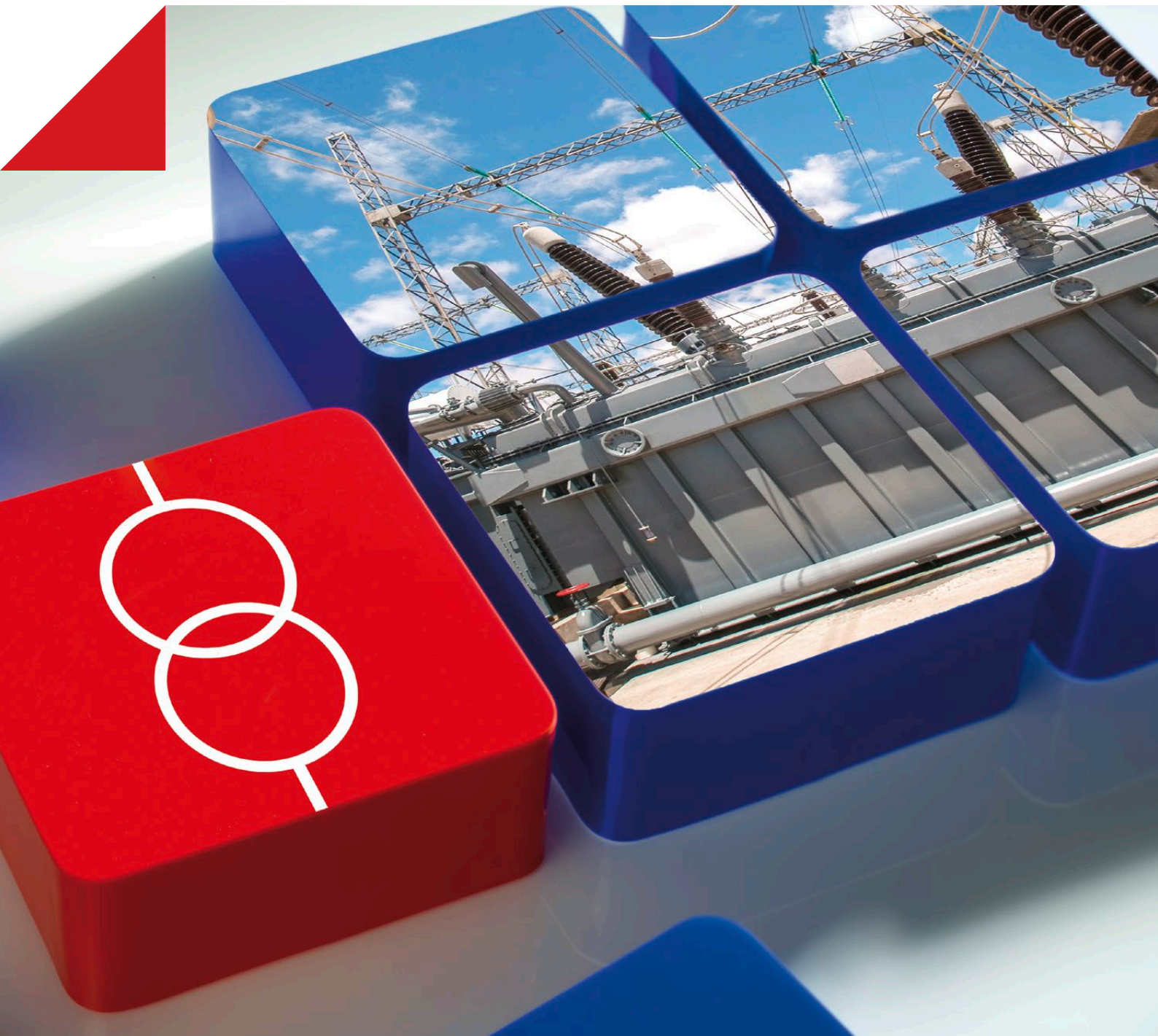




Testy diagnostyczne i monitorowanie transformatorów mocy



Poznaj stan swojego transformatora, aby optymalnie go wykorzystać

Podczas uruchamiania i eksploatacji transformatora kluczowe znaczenie ma jego stan. Na oczekiwany okres eksploatacji transformatora mogą wpływać różne czynniki.

Testy diagnostyczne i monitorowanie pomagają określić stan urządzenia i wybrać właściwe środki naprawcze, aby zapewnić jego niezawodne działanie oraz zmaksymalizować przewidywany okres jego eksploatacji.

Czynniki wpływające ujemnie na okres eksploatacji transformatora

- **Temperatura**
Przeciążenie, przegrzanie, warunki otoczenia
- **Starzenie się**
Wilgoć, kwasy, tlen, zanieczyszczenia, nieszczelności
- **Czynniki mechaniczne**
Uszkodzenia transportowe, naprężenia zwarciowe, aktywność sejsmiczna
- **Czynniki elektryczne**
Skoki napięcia, wyładowania atmosferyczne, przepięcia, prądy zwarciowe
- **Problemy z zabezpieczeniami**
Usterki, awarie



Produkcja

Fabryczne
testy
akceptacyjne

Trans

Testy i środki naprawcze wydłużające okres eksploatacji transformatora

- > **Konserwacja elementów pomocniczych**
Przełączniki zaczepów, układ chłodzenia, odpowietrzanie
- > **Konserwacja izolacji**
Suszenie, uzdatnianie oleju, wymiana oleju
- > **Wymiana części**
Przepusty, ograniczniki przepięć, uszczelki, pompy i wentylatory

Cykl życiowy transformatora mocy

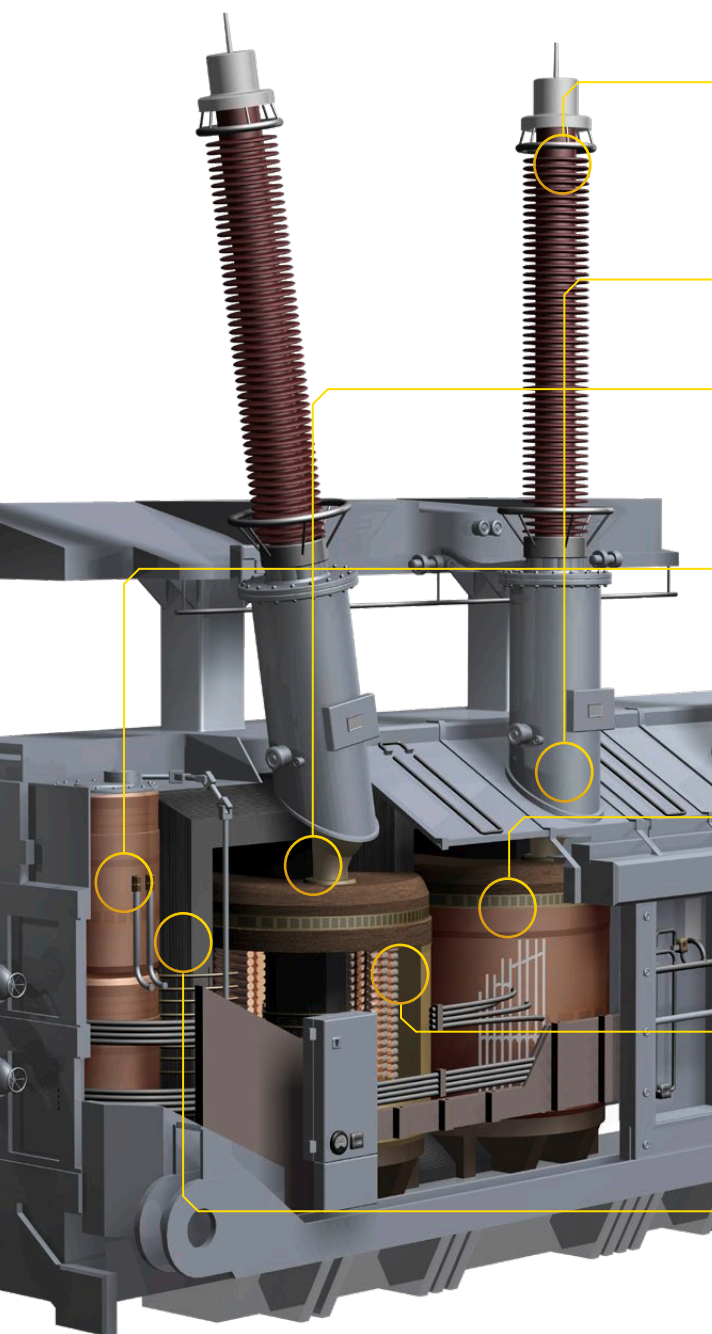


port

Instalacja i
uruchamianie

Obsługa

Części transformatora i ich możliwe do wykrycia usterki



Część	Możliwe do wykrycia usterki
Przepusty	<ul style="list-style-type: none"> Częściowe przebicie pomiędzy warstwami, pęknięcia w izolacji Starzenie się i wchłanianie wilgoci Otwarte lub uszkodzone połączenie z zaczepek pomiarowym Wyładowania niezupełne w izolacji
PP przepustowy	<ul style="list-style-type: none"> Dokładność Polaryzacja Weryfikacja oznaczeń Magnetyzm szczątkowy
Przewody	<ul style="list-style-type: none"> Problemy ze stykami Odkształcenia mechaniczne
Przełącznik zaczepek	<ul style="list-style-type: none"> Problemy ze stykami w wybieraku zaczepek i przełączniku mocy Obwód otwarty, zwarte zwoje lub wysoka rezystancja połączeń Napęd silnikowy Analiza czasów zadziałania Integralność mechaniczna Problemy ze stykami w BPZ
Izolacja	<ul style="list-style-type: none"> Wilgoć w izolacji stałej Starzenie się, wilgoć, zanieczyszczenie cieczy izolacyjnych Wyładowania niezupełne
Uzwojenia	<ul style="list-style-type: none"> Zwarcia między uzwojeniami lub zwojami Zwarcia między pasmami Obwody otwarte w pasmach równoległych Zwarcie z masą Odkształcenia mechaniczne Problemy ze stykami, obwody otwarte
Rdzeń	<ul style="list-style-type: none"> Odkształcenia mechaniczne Brak uziemienia rdzenia Zwarte warstwy rdzenia Magnetyzm szczątkowy

Pomiar pojemności i współczynnika mocy/ro

Idealne rozwiązanie odpowiadające indywidualnym potrzebom i zas

	TESTRANO 600	CPX 200	MPD 800
Pomiar pojemności i współczynnika mocy/rozproszenia:			
przy 50 lub 60 Hz	■ ¹	■ ²	
jako test pobudzenia	■ ¹	■ ²	
ze zmienną częstotliwością	■ ¹	■ ²	
Pomiar rezystancji izolacji		■	
Pomiar rezystancji uzwojenia	■	■	
Pomiar rezystancji dynamicznej albo diagnostyka oscylograficzna PPZ	■		
Pomiar wibroakustyczny	■		
Pomiar przekładni zwojowej transformatora (TTR)	■	■	
Pomiar prądu nasycenia	■	■ ³	
Pomiar impedancji zwarciowej / reaktancji rozproszenia	■	■	
Pomiar odpowiedzi częstotliwościowej strat obciążeniowych (FRSL)	■		
Rozmagnesowywanie	■	■	
Analiza odpowiedzi dielektrycznej częstotliwościowej			
Analiza odchyłek odpowiedzi częstotliwościowej (SFRA)			
Analiza przepustowego przekładnika prądowego (PP)		■	
Analiza wyładowań niepełnych			■
Lokalizacja wyładowań niepełnych			
Pomiar online i czasowe monitorowanie wyładowań niepełnych			

¹ Wymagane dodatkowe urządzenie zewnętrzne CP TD12/15

² Wymagane dodatkowe urządzenie zewnętrzne HVX10

³ Dostępne z oprogramowaniem CPXpert 1.10 – dostępne wkrótce

⁴ Wymagane dodatkowe zasilanie i kondensator standardowy

Tester trójfazowy umożliwiający wykonywanie najszybszych i najbardziej kompleksowych testów diagnostycznych oraz ocenę stanu transformatorów mocy.



Wielofunkcyjny tester do kompleksowej diagnozy i oceny stanu wielu urządzeń wysokonapięciowych.



Uniwersalny system do pomiarów i analizy wyładowań niepełnych (WZN).



Pomiar pojemności i współczynnika mocy/rozproszenia

Testowane obiekty

- ✓ Przepusty
- PP przepustowe
- Przewody
- Przełącznik zaczerwów
- ✓ Izolacja
- Uzwojenia
- Rdzeń

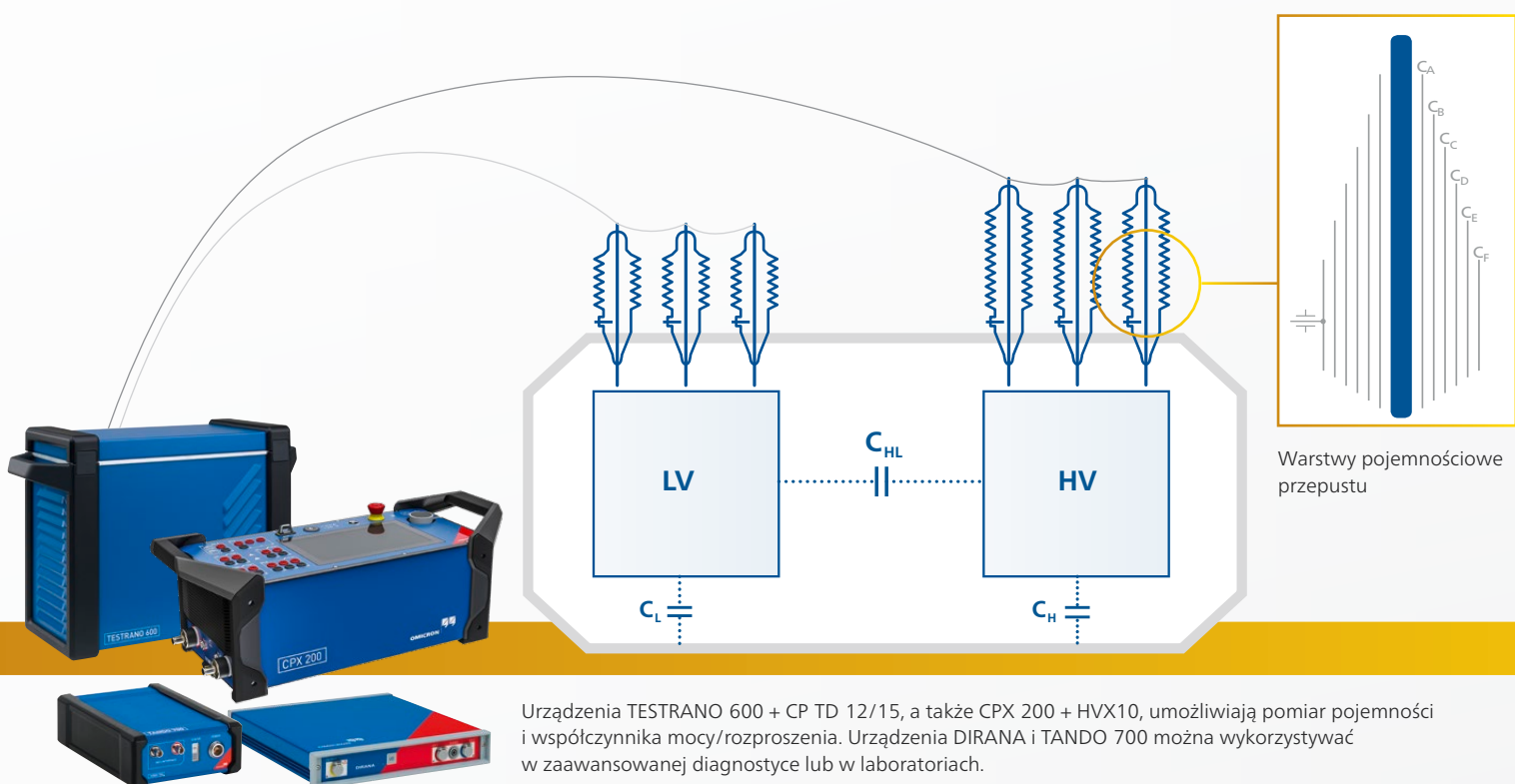
Uzasadnienie pomiarów

Pomiary pojemności i współczynnika mocy/rozproszenia (power factor / dissipation factor, PF/DF) prowadzi się w celu określenia stanu izolacji transformatorów mocy i przepustów. Oba systemy izolacji są kluczowe dla niezawodnego działania transformatora.

Wysoka przewodność oleju, starzenie się i wzrost zawartości wody są objawami procesu degradacji izolacji. Objawy te powodują również wzrost strat, które można określić ilościowo przez pomiar współczynnika mocy lub współczynnika rozproszenia.

Zmiany pojemności mogą wskazywać na częściowe przebicie między warstwami pojemnościowymi przepustów. Pomiar pojemności i strat pozwala wykryć problemy związane z izolacją przed wystąpieniem awarii.

Jedną z głównych przyczyn przerw w działaniu transformatorów jest konieczność wymiany przepustów wskutek skutków degradacji lub uszkodzenia izolacji.



Sposób działania

W transformatorach mocy wykonuje się pomiary głównej izolacji między uzwojeniami (C_{HL}) oraz izolacji między uzwojeniem a zbiornikiem (C_{Hr} , C_L). Po zwarciu uzwojeń na jedno uzwojenie przykładane jest napięcie testowe, a na przeciwnym uzwojeniu lub zbiorniku mierzy się prąd płynący przez izolację.

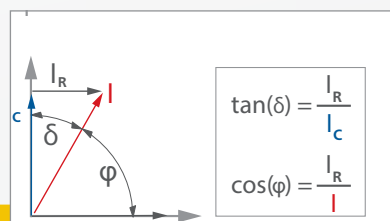
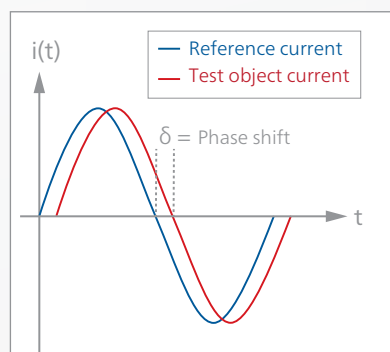
W przepustach napięcie przykładane jest do przewodu głównego, a prąd mierzy się na zaczepe pomiarowym.

Współczynnik rozproszenia, tzw. $\text{tg}\delta$, oblicza się jako tangens kąta δ między mierzonym prądem a prądem idealnym (w sytuacji, gdyby nie wystąpiły żadne straty).

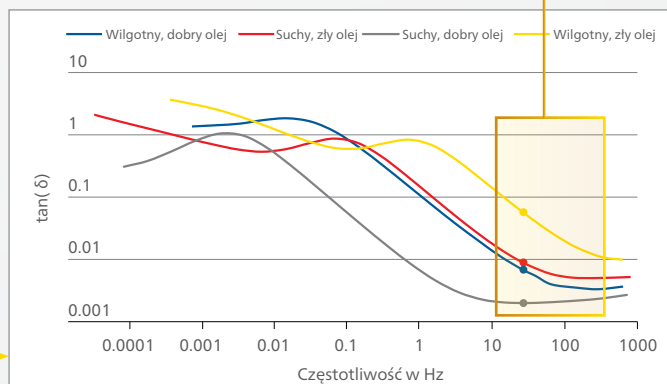
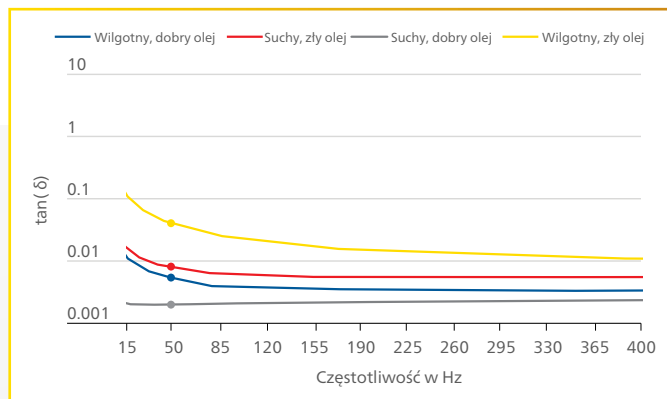
Współczynnik mocy to $\cos(\varphi)$, czyli cosinus kąta φ między napięciem wyjściowym a mierzonym prądem.

Korzystanie z częstotliwości innych niż częstotliwość linii zwiększa czułość pomiaru, ponieważ niektóre problemy są bardziej widoczne przy częstotliwościach powyżej lub poniżej częstotliwości linii. Nowoczesne urządzenia testowe umożliwiają automatyczną analizę odchyleń częstotliwości lub napięcia.

Straty dielektryczne powodują przesunięcie fazowe



Wartość $\text{tg}\delta$ czterech różnych transformatorów poniżej i powyżej częstotliwości linii (50 Hz)



W zależności od urządzenia testowego można mierzyć różne zakresy częstotliwości, np. od 15 Hz do 600 Hz przy użyciu testera TESTRANO 600 i od 10 μHz do 5 kHz przy użyciu urządzenia DIRANA.

Pomiar pojemności i współczynnika mocy/rozproszenia

Warto wiedzieć...

Po zakończeniu pomiarów warto porównać uzyskane wartości z poprzednimi wynikami i wartościami odniesienia wymienionymi w odpowiednich normach dotyczących testowanego urządzenia.

Wzrost pojemności przepustów o ponad 10% uznaje się zwykle za zjawisko niebezpieczne. Wskazuje to, że część izolacji jest już zniszczona, a naprężenia dielektryczne w pozostałej części izolacji są za wysokie.

Dodatkowy test pobudzenia napięciowego pozwala wykryć uszkodzone styki warstw przepustu lub zaczepu pomiarowego. Świadczą o nich malejące wartości PF/DF.

Standardowe pomiary PF/DF przy częstotliwości 50 lub 60 Hz pozwalają wykryć efekty zawilgocenia i starzenia się dopiero w zaawansowanym stadium. Przeprowadzając pomiary w szerszym zakresie częstotliwości, można wykryć te zjawiska wcześniej, dzięki czemu zyskuje się więcej czasu na zaplanowanie działań naprawczych.

W razie wykrycia wysokich wartości PF/DF jako dodatkową metodę diagnostyczną, można wykorzystać analizę odpowiedzi dielektrycznej. Ten szerokopasmowy pomiar dielektryczny pozwala sprawdzić, czy wysoka wartość PF/DF jest spowodowana wilgocią lub wysoką przewodnością oleju.

Ciecz izolująca	Znamionowa wartość kV	Znamionowy/ nowy limit PF/DF	Tolerancja ze względu na wiek
Olej mineralny	< 230 kV	0,5%	1,0%
Olej mineralny	≥ 230 kV	0,5%	1,0%
Olej naturalny	Wszystkie	1,0%	1,0%

Typowe wartości współczynnika mocy/rozproszenia transformatorów w zależności od zastosowanej cieczy izolacyjnej w temperaturze 20°C, zgodnie z normami międzynarodowymi (IEEE C.57-152)

Typ izolacji	Nowe przepusty	IEEE C57.19.01	IEC 60137
Papier impregnowany żywicą (RIP)	0,3% ... 0,4%	< 0,85%	< 0,70%
Papier impregnowany olejem (OIP)	0,2% ... 0,4%	< 0,50%	< 0,70%
Papier żywiczny (RBP)	0,5% ... 0,6%	< 2,00%	< 1,50%

Typowe wartości współczynnika mocy/rozproszenia przepustów przy częstotliwości linii w temperaturze 20°C, zgodnie z normami międzynarodowymi

Nasze rozwiązania

Oferujemy szeroką gamę rozwiązań umożliwiających pomiary pojemności oraz współczynnika mocy/rozproszenia ($\text{tg}\delta$). Obejmuje ona rozwiązania mobilne pozwalające z łatwością prowadzić testy w terenie, precyzyjne urządzenia do zastosowań laboratoryjnych, a także specjalistyczne testery służące do zaawansowanej diagnostyki stanu transformatorów mocy, np. określania poziomu wilgotności.

	Zakres pomiarowy	Typowe zastosowanie
TESTRANO 600 + CP TD12/15	0... 12 kV/15 kV 15 Hz ... 400 Hz	Specjalistyczna diagnoza stanu transformatorów mocy w terenie i podczas produkcji
CPX 200 + HVX10	0... 10 kV 1 Hz ... 600 Hz	Ogólna diagnoza stanu wielu urządzeń w terenie i podczas produkcji
TANDO 700	Napięcie zależne od źródła zewnętrznego 5 Hz ... 400 Hz	Wysokonapięciowe testy laboratoryjne, np. testy rutynowe i typowe lub istotne testy wielu urządzeń
DIRANA	maks. 200 V _{peak} 10 μHz ... 5 kHz	Zaawansowana diagnostyka stanu i określanie poziomu wilgotności izolacji papierowo-olejowej

Pomiar rezystancji izolacji

Testowane obiekty

- Przepusty
- PP przepustowe
- ✓ Przewody
- Przełącznik zaczeów
- ✓ Izolacja
- Uzwojenia
- ✓ Rdzeń

Uzasadnienie pomiarów

Regularny pomiar rezystancji izolacji transformatorów mocy i przepustów pomaga w rozpoznawaniu potencjalnych słabych punktów w systemie izolacji. Te słabe punkty mogą powstawać z czasem ze względu na przenikanie wilgoci, starzenie się i obciążenia mechaniczne. Jeżeli zostaną pozostawione bez kontroli, degradacja izolacji może prowadzić do przebiegów elektrycznych, awarii wyposażenia i kosztownych, nieplanowanych przestojów.

Dzięki wykonywaniu okresowych testów rezystancji izolacji tego rodzaju słabe punkty można wykryć wcześniej i podjąć proaktywne środki zaradcze – zmniejszając tym samym ryzyko nieoczekiwanych przestojów i pomagając w przedłużeniu całkowitego okresu eksploatacji wyposażenia.

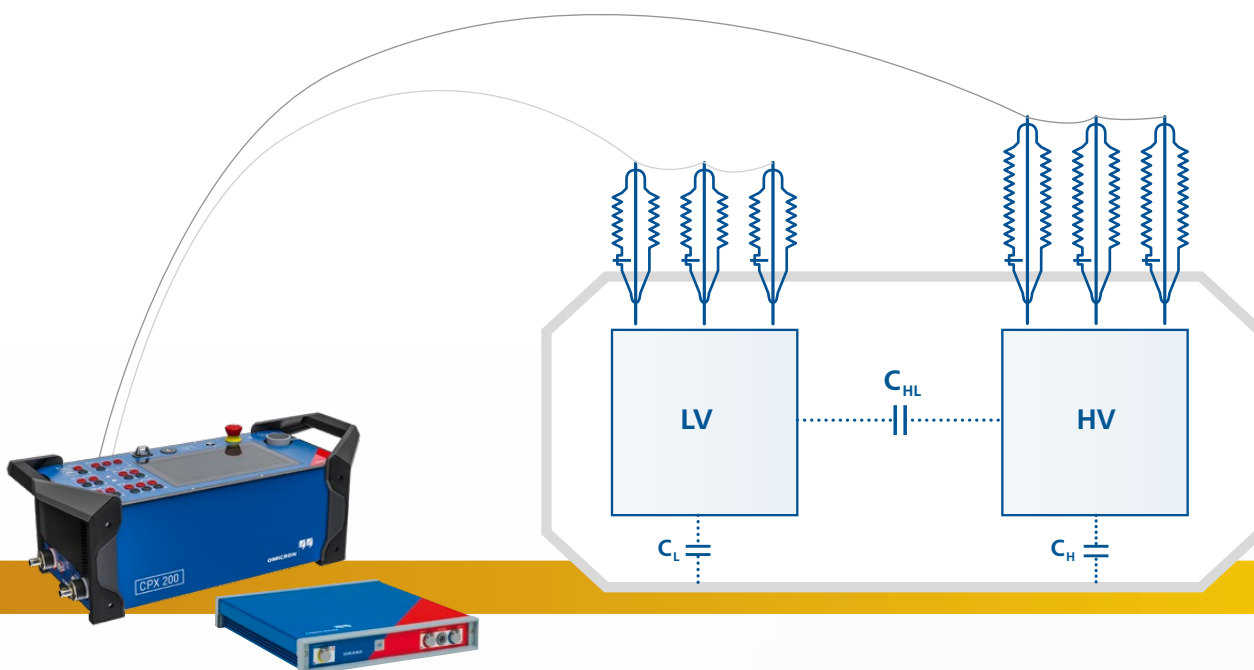
Sposób działania

Pomiary rezystancji izolacji są wykonywane przy tej samej konfiguracji połączeń, co testy pojemności i współczynnika rozproszenia/mocy przeprowadzane na transformatorach i przepustach.

Każde uzwojenie transformatora jest indywidualnie zwierane. Jedno uzwojenie jest zasilane wysokim napięciem, a pozostałe uzwojenia albo mierzą odpowiedź prądową, albo działają jak ekrany w celu minimalizacji zakłóceń.

W przypadku przepustów odpowiedź prądowa jest najczęściej mierzona na zaczepie przepustu.

Podczas testu jest podawane wysokie napięcie prądu stałego, przez 600 sekund lub przez 60 sekund, w zależności od testowanego urządzenia. Po zakończeniu testu zarejestrowana wartość rezystancji izolacji jest porównywana z wartością referencyjną w celu dokonania oceny.



Warto wiedzieć...

Testy rezystancji izolacji można wykonywać sekwencyjnie, aby zmierzyć różne części transformatora (np. CHL, CH, CL) lub przepustów (np. faza A/H1, faza B/H2, faza C/H3, N/HO).

Podczas realizacji wielu sekwencji idealnym rozwiązaniem jest odczekanie kilku minut pomiędzy poszczególnymi testami, aby umożliwić izolacji depolaryzację po przyłożeniu wysokiego napięcia prądu stałego. Zastosowanie czasu oczekiwania pomaga w uzyskaniu dokładniejszych wyników.

Ten proces można usprawnić, podłączając wszystkie zwarte uzwojenia do potencjału uziemienia.

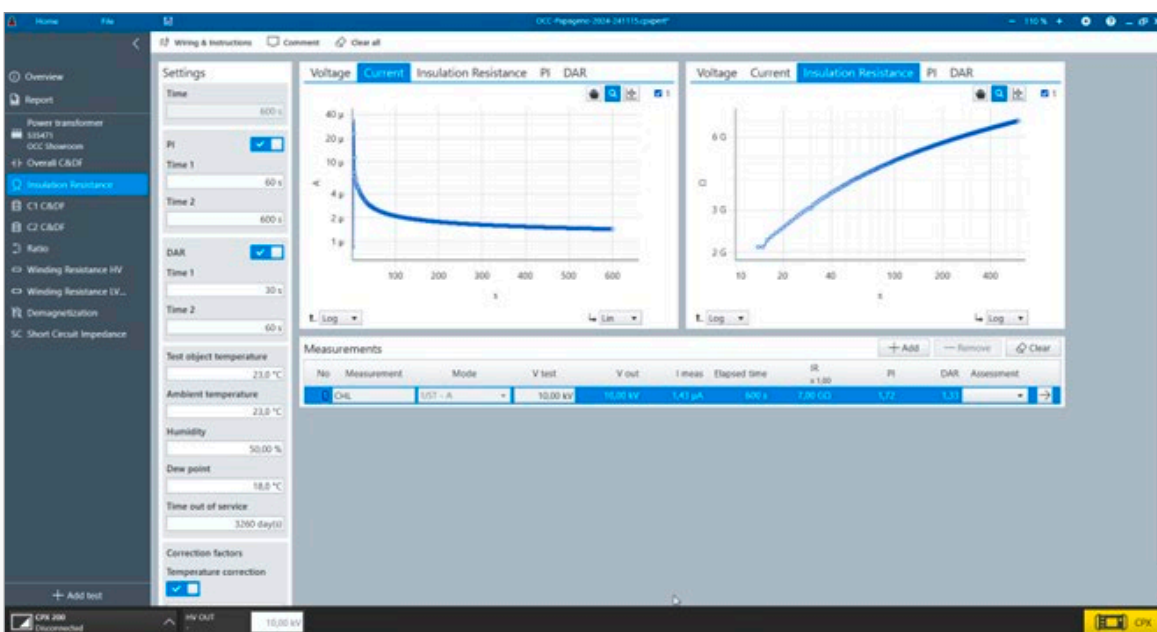
Prądy upływu, takie jak te, które pojawiają się na powierzchni przepustów, mogą negatywnie wpływać na pomiar. Aby złagodzić ten efekt, można zastosować przewodzącą taśmę kołnierkową podłączaną przy drugim lub trzecim „górnym rowku” przepustu i połączoną z wejściem ekranującym. Ta konfiguracja pomaga w bocznikowaniu prądów upływu, poprawiając dokładność pomiaru.

Dlaczego stosować kombinację urządzeń CPX 200 + HVX10?

- > To samo okablowanie, co przy pomiarach pojemności i współczynnika mocy/rozproszenia
- > Rejestracja krzywej w celu szczegółowej analizy
- > Automatyczne obliczanie wskaźnika polaryzacji (PI) i współczynnika absorpcji dielektrycznej (DAR)
- > Konfigurowany czas pomiaru (np. 60 s, 600 s)
- > Pomiar nawet czterech przepustów bez zmieniania połączeń

Dlaczego stosować urządzenie DIRANA?

- > Połączony pomiar odpowiedzi dielektrycznej (częstotliwościowej) i rezystancji izolacji
- > Rejestracja krzywej w celu szczegółowej analizy
- > Automatyczne obliczanie wskaźnika polaryzacji (PI) i współczynnika absorpcji dielektrycznej (DAR)



Pomiar rezystancji izolacji przy użyciu oprogramowania CPXpert

Pomiar rezystancji uzwojenia

Testowane obiekty

- Przepusty
- PP przepustowe
- ✓ Przewody
- ✓ Przełącznik zacze­pów
- Izolacja
- ✓ Uzwojenia
- Rdzeń

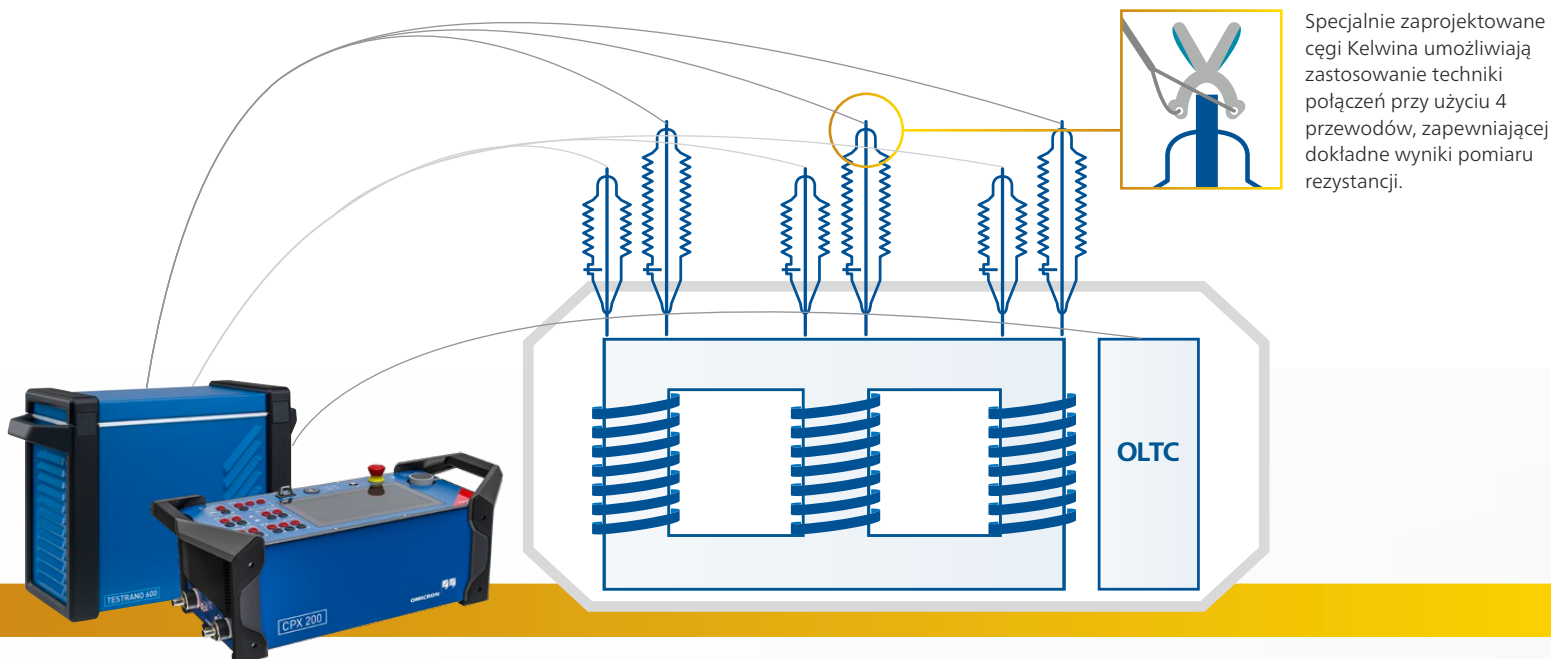
Uzasadnienie pomiarów

Pomiary rezystancji uzwojenia prowadzi się w celu oceny potencjalnych uszkodzeń uzwojeń lub problemów ze stykami, takich jak połączenie przepustów z uzwojeniami, czy uzwojeń z przełącznikiem zacze­pów.

Pomiary statycznej rezystancji uzwojenia są najczęściej stosowanym i najprostszym sposobem kontrolowania potencjalnych problemów związanych z uzwojeniem i podobciążeniowym przełącznikiem zacze­pów (PPZ). Polegają na zmierzeniu rezystancji w każdym położeniu zacze­pu po kolei, a następnie porównaniu wyników z referencyjnymi danymi pomiarowymi podanymi przez producenta.

Sposób działania

Aby można było zmierzyć rezystancję uzwojenia, uzwojenie musi być naładowane do momentu nasycenia rdzenia. Rezystancję określa się na podstawie zmierzonych wartości prądu i napięcia stałego. W przypadku uzwojeń z zacze­pami należy przeprowadzić pomiar dla każdego położenia zacze­pów, dlatego przełącznik PPZ i uzwojenie testuje się razem.



Wykonuj pomiary rezystancji na transformatorach mocy w sposób szybki i łatwy z urządzeniem TESTRANO 600 – dodatkowe zmiany połączeń nie są potrzebne.

Warto wiedzieć...

Odchylenie wyników pomiarów rezystancji uzwojenia prądu stałego od wartości odniesienia nie powinno przekraczać 1%. Różnice między fazami są poza tym zazwyczaj mniejsze niż 2–3%.

Przy porównywaniu wyników pomiarów rezystancji uzwojenia należy uwzględnić korektę temperaturową. Zwykle przyjmuje się, że temperatura odniesienia wynosi 75 °C.

Pomiar przekładni zwojowej transformatora może posłużyć do potwierdzenia istnienia obwodu otwartego, zaś analizę odpowiedzi częstotliwościowej można wykorzystać do potwierdzenia problemów ze stykami.

W obu przypadkach dodatkowa analiza gazu może wskazywać na istnienie punktów gorących w transformatorze. Sygnatury gazowe nie są jednak unikatowe, więc nie pozwalają na określenie zasadniczej przyczyny problemów.

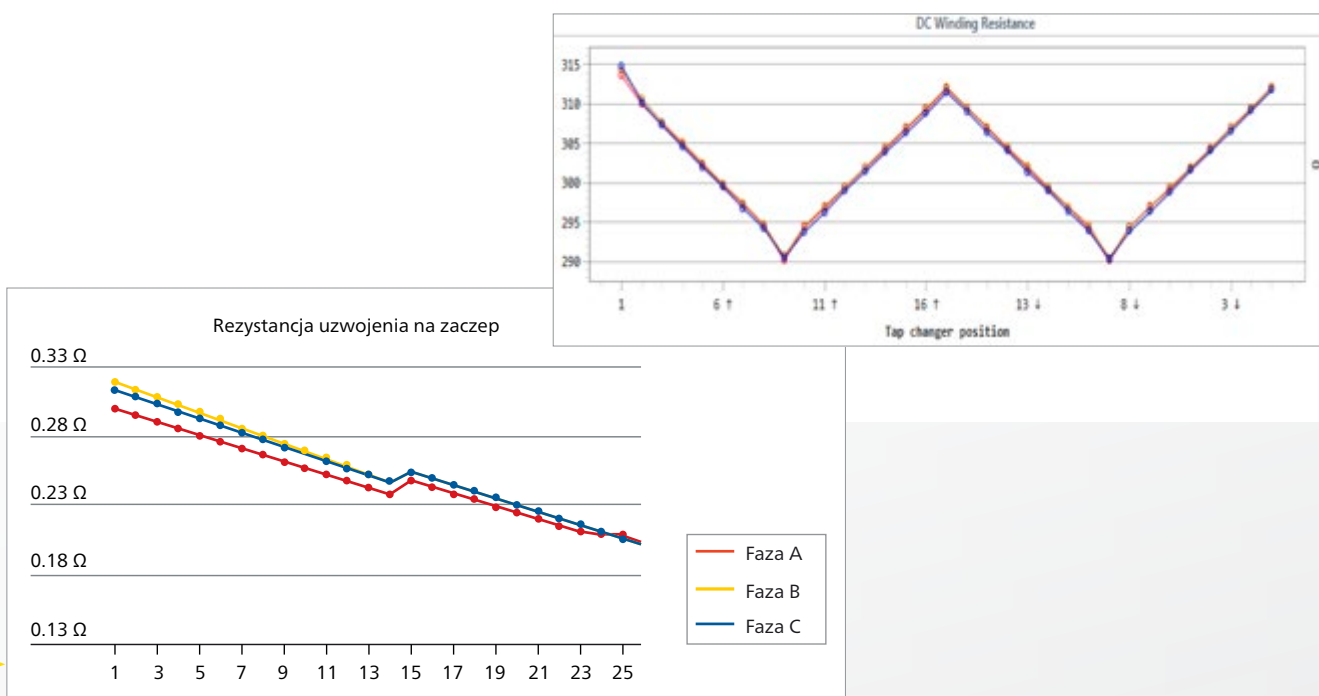
Podczas pomiarów rezystancji uzwojenia rdzeń transformatora może zostać namagnesowany. Dlatego po wykonaniu tego testu zaleca się przeprowadzenie demagnetyzacji (roznamagnesowania) rdzenia.

Dlaczego stosować urządzenie TESTRANO 600?

- > Pomiar trójfazowy uzwojeń wysoko- i niskonapięciowych bez konieczności ponownego podłączenia kabli, przy użyciu prądu do 33 A DC
- > Pomiar jednofazowy uzwojeń o niskiej rezystancji przy użyciu prądu do 100 A DC
- > Automatyczne sterowanie przełącznikiem zaczeów oraz pomiar prądu i napięcia silnika PPZ
- > Rozmagnesowanie rdzenia i pomiar przekładni zwojowej bez konieczności zmiany połączeń kablowych

Dlaczego stosować urządzenie CPX 200?

- > Pomiar jednofazowy uzwojeń o niskiej rezystancji przy użyciu prądu do 100 A DC
- > Automatyczne sterowanie przełącznikiem zaczeów
- > Wysoce precyzyjne pomiary



Rezystancja uzwojenia dla poszczególnych zaczeów zarejestrowana podczas statycznego pomiaru rezystancji uzwojenia.

Pomiar rezystancji dynamicznej / diagnostyka oscylograficzna PPZ

Testowane obiekty

- Przepusty
- PP przepustowe
- Przewody
- ✓ Przełącznik zaczeów
- Izolacja
- Uzwojenia
- Rdzeń

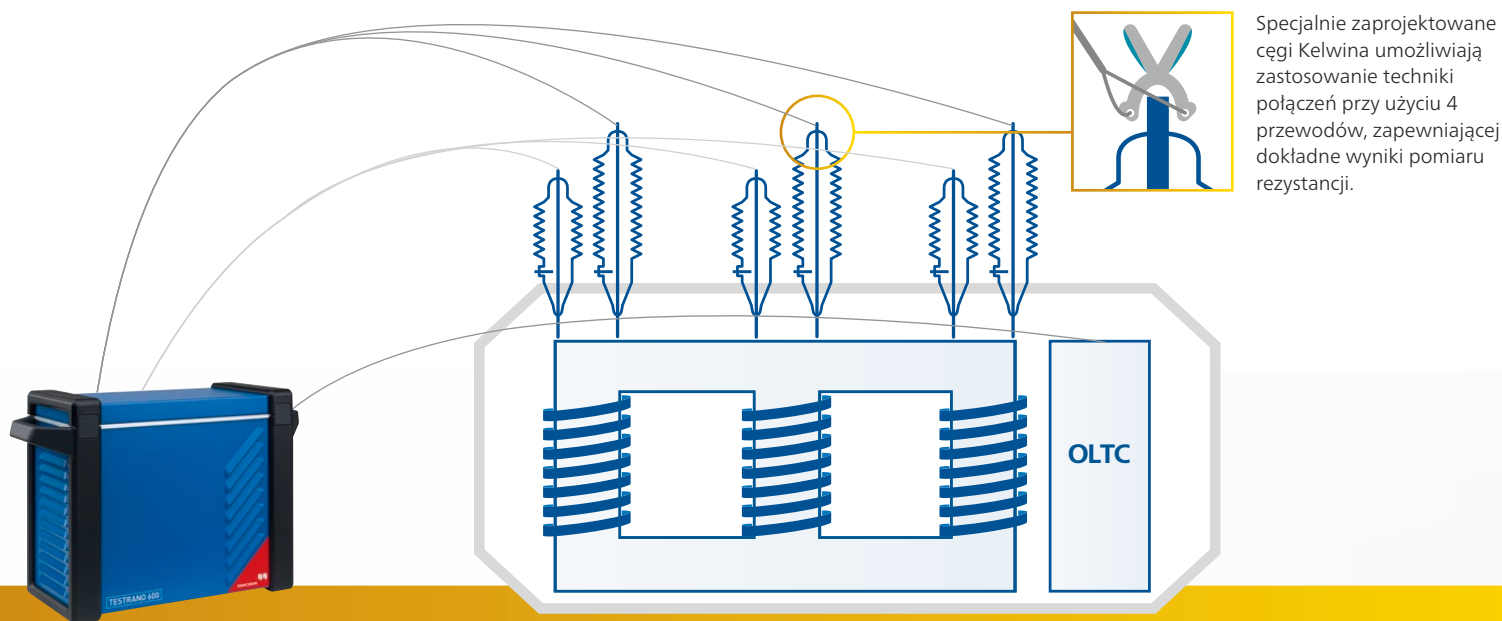
Uzasadnienie pomiarów

Diagnostyka oscylograficzna PPZ (DRM) to nasze zaawansowane rozwiązanie do pomiarów rezystancji dynamicznej, które stanowią wiodącą technikę używaną w celu oceniania stanu podobciążeniowych przełączników zaczeów (PPZ). Dostarcza ona kluczowych informacji uzupełniających względem konwencjonalnego pomiaru statycznej rezystancji uzwojenia, ponieważ umożliwia uchwycenie zachowania przełącznika zaczeów z rezystorami przejściowymi lub wybieraka podczas szybkiego przełączania.

Dzięki temu można zdobyć informacje o czasach przełączania, wykryć potencjalne przerwy w przepływie prądu i rozpoznać zużycie styków. Porównanie krzywych dynamicznych z parametrami charakterystycznymi zarejestrowanymi przy przekazywaniu do eksploatacji lub dokonanie porównania pomiędzy fazami ma kluczowe znaczenie dla efektywnej analizy.

Sposób działania

Aby przeprowadzić diagnostykę DRM, należy podać prąd DC na testowane uzwojenie. Gdy prąd się ustabilizuje, przełącznik PPZ jest automatycznie przełączany przez tester. Zmiana prądu podczas operacji przełączania jest rejestrowana i może być analizowana pod kątem przerw w przepływie prądu i odchyień czasu zadziałania.



Urządzenie TESTRANO 600 umożliwia pomiary statycznej i dynamicznej rezystancji transformatorów mocy bez konieczności zmiany połączeń kablowych.

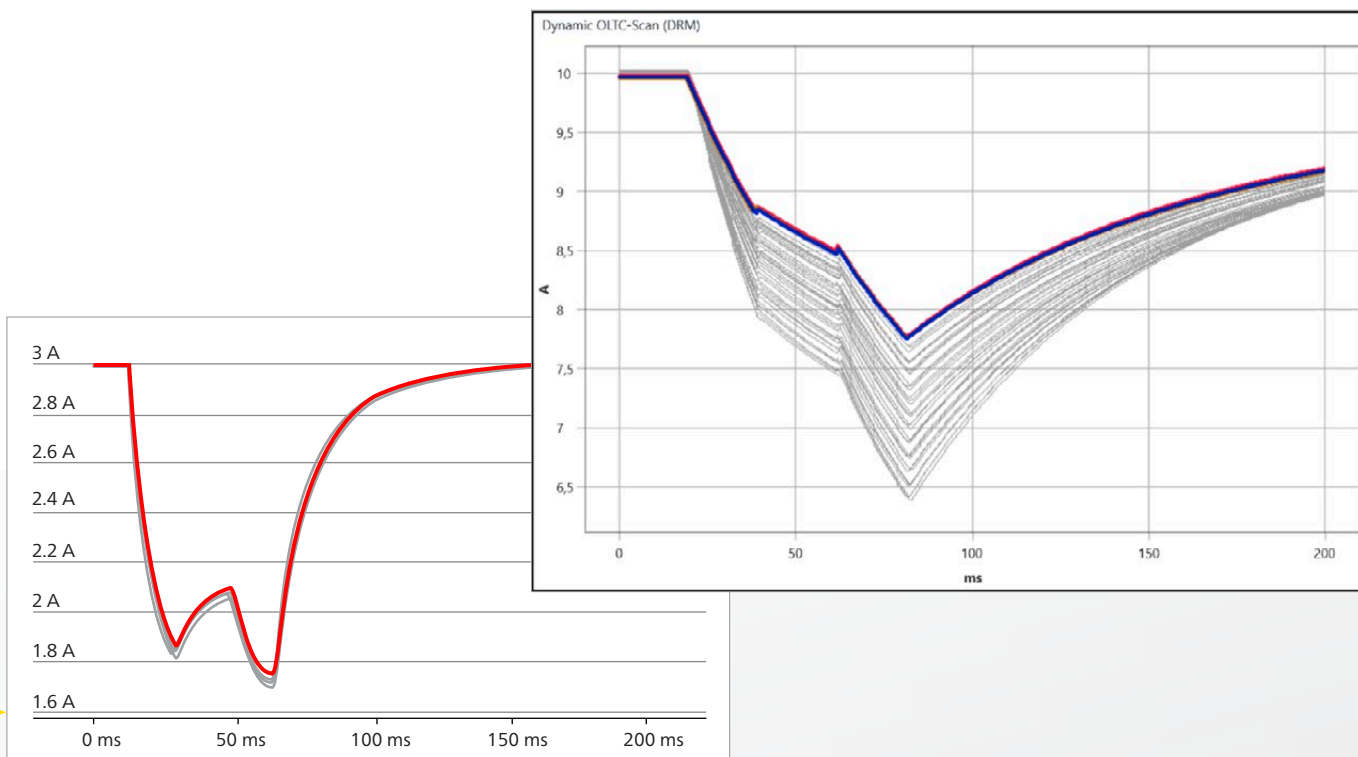
Warto wiedzieć...

Dzięki zastosowaniu zwarcia po przeciwnej stronie nasza metoda testowania zwiększa czułość sygnału prądowego. Powoduje to wzmocnienie tętnienia prądu, co sprawia, że krytyczne etapy procesu przełączania stają się wyraźnie widoczne. Z testerem TESTRANO 600 automatyczne zwieranie można łatwo konfigurować bez wcześniejszego przygotowania, za pomocą prostej opcji w oprogramowaniu.

Jeżeli używane są dodatkowe cęgi prądowe, tester TESTRANO 600 może również rejestrować prąd silnika podczas przełączania zaczeów. Rejestracja tego prądu pomaga w ocenie stanu napędu, rozpoznawaniu potencjalnych problemów mechanicznych lub zużycia, a także dostarcza niezbędnych danych w celu zaplanowania konserwacji zapobiegawczej.

Dlaczego stosować urządzenie TESTRANO 600?

- > Podejście typu 2 w 1: diagnostyka oscylograficzna PPZ obejmuje automatyczny pomiar statycznej rezystancji uzwojenia
- > Możliwa trójfazowa diagnostyka DRM w celu przyspieszenia pomiaru
- > Łatwe porównanie i analiza czasów przełączania
- > Rejestrowanie prądu silnika w celu kompleksowej diagnostyki
- > Dynamiczne zwieranie w celu zapewnienia idealnej czułości



Prąd przejściowy jest rejestrowany podczas procesu przełączania PPZ typu rezystorowego.

Pomiary wibroakustyczne

Testowane obiekty

- Przepusty
- PP przepustowe
- Przewody
- ✓ Przełącznik zaczepów
- Izolacja
- Uzwojenia
- Rdzeń

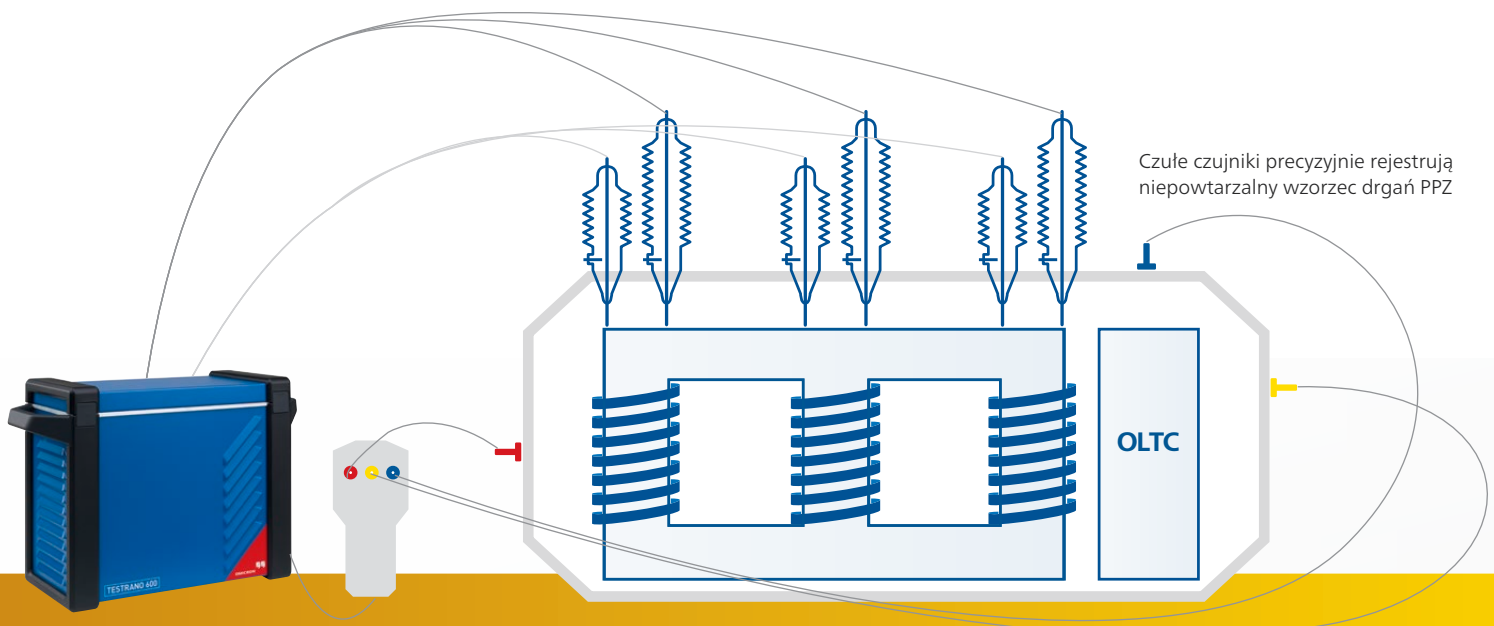
Uzasadnienie pomiarów

W metodzie pomiaru wibroakustycznego (VAM) wykorzystuje się czułe czujniki w celu precyzyjnej rejestracji charakterystycznego wzorca drgań, które są generowane przez przełącznik zaczepów podczas operacji przełączania. Wzorzec drgań jest niepowtarzalny dla każdej jednostki i może być porównywany z charakterystycznymi danymi referencyjnymi, idealnie zarejestrowanymi w trakcie przekazywania do eksploatacji.

Sygnaly akustyczne generowane przez ruchy mechaniczne i wyładowania łukowe podczas przełączania są rejestrowane w szerokim zakresie częstotliwości. Poprzez porównanie i ocenę tych szczegółowym sygnałów metoda VAM umożliwia kompleksową ocenę stanu mechanicznego przełącznika zaczepów.

Sposób działania

W pomiarze VAM jest wykorzystywana ta sama konfiguracja, co przy diagnostyce oscylograficznej PPZ, lecz dodatkowo na zbiorniku transformatora umieszcza się czujniki przyspieszenia, których zadaniem jest rejestracja sygnałów drgań generowanych przez PPZ podczas operacji przełączania. Idealnie czujniki powinny być umieszczone blisko wewnętrznych ruchomych elementów PPZ, tak aby zapewnić maksymalną klarowność zapisywanych sygnałów, przy jednoczesnej minimalizacji zakłóceń wynikających z drgań zewnętrznych. Umieszczenie czujników w pobliżu sztywnych elementów konstrukcyjnych w jeszcze większym stopniu zwiększa klarowność sygnału i precyzję pomiaru, zapewniając wiarygodną diagnostykę.



Tester TESTRANO 600 pozwala na przeprowadzenie diagnostyki oscylograficznej PPZ oraz pomiaru VAM w ramach jednego pomiaru, dzięki czemu użytkownik otrzymuje zsynchronizowane zapisy.

Warto wiedzieć...

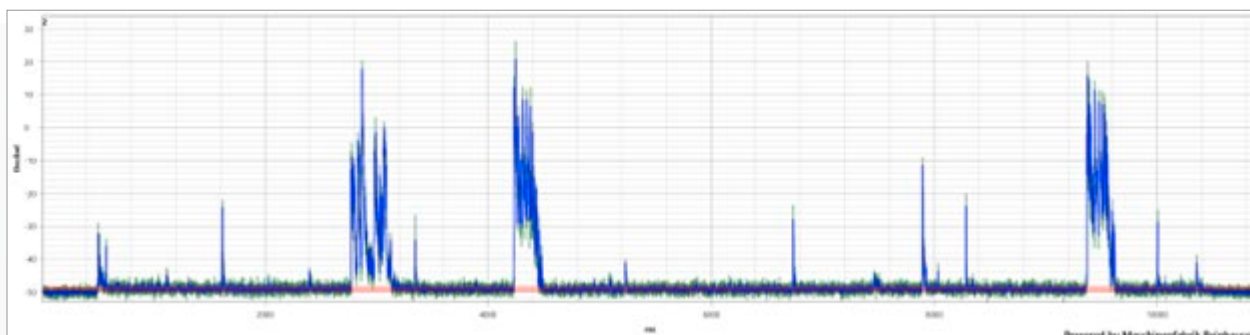
Dzięki użyciu technologii VAM, opracowanej we współpracy z firmą Maschinenfabrik Reinhausen (MR), urządzenie TESTRANO 600 generuje dane, które są gotowe do analizy. Dane te można przysyłać na portal klienta MR, aby zamówić usługę analizy VAM.

Aby zapewnić wiarygodność pomiarów VAM, oprogramowanie PTM oferuje funkcję wbudowanej automatycznej oceny jakości sygnału. System na miejscu analizuje kluczowe kryteria i wyświetla ostrzeżenia w przypadku niedostatecznej jakości sygnału, pomagając w natychmiastowym wykrywaniu i rozwiązywaniu potencjalnych problemów z pomiarem.

Pomiar VAM można również wykonać na transformatorze, który pozostaje w eksploatacji, ponieważ czujniki są montowane magnetycznie do ściany zbiornika transformatora. To podejście nadaje się do sprawdzania przełączników PPZ pod kątem wszelkich odchyłeń natury mechanicznej pomiędzy interwałami konserwacji i pomaga w nadawaniu priorytetów jednostkom, dla których zaplanowano konserwację.

Dlaczego stosować urządzenie TESTRANO 600?

- > Podejście typu 3 w 1: pomiar wibroakustyczny obejmuje automatyczny pomiar statycznej rezystancji uzwojenia oraz diagnostykę oscylograficzną PPZ
- > Możliwy pomiar online, nie są wymagane żadne przestoje
- > Łatwe porównanie i analiza czasów przełączania
- > Zintegrowana kontrola umożliwia ocenę jakości danych bezpośrednio w miejscu wykonywania testów



Zapis pomiaru wibroakustycznego dla jednej operacji przełączania zaczeów

Pomiar przekładni zwojowej transformatora (TTR)

Testowane obiekty

- Przepusty
- PP przepustowe
- Przewody
- Przełącznik zaczełów
- Izolacja
- ✓ Uzwojenia
- Rdzeń

Uzasadnienie pomiarów

Pomiary przekładni zwojowej transformatora (transformer turns ratio, TTR) przeprowadza się w celu sprawdzenia podstawowej zasady działania transformatora. Mierząc przekładnię i kąt fazowy między uzwojeniami, można wykryć obwody otwarte i zwarcia między zwojami.

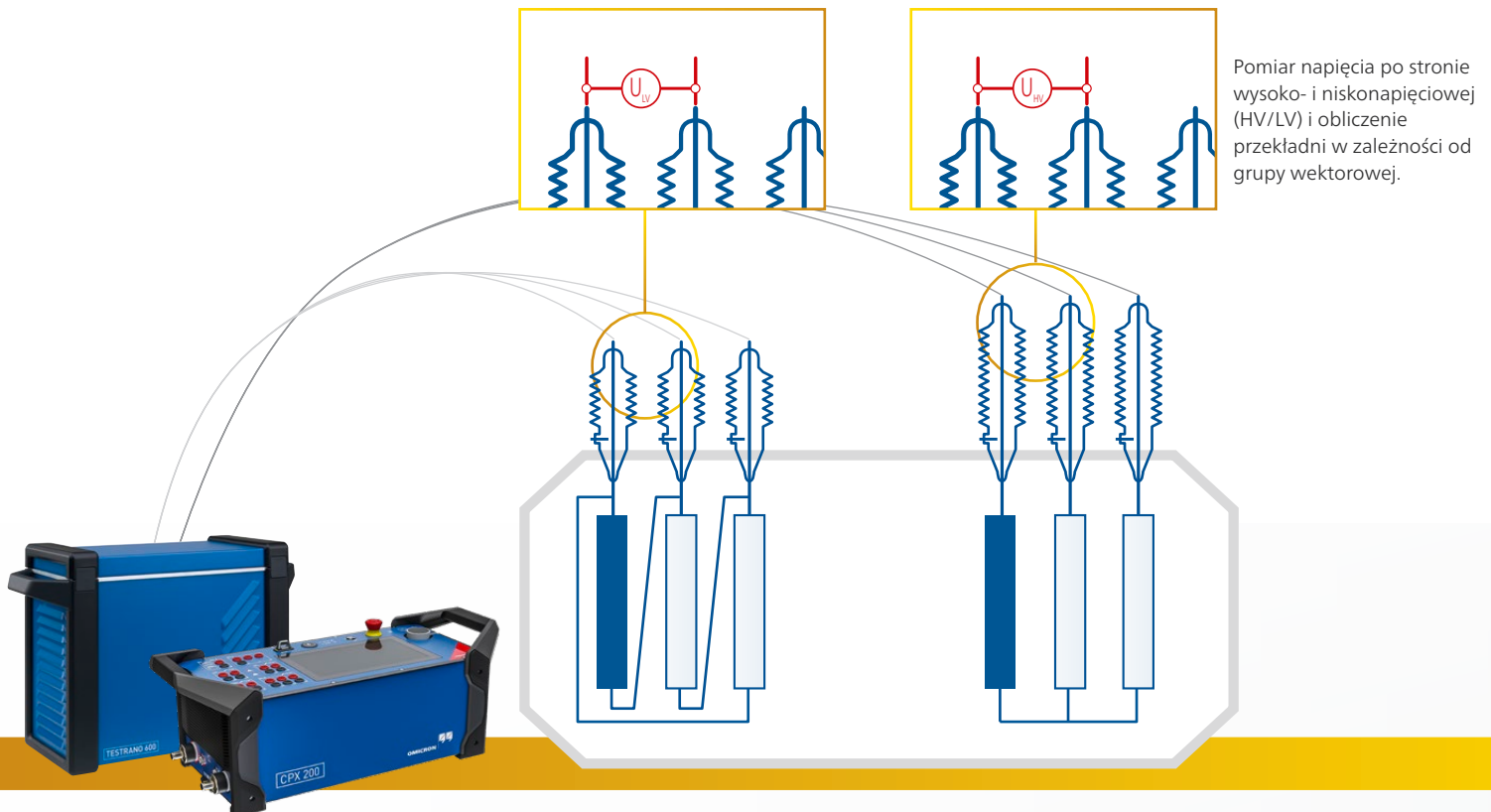
Przekładnię zwojową określa się podczas fabrycznych testów odbiorczych (factory acceptance tests, FAT). Po oddaniu transformatora do eksploatacji należy ją regularnie sprawdzać. Pomiary TTR mogą być również wyzwalane przez uruchomienie przełącznika i inne testy diagnostyczne, takie jak analiza rozpuszczonych gazów (dissolved gas analysis, DGA) oraz pomiary współczynnika rozproszenia/mocy.

Sposób działania

Przy użyciu **źródła jednofazowego** napięcie testowe jest przykładane do każdej fazy jednego uzwojenia i mierzone zarówno na wysokonapięciowym, jak i odpowiadającym mu niskonapięciowym uzwojeniu tej samej kolumny transformatora.

Przy użyciu **źródła trójfazowego** ten sam pomiar można wykonać na wszystkich trzech fazach w tym samym czasie.

Obliczoną wartość przekładni można następnie porównać z wynikami fabrycznymi, które są podane na tabliczce znamionowej.



Urządzenie TESTRANO 600, podobnie jak CPX 200, umożliwia pomiary przekładni zwojowej transformatorów mocy bez konieczności zmiany połączeń kablowych.

Warto wiedzieć...

Wyniki są porównywane z wartościami na tabliczce znamionowej i między fazami. Zgodnie z normami IEC 60076-1 i IEEE C57.152 odchylenia wartości zmierzonych od przekładni znamionowej nie powinny przekraczać 0,5%.

Przekładnię zwojową mierzy się zazwyczaj od uzwojenia wysokonapięciowego do uzwojenia niskonapięciowego, co pozwala uniknąć niebezpiecznych napięć na wejściach pomiarowych.

Namagnesowanie rdzenia lub brak uziemienia mogą mieć wpływ na pomiar i prowadzić do nieprawidłowych wyników. Dlatego bardzo ważne jest sprawdzenie, czy rdzeń transformatora jest rozmagnesowany i czy każde uzwojenie jest prawidłowo uziemione.

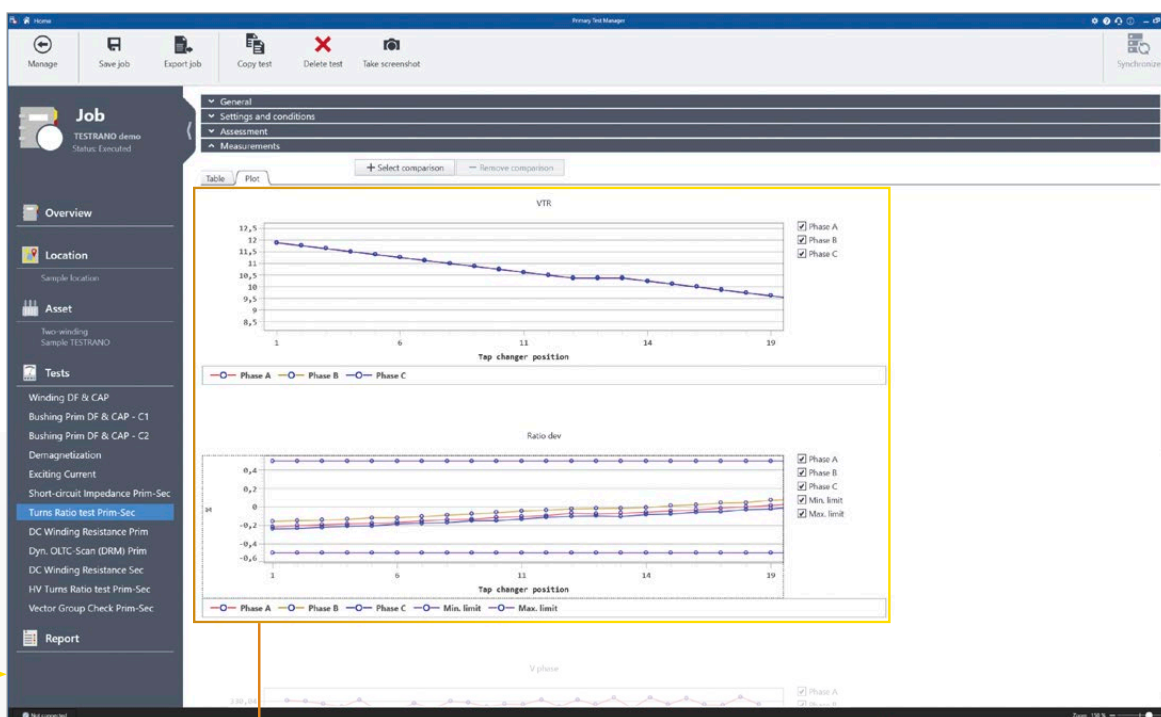
Aby potwierdzić lub wyeliminować przypuszczalny problem, przydatny jest dodatkowy test prądu pobudzenia. Umożliwia on diagnozowanie zwarc. Testy rezystancji uzwojeń prądu stałego pozwalają natomiast z dużą czułością wykrywać obwody otwarte.

Dlaczego stosować urządzenie TESTRANO 600?

- > Pomiar trójfazowy w celu określenia przekładni i przesunięcia fazowego dowolnej konfiguracji uzwojenia
- > Pomiary napięciem do 400 V prądu przemiennego (L-L) bez konieczności ponownego podłączenia kabli
- > Wykorzystanie tych samych połączeń do testowania rezystancji uzwojenia, bez konieczności zmiany połączeń kablowych
- > Wbudowana funkcja automatycznego sterowania przełącznikiem zaczepów, bez konieczności stosowania dodatkowego osprzętu

Dlaczego stosować urządzenie CPX 200?

- > Pomiar trójfazowy w celu określenia przekładni i przesunięcia fazowego dowolnej konfiguracji uzwojenia
- > Obsługa pomiaru jednofazowego
- > Automatyczne sterowanie przełącznikiem zaczepów



Pomiar TTR dla wszystkich trzech faz w każdym położeniu zaczepu. Zgodnie z normami międzynarodowymi odchylenia wartości zmierzonych od wartości podanych na tabliczce znamionowej nie powinny przekraczać 0,5%.

Pomiar prądu nasycenia

Testowane obiekty

- Przepusty
- PP przepustowe
- Przewody
- Przełącznik zaczełów
- Izolacja
- ✓ Uzwojenia
- ✓ Rdzeń

Uzasadnienie pomiarów

Pomiary prądu nasycenia przeprowadza się w celu oceny izolacji uzwojeń, obwodu magnetycznego transformatora, a także przełącznika zaczełów.

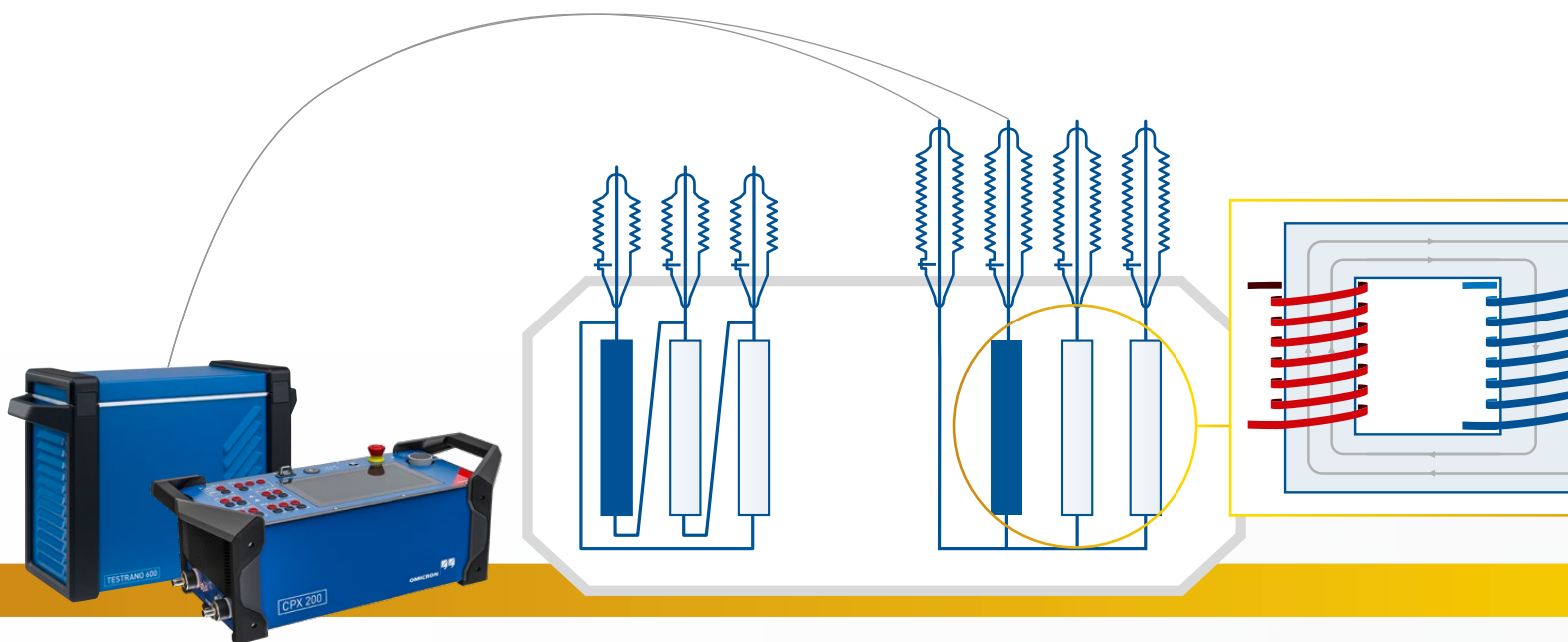
Największą zaletą tego testu jest wykrywanie zwarcień między poszczególnymi zwojami. Fizyczne przesunięcia warstw i poważne uszkodzenia rdzenia mogą mieć wpływ na reluktancję (opór magnetyczny), a tym samym spowodować zmianę prądu wzbudzenia. Odchylenia od wartości odniesienia mogą też wskazywać na zużycie styków lub nieprawidłowe podłączenie przełącznika zaczełów.

Sposób działania

Test prądu nasycenia przeprowadza się bez obciążenia. Dlatego do jednej strony transformatora (zazwyczaj wysokonapięciowej) przykłada się napięcie prądu przemiennego, a przeciwna strona pozostaje otwarta. Wielkość prądu pobieranego w uzwojeniu pierwotnym jest proporcjonalna do energii potrzebnej do wymuszenia działania transformatora, tj. indukcji napięcia w uzwojeniu wtórnym.

W celu wykrycia zwarcień między zwojami zaleca się wybranie najwyższego napięcia testowego mieszczącego się w zakresie dopuszczalnym dla danego testera i uzwojenia. Typowe napięcie testowe wynosi 10 kV.

Sposób wykonania połączeń testowych różni się w zależności od konfiguracji uzwojenia. Zasadniczo neutralne izolatory przepustowe uzwojenia pod napięciem (jeżeli są obecne) należy podłączyć do przewodu powrotnego niskiego napięcia. Neutralne izolatory przepustowe na otwartym uzwojeniu należy uziemić, jeśli są również uziemione podczas eksploatacji.



Zestaw urządzeń TESTRANO 600 + CP TD12/15, podobnie jak zestaw urządzeń CPX 200 + HVX10, umożliwia pomiary prądu nasycenia transformatorów mocy bez konieczności zmiany połączeń kablowych.

Warto wiedzieć...

Wyniki testu prądu nasycenia należy porównywać między fazami i położeniami zaczepów. W zależności od konstrukcji transformatora i liczby kolumn wyniki powinny wskazywać na wyraźną charakterystykę faz z dwiema lub trzema podobnymi fazami (HLH, LHL, HHH). Odchylenia między tymi podobnymi fazami powinny mieścić się w zakresie od 5% do 10%.

Jeśli prądy nasycenia we wszystkich trzech fazach są różne, zaleca się przeprowadzenie dalszych analiz. Przyczyną odmiennych wzorów fazowych może być namagnesowanie rdzenia lub problem z uzwojeniem.

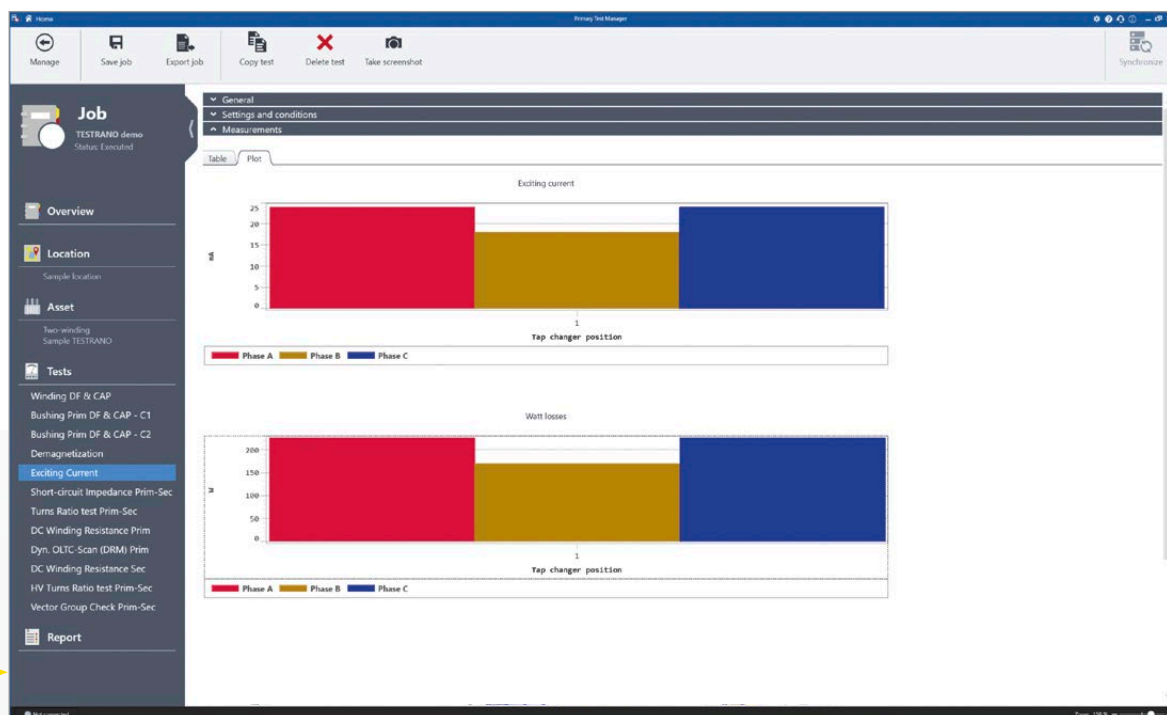
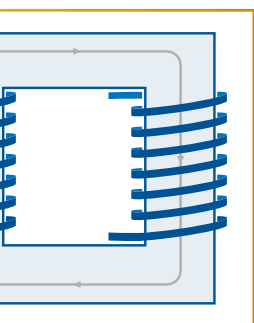
Jak wspomniano powyżej, magnetyzm szczątkowy w rdzeniu może mieć wpływ na wyniki. W takim przypadku należy rozmagnesować transformator i powtórzyć test.

Oprócz wzoru fazowego, wyniki powinny wykazywać również charakterystyczny wzorec we wszystkich położeniach zaczepów. Może on się zmieniać w zależności od typu przełącznika zaczepów. Nawet jeśli wzorec danego przełącznika zaczepów nie jest znany, powinien być taki sam dla wszystkich faz.

Istnienie zwarcia między zwojami można też potwierdzić przy użyciu pomiarów przekładni zwojowej transformatora (TTR). W dalszym diagnozowaniu problemów dotyczących rdzenia pomocna jest natomiast analiza odpowiedzi częstotliwościowej (SFRA).

Dlaczego stosować urządzenia TESTRANO 600 + CP TD12/15 lub CPX 200 + HVX10?

- > Prowadzenie testów prądu nasycenia przy zwykłym napięciu testowym 10 kV
- > Określanie prądów nasycenia podczas pomiaru przekładni zwojowej bez konieczności ponownego podłączania kabli
- > Określanie prądów nasycenia dla wszystkich trzech faz
- > Automatyczne sterowanie przełącznikiem zaczepów



Typowa charakterystyka fazowa HLH transformatora trójfazowego z dwiema podobnymi wysokimi wartościami w fazach zewnętrznych i jedną niższą wartością w fazie środkowej.

Pomiar impedancji zwarciowej / reaktancji rozproszenia

Testowane obiekty

- Przepusty
- PP przepustowe
- Przewody
- Przełącznik zaczełów
- Izolacja
- ✓ Uzwojenia
- Rdzeń

Uzasadnienie pomiarów

Pomiary impedancji zwarciowej / reaktancji rozproszenia to czułe metody umożliwiające sprawdzenie uzwojeń pod kątem ewentualnych odkształceń lub przesunięć.

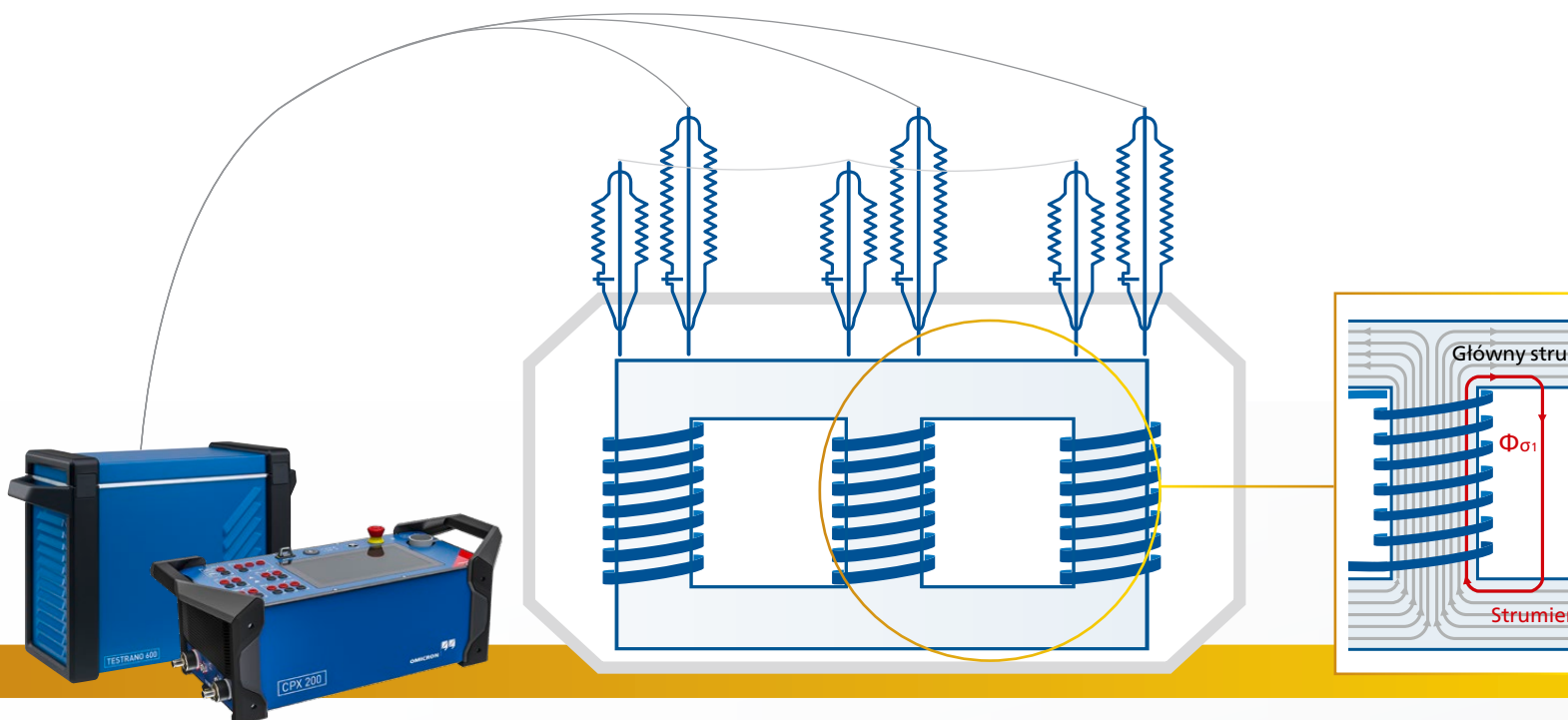
Poważne zwarcia lub transport transformatora mogą spowodować przesunięcia lub deformację uzwojeń. W takich wypadkach zaleca się przeprowadzenie testów impedancji zwarciowej / reaktancji rozproszenia.

Takie testy wykonuje się zwykle jako pomiary trójfazowe, których wyniki można porównać z wartością podaną na tabliczce znamionowej, ustaloną przez producenta podczas fabrycznych testów odbiorczych. Ponieważ wartość ta reprezentuje średnią we wszystkich trzech fazach, podczas diagnozowania stanu uzwojenia zaleca się też przeprowadzenie pomiarów dla poszczególnych faz.

Sposób działania

Do każdej fazy uzwojenia wysokonapięciowego podłącza się źródło prądu przemiennego. Podczas pomiaru trójfazowego wszystkie trzy fazy strony niskonapięciowej są zwarte bez podłączenia zacisku zerowego (jeśli jest). W testach dla poszczególnych faz zwiera się wyłącznie odpowiednie uzwojenie po stronie niskonapięciowej.

Prąd i napięcie w uzwojeniu wysokonapięciowym mierzone są w amplitudzie i fazie. Na zakończenie oblicza się impedancję zwarciową, uwzględniając parametry danego transformatora.



Urządzenie TESTRANO 600, podobnie jak urządzenie CPX 200, umożliwia pomiary impedancji zwarciowej / reaktancji rozproszenia transformatorów mocy. Za pomocą testera TESTRANO 600 można przeprowadzić pomiar trójfazowy bez konieczności zmiany połączeń kablowych.

Warto wiedzieć...

Odchylenie wartości impedancji zwarciowej uzyskanej w ramach pomiaru trójfazowego od wartości na tabliczce znamionowej nie powinno przekraczać 3%.

Większe odchylenia nie stanowią jednak automatycznego potwierdzenia, że uzwojenie jest zdeformowane. Aby tak było, co najmniej jeden z testów reakcji rozproszenia dla poszczególnych faz musi zakończyć się niepowodzeniem.

Wynik dla każdej fazy należy porównać ze średnią wszystkich trzech pomiarów dla poszczególnych faz. W większości przypadków odstępstwa od średniej wynoszą mniej niż 1% i nie powinny przekraczać 2–3%. Wyników testów dla poszczególnych faz nie można porównywać z danymi na tabliczce znamionowej.

Reaktancja rozproszenia reprezentuje wyłącznie bierną składową impedancji zwarciowej. Oba tych terminów używa się jednak zamiennie w odniesieniu do tej samej metody testowej.

W celu dalszego zbadania przesunięć i odkształceń uzwojenia można przeprowadzić dodatkowo analizę odchylen odpowiedzi częstotliwościowej (SFRA).

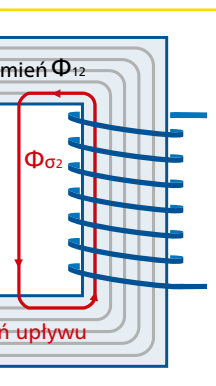
Dlaczego stosować urządzenie TESTRANO 600?

- > Pomiar trójfazowy w celu określenia impedancji zwarciowej bez konieczności ponownego podłączenia kabli
- > Obsługa grup testów, umożliwiających wykonywanie konwencjonalnych testów transformatorów w jednej sekwencji
- > Funkcja automatycznego testu reakcji rozproszenia umożliwia zwieranie zacisków przy pomocy przewodów połączeniowych urządzenia TESTRANO

Dlaczego stosować urządzenie CPX 200?

- > Pomiarzy jednofazowe w celu określenia zamiennej trójfazowej impedancji zwarciowej / reaktancji rozproszenia

Reaktancja rozproszenia odzwierciedla upływ strumienia z rdzenia transformatora. Przesunięcie lub odkształcenie uzwojeń zmienia reluktancję (opór magnetyczny) na ścieżce upływu, a tym samym reaktancję.



Short circuit impedance results (Zk)					
	Phase	I AC	V1 AC	V1 AC phase	Wat
Start	A	941,02 mA	164,73 V	87,09 °	1,87
Start	B	959,90 mA	168,62 V	87,08 °	8,24
Start	C	970,41 mA	168,56 V	86,97 °	8,64

Assessment uk		
Phase	uk meas (%)	uk ref (%)
	8,67 %	8,45 %

Transformer Type	ODL 16 000 / 110	Serial No.	561525	
Year: Manufacturing	1966	Operation	DB	
50 Hz	Cooling	S	Vector Group	Yd11
Power P:	PRIM 12 000	TERT	SEC 12 000	kVA
Rated Voltage	1 12 62 00	13 11 00 00	25 9 38 00	V
	54.9	53.0	73.9	A
				V
				A
				10 600
				V
				A
Impedances:	PRIM-TERT	TERT-SEC	PRIM-SEC	%
			9.45	
			8.45	
			8.15	
Weight:	Total 424	Oil 17.6	Active Part 18	Shipping 41
				t

Impedancję zwarciową oblicza się na podstawie wyników pomiarów trójfazowych i mocy znamionowej transformatora. Uzyskaną wartość porównuje się następnie z wartością podaną na tabliczce znamionowej transformatora.

Pomiar odpowiedzi częstotliwościowej strat obciążeniowych (FRSL)

Testowane obiekty

- Przepusty
- PP przepustowe
- Przewody
- Przełącznik zacepów
- Izolacja
- ✓ Uzwojenia
- Rdzeń

Uzasadnienie pomiarów

Test odpowiedzi częstotliwościowej strat obciążeniowych (frequency response of stray losses, FRSL) jest pomiarem składowej rezystancyjnej impedancji zwarciowej przy wielu częstotliwościach. To jedyna metoda elektryczna pozwalająca na identyfikację zwarcia pomiędzy równoległymi pasmami uzwojenia oraz miejscowego przegrzania wskutek nadmiernych strat prądów wirowych.

Wykonywanie pomiarów FRSL, podobnie jak testu impedancji zwarciowej i reaktancji rozproszenia, zaleca się podczas testów uruchomieniowych lub odbiorczych w celu ustalenia wyników wzorcowych. Testy FRSL nie są rutynowo przeprowadzanymi testami diagnostycznymi, ale zaleca się ich przeprowadzenie podczas diagnostyki zaawansowanej. Ten test także można przeprowadzić jako test trójfazowy albo test dla poszczególnych faz.

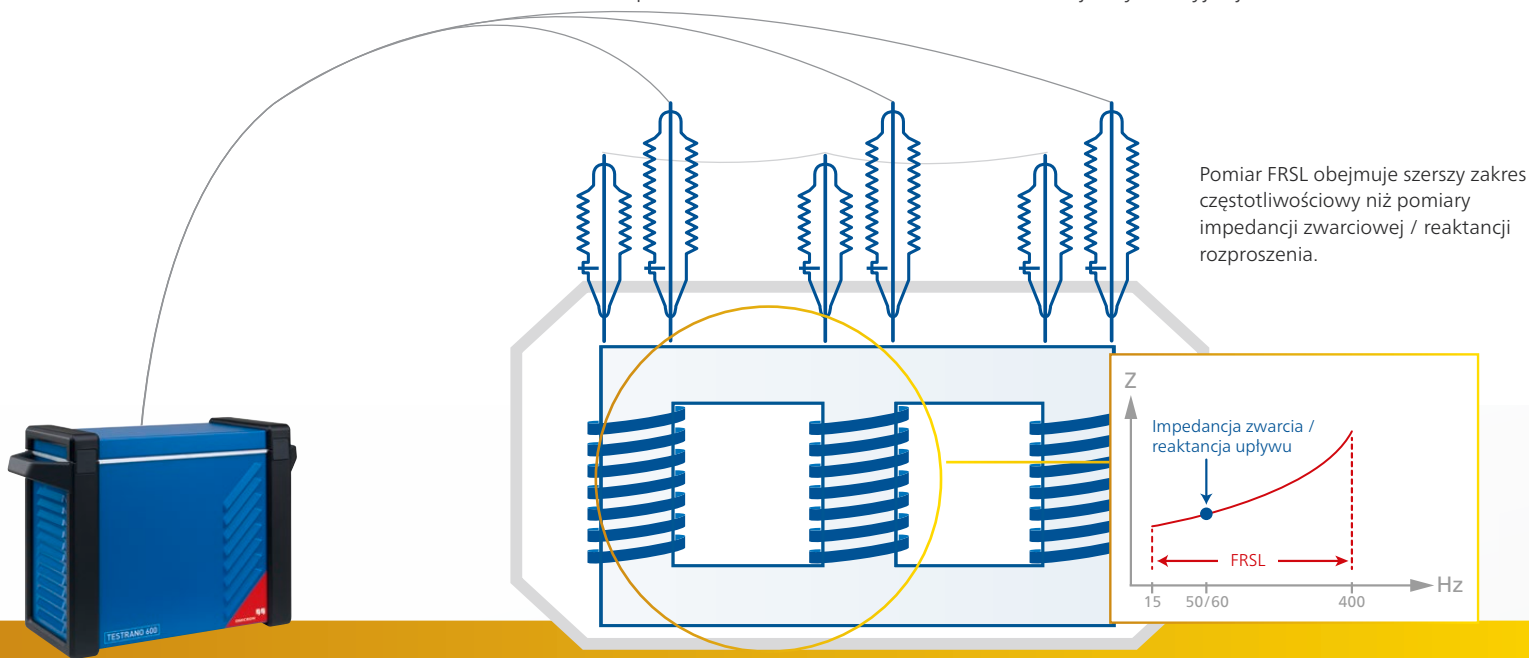
Sposób działania

Konfiguracja testowa i procedura testu FRSL są takie same, jak w przypadku testu impedancji zwarciowej / reaktancji rozproszenia. Testy te można więc wykonywać równocześnie.

Do każdej fazy uzwojenia wysokonapięciowego podłącza się źródło prądu przemiennego. Podczas pomiaru trójfazowego wszystkie trzy fazy strony niskonapięciowej są zwarte bez podłączenia zacisku zerowego (jeśli jest). W testach dla poszczególnych faz zwiera się wyłącznie odpowiednie uzwojenie po stronie niskonapięciowej.

Zmierzone wartości prądu, napięcia i przesunięcia fazowego wykorzystuje się do obliczenia składowej rezystancyjnej impedancji zwarciowej przy częstotliwościach dyskretnych od 15 do 599 Hz.

Ponieważ straty wiropądowe w transformatorze stają się wyraźniejsze przy wyższych częstotliwościach, sporządzenie wykresu przedstawiającego wyniki w całym zakresie częstotliwości pozwala zaobserwować wzrost składowej rezystancyjnej.



Tester TESTRANO 600 umożliwia pomiary odpowiedzi częstotliwościowej strat obciążeniowych (FRSL) w drodze prawdziwego testu trójfazowego, bez konieczności zmiany połączeń kablowych.

Warto wiedzieć...

Analiza wyników FRSL ma w dużej mierze charakter wizualny i obejmuje porównanie ich w różnych fazach i czasie. Straty wiroprowodowe rosną wraz z częstotliwością, a zatem impedancja również wzrasta na przestrzeni zakresu częstotliwości.

Wzrost ten powinien być taki sam we wszystkich trzech fazach, dając gładką krzywą wykładniczą. Odchylenia na poziomie 3%, zwłaszcza przy wyższych częstotliwościach, mogą wskazywać na zwarcie między pasmami uzwojenia.

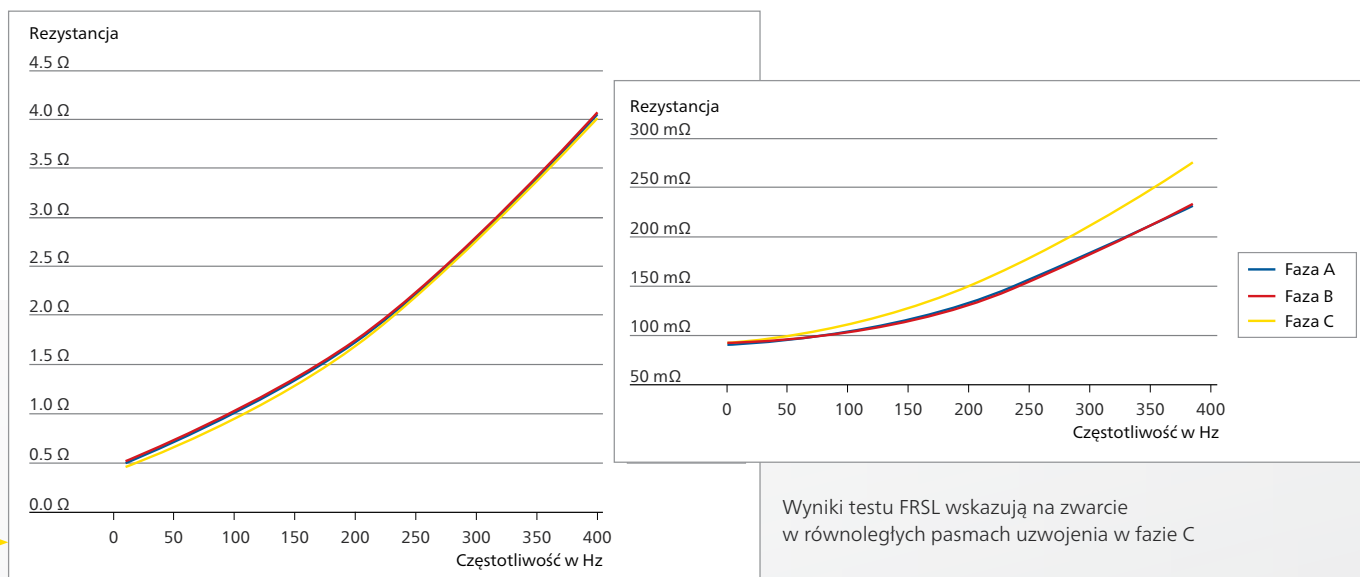
Wyniki testu FRSL należy zweryfikować krzyżowo, przeprowadzając analizę gazów rozpuszczonych (DGA). Wiele problemów, które można zdiagnozować przy użyciu testu FRSL, powoduje wytwarzanie gazów palnych.

Zwarcia między pasmami mogą na przykład powodować większe niż zwykle przegrzanie, co można wykryć za pomocą DGA.

Najczęściej spotykanymi problemami, wskutek których wyniki testu FRSL mogą być mylące, są nieprawidłowe połączenia i małe przekroje zastosowanej zworki zwarciowej. W takim przypadku można zaobserwować przesunięcie pionowe między fazami.

Dlaczego stosować urządzenie TESTRANO 600?

- > Pomiar trójfazowy w celu określenia FRSL bez konieczności ponownego podłączenia kabli
- > Sposób połączeń taki sam jak używany do pomiarów impedancji zwarciowej / reaktancji rozproszenia
- > Możliwy pomiar do częstotliwości 599 Hz w celu uproszczenia wykrywania zwarc w pasmach równoległych
- > Porównanie graficzne umożliwiające łatwą analizę międzyfazową



Wyniki testu FRSL wskazują na zwarcie w równoległych pasmach uzwojenia w fazie C

Dopuszczalne wyniki pomiaru FRSL

Rozmagnesowywanie

Testowane obiekty

- Przepusty
- PP przepustowe
- Przewody
- Przełącznik zaczeów
- Izolacja
- Uzwojenia
- ✓ Rdzeń

Uzasadnienie pomiarów

Jeśli transformator mocy jest odizolowany od systemu zasilania, przesunięcie fazowe powoduje gromadzenie się w jego rdzeniu magnetyzmu szczątkowego. Magnetyzm szczątkowy pozostaje również po podaniu napięcia prądu stałego do rdzenia transformatora, na przykład podczas rutynowych testów rezystancji uzwojenia w terenie lub w zakładzie produkcyjnym.

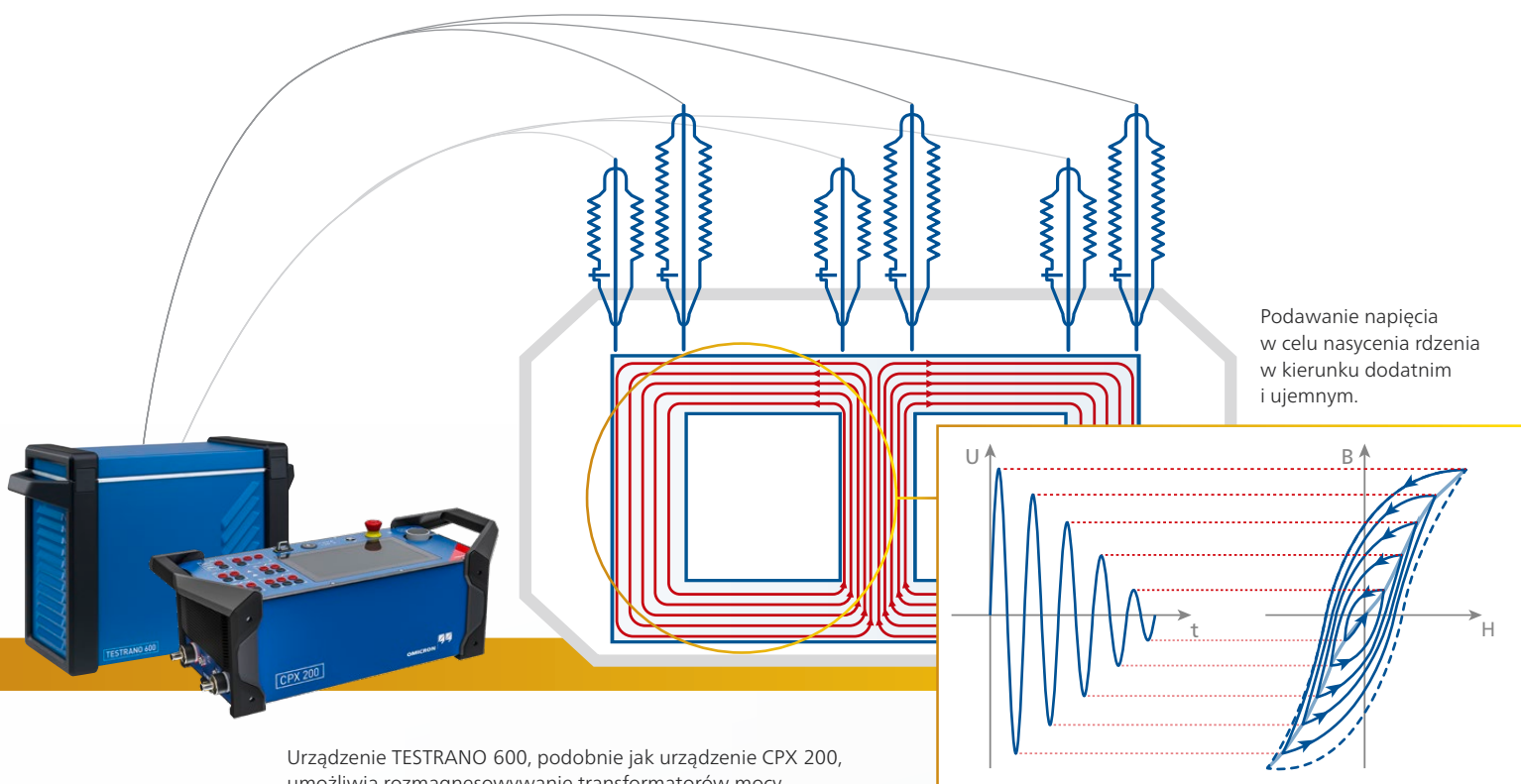
Magnetyzm szczątkowy w rdzeniu może prowadzić do wystąpienia dużych prądów rozruchowych, aż do maksymalnego prądu zwarciovego. Powoduje to niepożądane przeciążenie transformatora po jego ponownym włączeniu do eksploatacji. Magnetyzm szczątkowy może też wpływać na wyniki wielu pomiarów diagnostycznych, znacząco utrudniając rzetelną ocenę.

Dlatego przed ponownym włączeniem transformatora do eksploatacji i po podaniu napięcia prądu stałego podczas testów diagnostycznych zaleca się rozmagnesowanie rdzenia.

Sposób działania

Na początku rdzeń jest nasycany w obu kierunkach. Następnie określa się konkretne parametry histerezy i oblicza strumień początkowy. Później wykorzystuje się oparty na tych parametrach algorytm iteracyjny, pozwalający na zmniejszenie zastosowanego strumienia poprzez dostosowanie wartości napięcia i częstotliwości. Zastosowanie wielu iteracji umożliwia rozmagnesowanie rdzenia poniżej 1% jego wartości maksymalnej.

Opisane podejście do rozmagnesowywania rdzenia transformatora mocy na podstawie pomiaru strumienia magnetycznego sprawdza się niezawodnie zarówno w przypadku małych, jak i dużych transformatorów.



Urządzenie TESTRANO 600, podobnie jak urządzenie CPX 200, umożliwia rozmagnesowywanie transformatorów mocy.

Warto wiedzieć...

Rozmagnesowanie rdzenia transformatora minimalizuje zagrożenia dla personelu i sprzętu podczas ponownego włączania transformatora do eksploatacji.

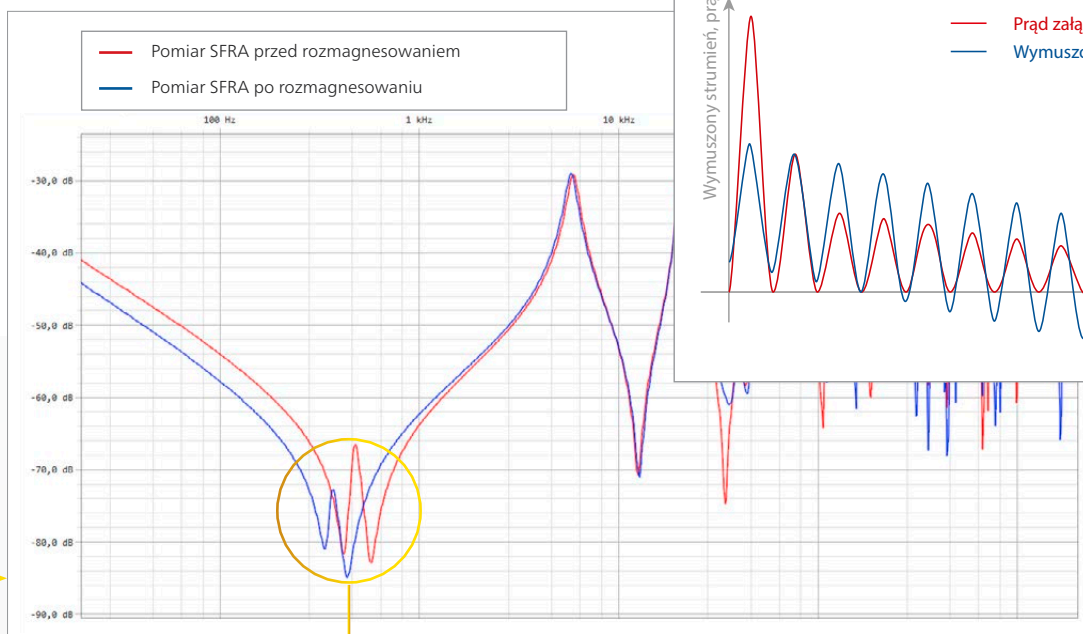
Rozmagnesowanie transformatora zaleca się także przed przeprowadzeniem testów prądu nasycenia, analizy odchyień odpowiedzi częstotliwościowej (SFRA) lub równowagi magnetycznej. Namagnesowanie rdzenia wpływa na wszystkie te pomiary, co może prowadzić do błędnej interpretacji wyników.

Dla udanego rozmagnesowania ważne jest stałe monitorowanie strumienia magnetycznego (Φ) w rdzeniu podczas całego procesu.

Dlaczego stosować urządzenia TESTRANO 600 lub CPX 200?

- > Szybkie i niezawodne rozmagnesowanie rdzenia transformatora
- > Pomiar w celu dalszej diagnozy, np. w razie uzyskania nieoczekiwanych wyników testu prądu nasycenia
- > Rozmagnesowanie do poziomu poniżej 1% wartości maksymalnej rdzenia

Magnetyzm szczątkowy powoduje powstanie dużych prądów rozruchowych i niepożądane przeciążenie transformatora po jego ponownym włączeniu do eksploatacji.



Pomiar SFRA dla fazy A: Przesunięcie punktów rezonansowych świadczy o wpływie namagnesowania rdzenia na pomiar.

Analiza odchyień odpowiedzi częstotliwościowej (SFRA)

Testowane obiekty

- Przepusty
- PP przepustowe
- ✓ Przewody
- Przełącznik zaczeów
- Izolacja
- ✓ Uzwojenia
- ✓ Rdzeń

Uzasadnienie pomiarów

Analizę odchyień odpowiedzi częstotliwościowej (sweep frequency response analysis, SFRA) wykorzystuje się do identyfikowania problemów mechanicznych lub elektrycznych w uzwojeniach, stykach lub rdzeniach transformatorów mocy. Poważne zwarcia lub wstrząsy podczas transportu transformatora mogą spowodować przesunięcie lub odkształcenie uzwojenia.

Od czasu wprowadzenia normy IEC 60076-18 metoda ta stała się jednym z powszechnie stosowanych testów elektrycznych, a jej akceptacja wśród użytkowników znacznie wzrosła.

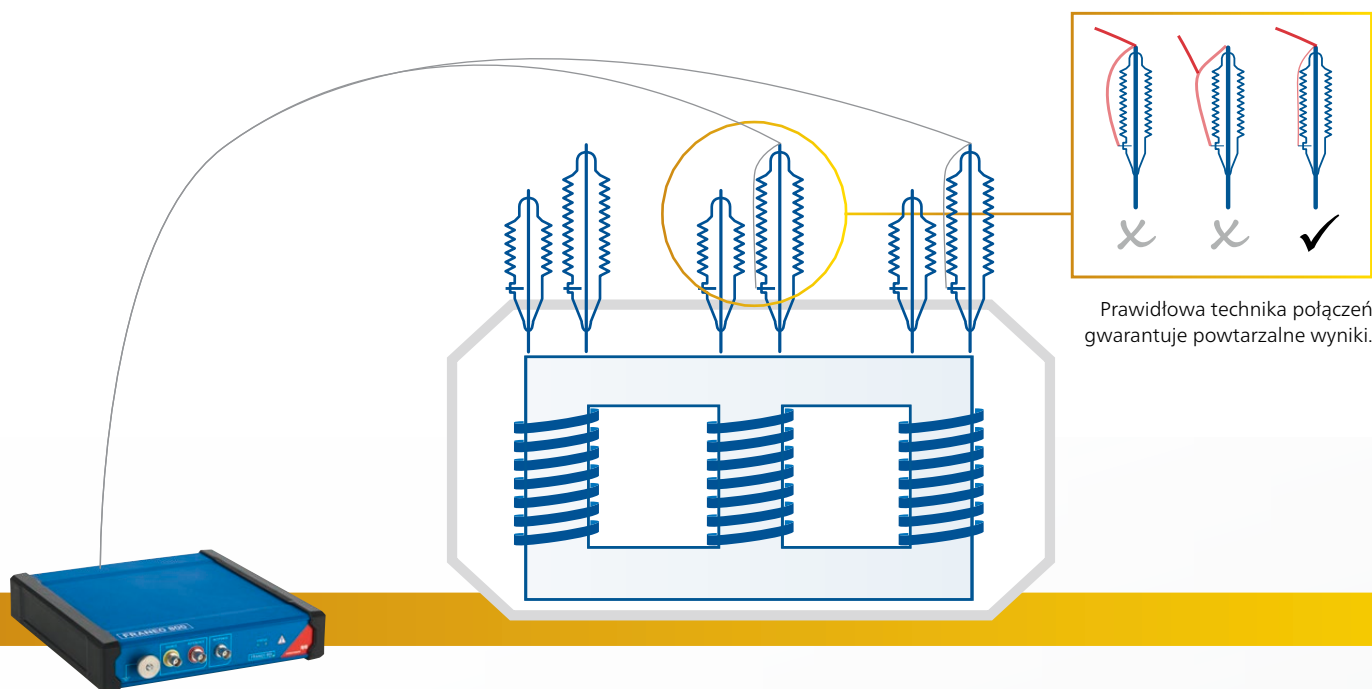
Przeprowadzenie testów SFRA zaleca się po zakończeniu testów odbiorczych przez producenta (pozwala to bowiem ustalić parametry charakterystyczne dla danego transformatora), a następnie ponownie po zakończeniu transportu i podczas uruchamiania.

Sposób działania

Transformatory mocy można traktować jako złożoną sieć elektryczną elementów pojemnościowych, indukcyjnych i rezystorów. Każda sieć elektryczna ma własną, unikatową odpowiedź częstotliwościową.

Na jeden koniec uzwojenia transformatora podawane jest napięcie wzbudzenia o przebiegu sinusoidalnym i stale rosnącej częstotliwości; wartością mierzoną jest sygnał odpowiedzi z drugiego końca uzwojenia. Porównanie sygnałów wejściowych i wyjściowych pozwala na wygenerowanie unikatowej odpowiedzi częstotliwościowej, którą można porównać z charakterystycznymi danymi referencyjnymi.

Zmiany, przesunięcia lub odkształcenia elementów wewnętrznych prowadzą do zmian w tej funkcji transferu, więc można je zidentyfikować przez porównanie wykresów.



Prawidłowa technika połączeń gwarantuje powtarzalne wyniki.

Urządzenie FRNEO 800 umożliwia niezawodne diagnozowanie rdzeni i uzwojeń transformatorów mocy przy wykorzystaniu metody analizy odchyień odpowiedzi częstotliwościowej (SFRA).

Warto wiedzieć...

Metoda SFRA bazuje na porównaniu testu bieżącego z testem referencyjnym. Jeśli dane odniesienia są niedostępne, do porównania można wykorzystać wyniki uzyskane dla innej fazy lub podobnego transformatora.

Tak wykryte zwarcia można potwierdzić za pomocą pomiarów innych wielkości, takich jak rezystancja uzwojenia prądu stałego, odpowiedź częstotliwościowa strat obciążeniowych (FRSL), impedancja zwarciowa / reaktancja rozproszenia, prąd nasycenia lub przekładnia zwojowa transformatora (TTR).

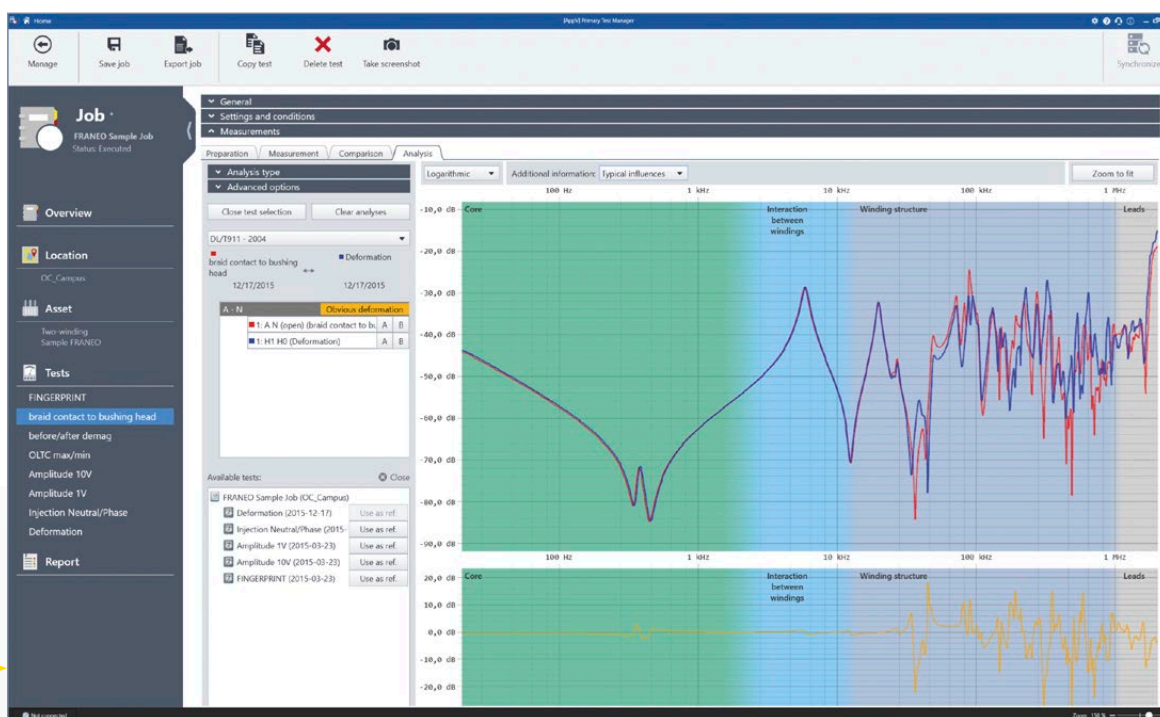
SFRA jest metodą nieinwazyjną. Pozwala na rzetelną ocenę integralności transformatora bez konieczności stosowania wysokich napięć.

Żadna inna metoda nie jest równie czuła na odkształcenia mechaniczne części czynnych transformatorów jak metoda SFRA.

Dlaczego stosować urządzenie

FRANEO 800?

- > Najszerszy dynamiczny zakres pomiarowy w branży (> 150 dB)
- > Powtarzalne wyniki dzięki innowacyjnej technice połączeń, opartej na metodzie 1 określonej w normie IEC 60076-18
- > Współpraca z oprogramowaniem Primary Test Manager™: procedury konfiguracji, wykonania i oceny testów ułatwiający prowadzenie analiz bez specjalistycznej wiedzy
- > Krótkie czasy pomiaru dzięki inteligentnym algorytmom analizy odchyłek
- > Mały i lekki sprzęt gwarantujący optymalną użyteczność



Program PTM pozwala na automatyczną ocenę wyników i ich porównanie, a także wizualizację typowych czynników wpływających na odchylenia.

Analiza odpowiedzi dielektrycznej częstotliwościowej

Testowane obiekty

- ✓ Przepusty
 - PP przepustowe
 - Przewody
 - Przełącznik zacepów
- ✓ Izolacja
 - Uzwojenia
 - Rdzeń

Uzasadnienie pomiarów

Analizę odpowiedzi dielektrycznej częstotliwościowej wykorzystuje się do oceny zawartości wilgoci w izolacji celulozowej, a więc określania jej stanu.

Wilgoć w transformatorach z izolacją papierowo-olejową powstaje wskutek starzenia się papieru lub dostaje się do transformatora przez nieszczelne połączenia lub odpowietzniki. Prowadzi to do zmniejszenia odporności na przebicia i szybszego starzenia się izolacji.

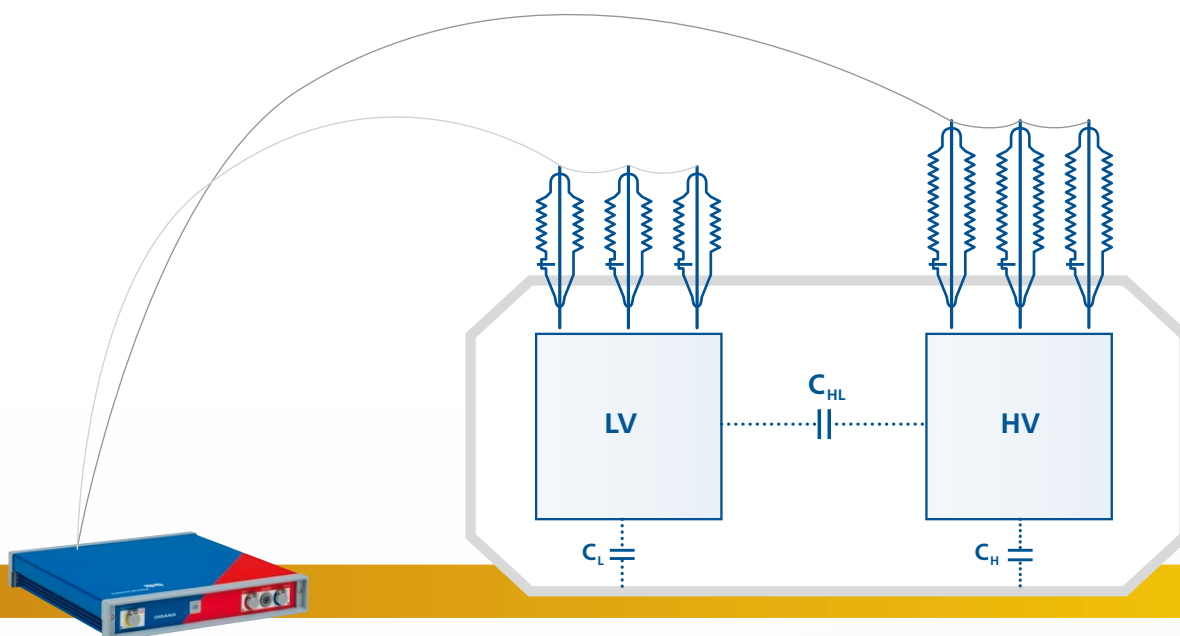
Znajomość zawartości wilgoci jest ważna dla oceny stanu transformatora i jego izolatorów przepustowych. Pomiar ten przeprowadza się także w nowych transformatorach, aby sprawdzić, czy poziom wilgotności po procesie suszenia jest odpowiednio niski.

Sposób działania

Najwięcej izolacji celulozowej w części czynnej transformatora mocy znajduje się między jego uzwojeniem pierwotnym i wtórnym. W celu pomiaru tej izolacji wyjście podłącza się do uzwojenia górnego a wejście – do uzwojenia dolnego. Niepożądane prądy pojemnościowe i rezystancyjne są bocznikowane przez przyłącze ochronne podłączane do zbiornika.

Współczynnik mocy/strat izolacji mierzy się w szerokim zakresie częstotliwości. Przebieg otrzymanej krzywej informuje o stanie izolacji.

Bardzo niskie częstotliwości świadczą o wilgoci w izolacji stałej, podczas gdy kąt nachylenia w zakresie średnich częstotliwości wskazuje na przewodność izolacji ciekłej. Krzywa jest automatycznie porównywana z modelem i obliczana jest zawartość wilgoci w izolacji celulozowej.



Urządzenie DIRANA pozwala określić poziom wilgotności w transformatorach z izolacją z papieru impregnowanego olejem. Umożliwia też ocenę stanu przepustów za pomocą analizy odpowiedzi dielektrycznej.

Warto wiedzieć...

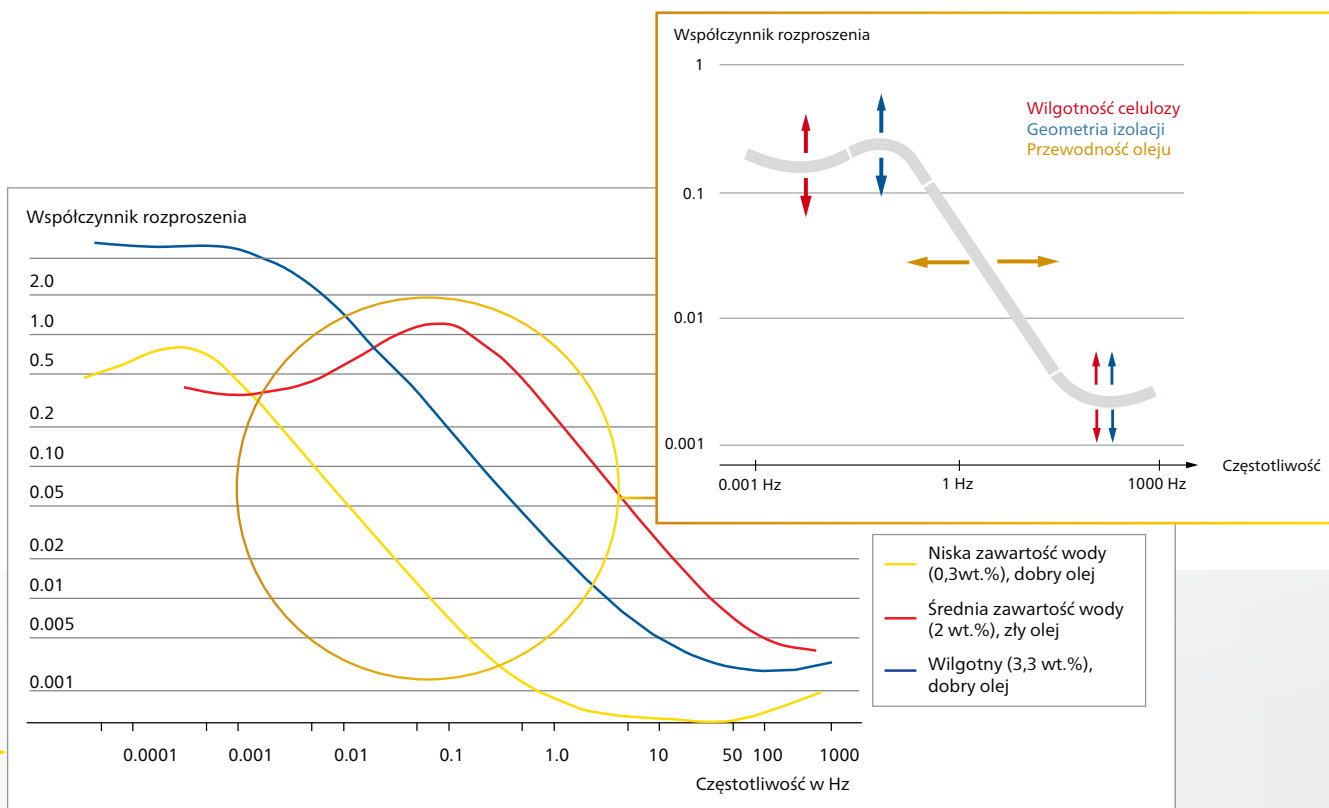
Ta metoda jest też zatwierdzona naukowo przez międzynarodowe stowarzyszenie CIGRÉ. Nie ma innych nieinwazyjnych sposobów oceny poziomu wilgotności w transformatorze, które zapewniałyby porównywalną dokładność.

Metoda pozwala określić wilgotność celulozy bezpośrednio, a nie na podstawie wilgotności oleju. Dlatego może być stosowana we wszystkich temperaturach i nie wymaga czekania na osiągnięcie równowagi wilgotności między papierem a olejem.

Ocenę przeprowadza się zgodnie z normą IEC 60422, w której określono kategorie poziomów wilgotności.

Dlaczego stosować urządzenie DIRANA?

- > Niezawodne określanie poziomu wilgotności transformatorów mocy i przepustów z izolacją z papieru impregnowanego olejem (OIP)
- > Bardzo krótkie czasy pomiaru dzięki połączeniu różnych metod pomiarowych (FDS i PDC+)
- > Szeroki zakres częstotliwości (10 μ Hz ... 5 kHz)



Krzywa odpowiedzi dielektrycznej pozwala wyciągnąć wnioski na temat różnych czynników wpływających na wynik pomiaru.

Analiza PP przepustowego

Testowane obiekty

- Przepusty
- ✓ PP przepustowe
- Przewody
- Przełącznik zaczerwów
- Izolacja
- Uzwojenia
- Rdzeń

Uzasadnienie pomiarów

Przepusty transformatorów (przekładników) prądowych (PP) są testowane przez producentów podczas końcowych testów odbiorczych, a także przez operatorów podstacji podczas uruchamiania transformatorów. Test pozwala sprawdzić, czy PP wysyła prawidłowe sygnały do systemu zabezpieczeń podstacji.

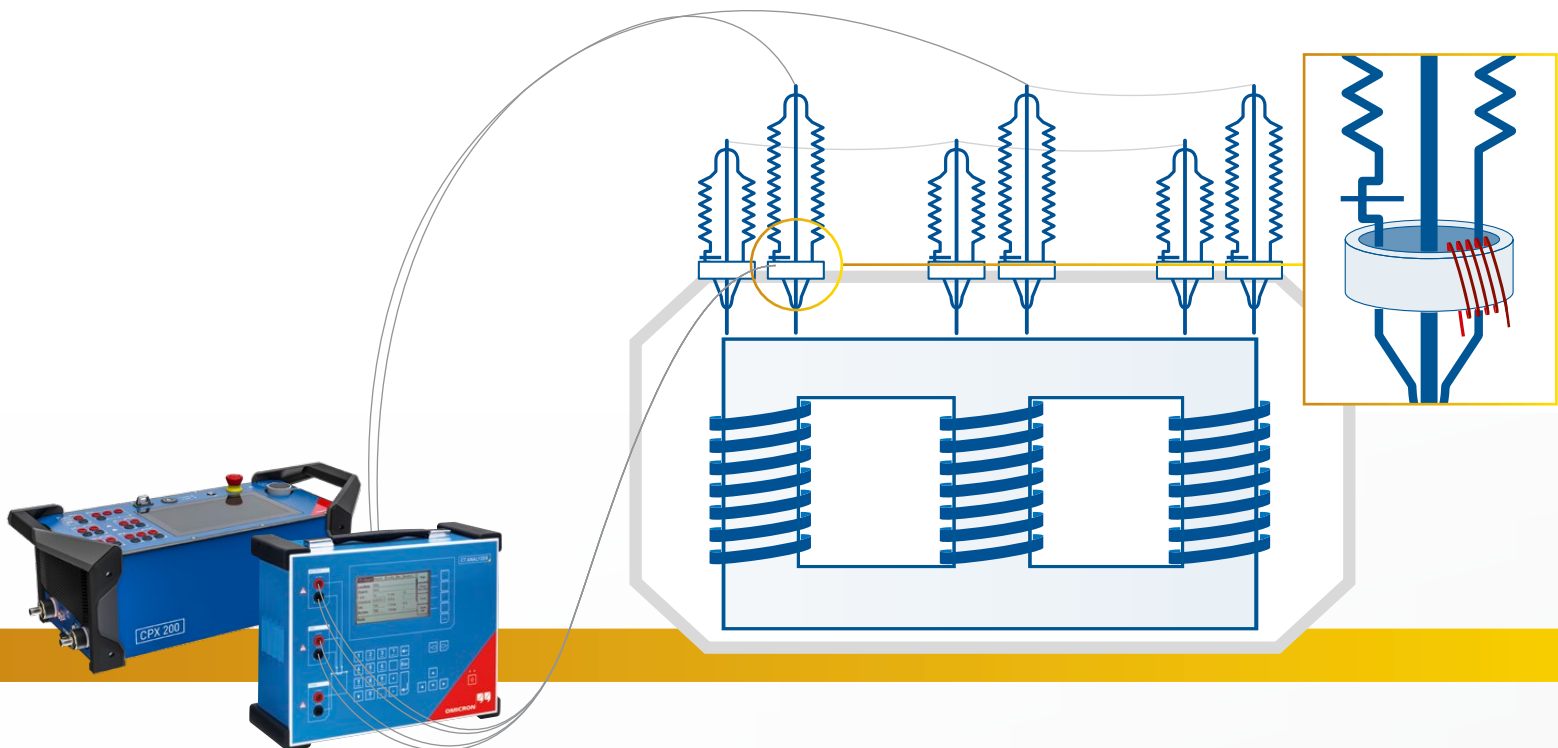
Nieprawidłowe sygnały prowadzą do wadliwego działania systemu zabezpieczeń, co może spowodować uszkodzenie podłączonych urządzeń. Do sprawdzanych parametrów należą dokładność PP, w tym uchyb przekładni PP i przesunięcie fazowe, dokładność przy różnych obciążeniach, rezystancja uzwojenia PP, charakterystyka nasycenia PP, a także współczynnik graniczny dokładności (ALF) i współczynnik bezpieczeństwa przyrządu (FS).

Wszystkie testy są wykonywane zgodnie z normami: IEC 60044-6, IEC 60044-1, IEC 61869-2, IEEE C57.13

Sposób działania

Każda faza jest testowana osobno; pozostałe fazy muszą być zwarte. Napięcie podawane jest do strony wtórnej przekładnika. Powoduje to powstanie siły magnetycznej i strumienia magnetycznego w rdzeniu PP. Uchyb przekładni oblicza się na podstawie obciążenia i danych testowanego modelu PP (schemat obwodu zastępczego).

Nie jest potrzebne źródło dużego prądu, a test wystarczy wykonać tylko raz, nawet jeśli PP musi być później oceniony przy użyciu kolejnych obciążeń i prądów pierwotnych. Wszystkie istotne parametry PP są mierzone dokładnie, z uwzględnieniem obciążenia PP i jego charakterystyki nasycenia.



Urządzenie CT Analyzer pozwala na przeprowadzanie testów diagnostycznych PP przepustowych.

Warto wiedzieć...

Cykle i wartości testów diagnostycznych przekładników prądowych z przepustami (PP) są zdefiniowane w odpowiednich normach oraz w wytycznych uruchomieniowych dla operatorów PP.

Uchyb PP określa się dla różnych metod połączeń uzwojeń transformatora. Kontrola biegunowości pozwala sprawdzić, czy biegunowość PP i jego uzwojenia są prawidłowe. Podczas testu mierzona jest także krzywa magnesowania i obliczane są punkty kolanowe. Aby uniknąć wadliwego działania przekładnika zabezpieczającego, przeprowadza się pomiar pozostałości (remanencji) oraz rozmagnesowanie PP.

Im większa impedancja obciążenia, tym szybciej osiąga się nasycenie. Nasycenie rdzenia osiąga się, gdy poziom namagnesowania przestaje rosnać, mimo że natężenie zewnętrznego pola magnetycznego dalej wzrasta. Efektem jest ogromny spadek wydajności i pogorszenie parametrów PP.

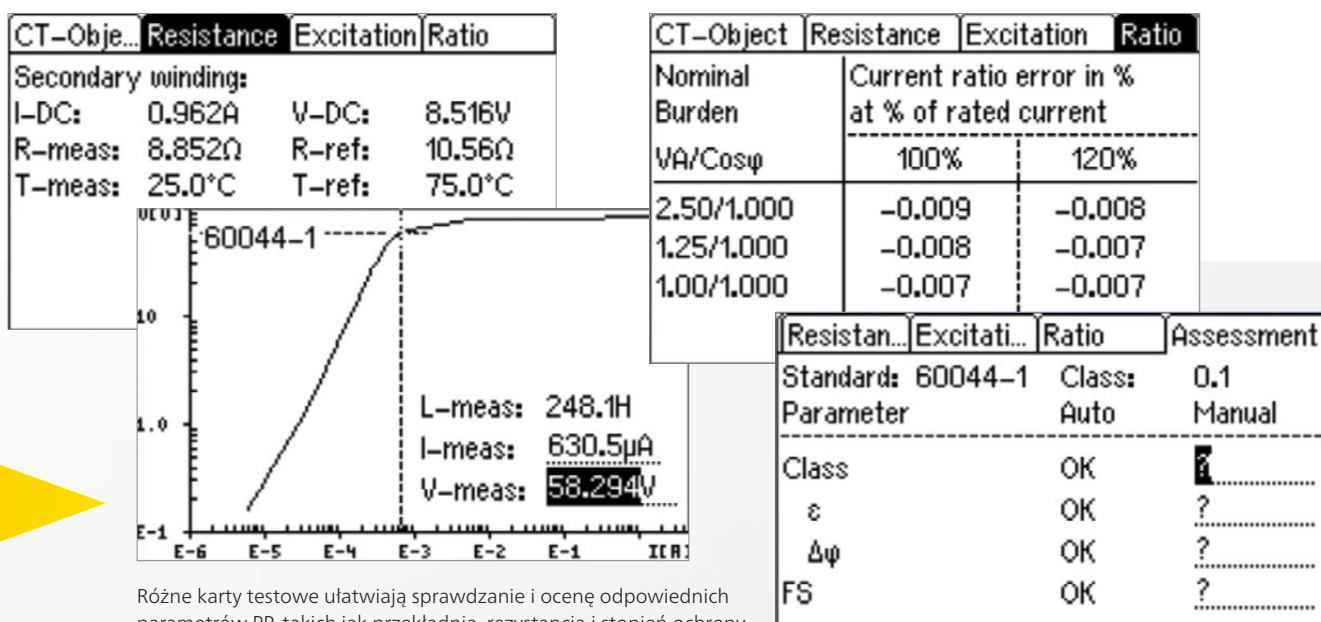
Podczas pomiarów przekładni PP umieszczonych na izolatorze przepustowym zacisków uzwojenia transformatora, zamiast prądu podaje się napięcie (ze względu na impedancję uzwojenia transformatora). W przypadku tej metody napięcie testowe podawane jest do strony wtórnej PP, a napięcie mierzy się na zaciskach przepustu uzwojenia. Ten test można też przeprowadzić przy użyciu urządzenia CPC 100 w celu sprawdzenia przekładni, polaryzacji i stopnia ochrony PP.

Dlaczego stosować urządzenie CT Analyzer?

- > Automatyczne rozmagnesowanie PP pozwalające uniknąć wadliwego działania systemu zabezpieczeń
- > Automatyczne generowanie raportów z testów zgodnie z normami
- > Metoda podawania napięcia wtórnego jest jedynym sposobem testowania PP przepustowych podłączonych już do transformatorów mocy
- > Wyjątkowo duża dokładność (0,02% wartości typowej) do klasy dokładności 0,1
- > Małe wymiary i niska masa (< 8 kg)

Dlaczego stosować urządzenie CPX 200?

- > Kompensacja przekładni w przypadku PP przepustowych w uzwojeniach połączonych w trójkąt
- > Pomiar 4-przewodowy umożliwiający dokładne odczyty, zgodne z normami



Różne karty testowe ułatwiają sprawdzanie i ocenę odpowiednich parametrów PP, takich jak przekładnia, rezystancja i stopień ochrony.

Analiza wyładowań niezupełnych

Testowane obiekty

- ✓ Przepusty
- PP
- Przewody
- Przełącznik zaczeów
- ✓ Izolacja
- ✓ Uzwojenia
- Rdzeń

Uzasadnienie pomiarów

Wyładowania niezupełne (WZN) mogą uszkodzić materiały izolacyjne w przepustach i uzwojeniach transformatora. To może prowadzić do ich awarii i kosztownych przestoów.

Wyładowania niezupełne obserwuje się w przepustach i uzwojeniach transformatorów mocy, jeśli materiał izolacyjny między różnymi potencjałami jest stary, zanieczyszczony lub uszkodzony.

Pomiar wyładowań niezupełnych jest niezawodną i nieinwazyjną metodą służącą do diagnozowania stanu izolacji transformatora elektroenergetycznego. Przeprowadza się go podczas fabrycznych testów odbiorczych, przy uruchamianiu transformatorów w terenie, a także w czasie rutynowych testów konserwacyjnych w celu wykrycia kluczowych wad i oceny ryzyka.

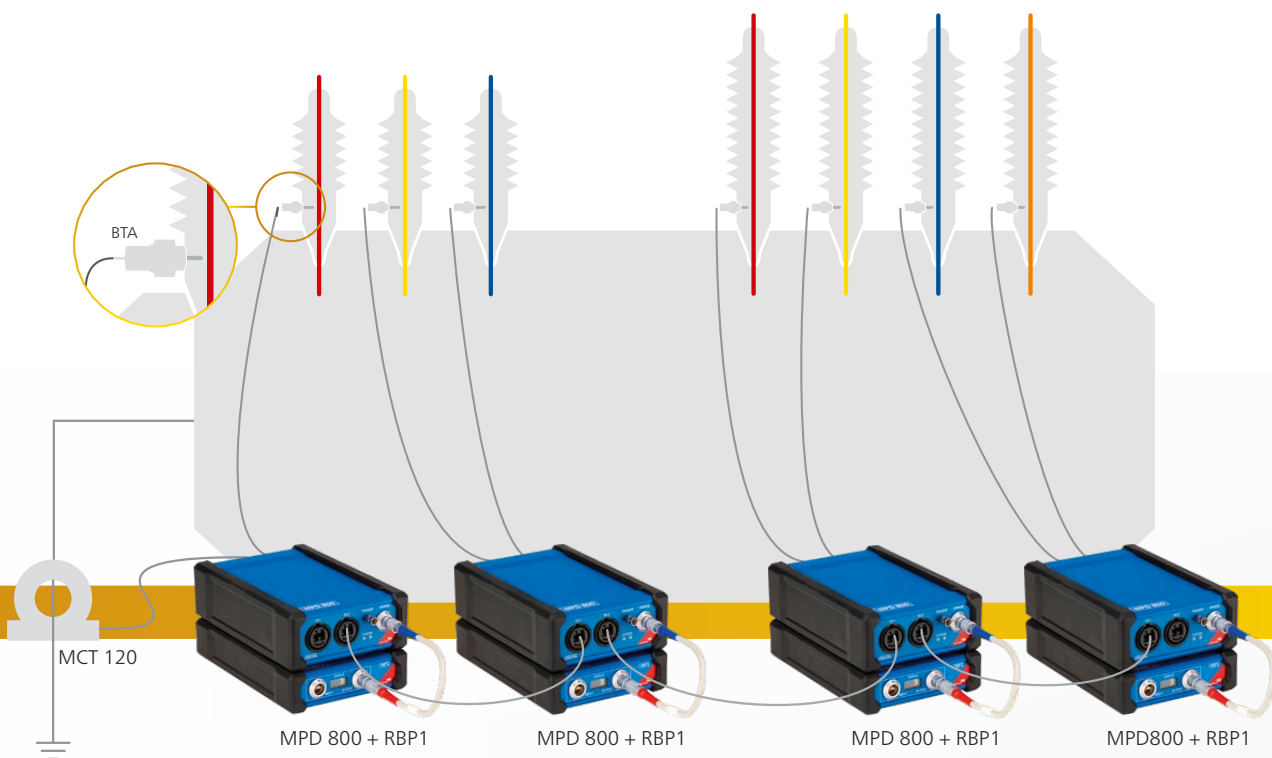
Sposób działania

Przy pomiarze i analizie wyładowań niezupełnych w transformatorach mocy poszczególne testy i konfiguracje testów określa się na podstawie typu transformatora oraz normy, zgodnie z którą wykonywane są pomiary.

W zależności od typu używanych izolatorów przepustowych system analizy WZN podłącza się do zaczeu pojemnościowego izolatorów przepustowych albo do zewnętrznego kondensatora sprzęgającego. Umożliwia to przeprowadzenie pomiarów elektrycznych wyładowań niezupełnych w transformatorze.

Wyładowania niezupełne są mierzone w mikrowoltach (μV , zgodnie z normami IEEE) lub pikokulombach (pC , zgodnie z normą IEC 60270).

W środowiskach o dużym natężeniu zakłóceń często stosuje się zaawansowane techniki tłumienia szumów, aby zminimalizować ilość nieistotnych danych.



Warto wiedzieć...

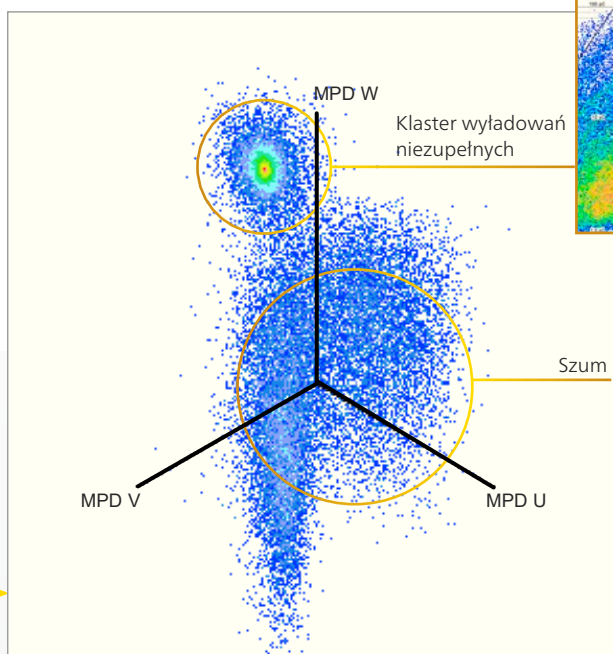
Wyładowania niepełne można też mierzyć bezpośrednio wewnątrz zbiornika transformatorów z izolacją ciekłą przy użyciu czujników ultrawysokiej częstotliwości (UHF). Pomiary wyładowań niepełnych za pomocą czujników UHF mogą być skuteczną metodą weryfikacji wyników: impulsy wyładowań niepełnych z pomiaru elektrycznego w przepustach są akceptowane tylko wtedy, gdy odbierany jest też impuls UHF ze zbiornika transformatora.

Po wykryciu wyładowań niepełnych można przeprowadzić pomiary akustyczne w celu dokładnego zlokalizowania uszkodzeń transformatora.

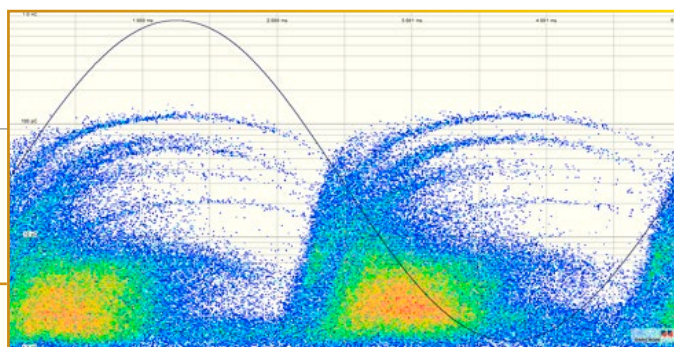
W ramach systematycznego zarządzania ryzykiem można zainstalować dielektryczny system monitorowania stanu online, umożliwiający ciągłą ocenę stanu izolacji przepustów i transformatorów.

Dlaczego stosować urządzenie MPD 800?

- > Pomiary WNZ na transformatorach mocy zgodne z normą IEC
- > Izolacja galwaniczna poprzez kable światłowodowe zapewnia bezpieczną pracę
- > Synchroniczne wielokanałowe pomiary WNZ i możliwość bramkowania
- > Rejestracja zestawów danych WNZ i ich odtwarzanie w celu późniejszej analizy
- > Jednoczesne pomiary WNZ (Q_{IEC}) i napięcia zakłóceń radiowych (RIV), umożliwiające wydajne fabryczne testy akceptacyjne
- > Zaawansowane techniki tłumienia zakłóceń i separacji źródła, zapewniające wiarygodną analizę WNZ
- > Możliwe do indywidualnego dostosowania oprogramowanie pozwala użytkownikom na wybór dokładnie tych narzędzi do analizy WNZ, których potrzebują



Wykres relacyjny amplitudy 3-fazowej (3PAR) oddziela źródła wyładowań niepełnych od szumu



Wykryty klaster wyładowań niepełnych można szczegółowo zwizualizować za pomocą histogramu PRPD.

Lokalizacja wyładowań niezupełnych

Testowane obiekty

Przepusty

PP

Przewody

Przełącznik zacze­pów

✓ Izolacja

✓ Uzwojenia

Rdzeń

Uzasadnienie pomiarów

Wyładowania niezupełne (WZN) mogą nieodwracalnie uszkodzić izolację transformatora mocy na długo przed faktyczną awarią izolacji. Nawet po wykryciu i analizie uszkodzenia kluczowe znaczenie ma znajomość dokładnej lokalizacji uszkodzeń izolacji transformatora.

Dzięki akustycznym pomiarom wyładowań niezupełnych można precyzyjnie zlokalizować słabe punkty lub wady izolacji. Znajomość dokładnego położenia uszkodzeń pozwala skutecznie zaplanować i podjąć odpowiednie czynności zaradcze, aby zapobiec awarii.

Pomiary akustyczne wyładowań niezupełnych przeprowadza się po wykryciu wyładowań niezupełnych podczas fabrycznych testów odbiorczych. Są one też integralną częścią pomiarów diagnostycznych w terenie w całym okresie eksploatacji transformatorów mocy.

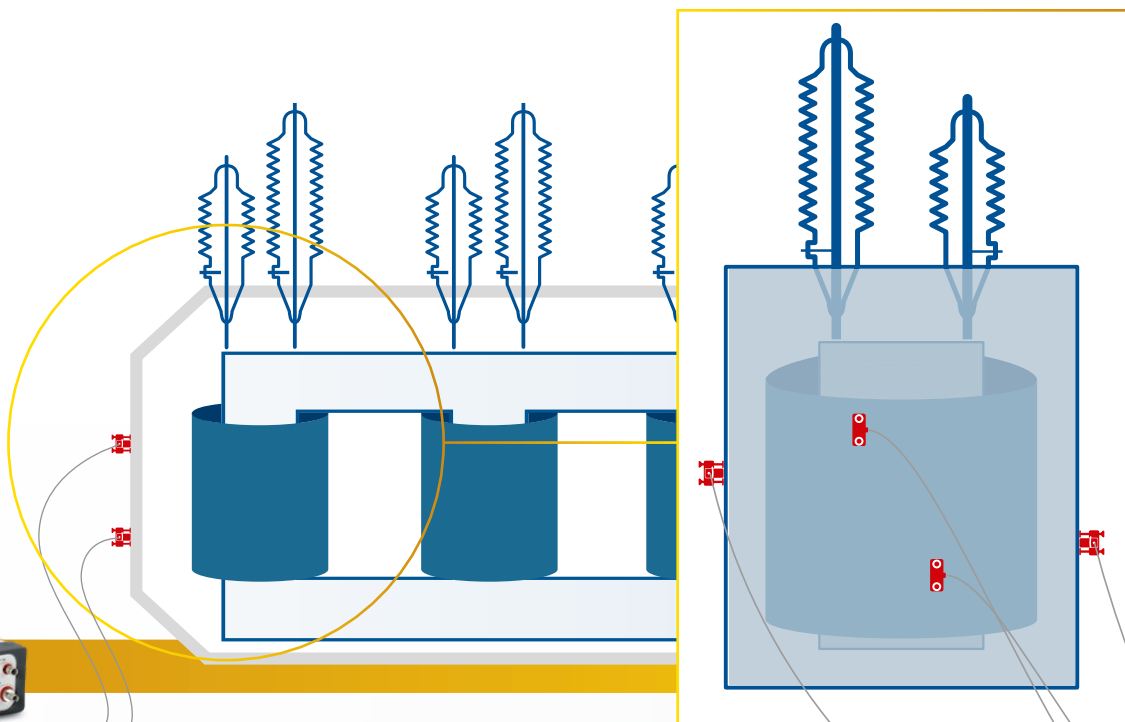
Sposób działania

Na powierzchni zbiornika transformatora mocy montuje się za pomocą magnesów wiele czujników akustycznych. Każdy czujnik mierzy czas propagacji sygnału akustycznego od źródła wyładowania niezupełnego do ściany zbiornika. Następnie na podstawie różnic czasowych, położenia czujnika i prędkości propagacji oblicza się położenie uszkodzenia.

Dane zebrane przez czujniki są w tym samym czasie porównywane ze sobą w celu dokładnego określenia lokalizacji uszkodzenia.

Typowy przebieg pomiaru akustycznego opisano w normie IEEE C57.127-2007.

Konfiguracja urządzenia PDL 650 w transformatorze mocy z czterema czujnikami akustycznymi.



Czujniki akustyczne na ścianie transformatora pomagają zlokalizować usterkę.

Warto wiedzieć...

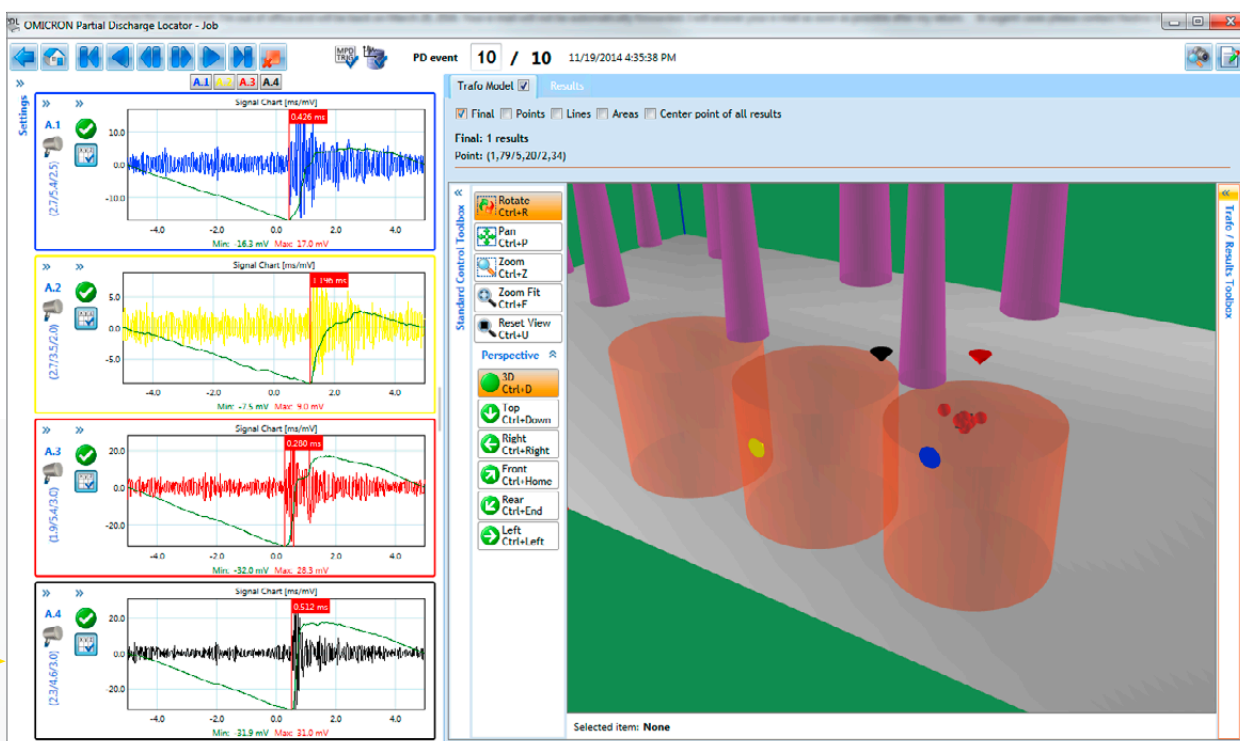
Analiza gazów rozpuszczonych (DGA) może wskazywać na obecność wyładowań niezupełnych, ale nie pozwala ich faktycznie zlokalizować. Pomiary akustyczne wyładowań niezupełnych wykonuje się więc, jeśli wyniki DGA wskazują na istnienie wyładowań niezupełnych.

Połączenie pomiarów elektrycznych i ultrawysokoczęstotliwościowych (UHF) służących do wykrywania wyładowań niezupełnych można wykorzystać do uruchamiania akustycznych pomiarów wyładowań niezupełnych. Ta metoda zapewnia optymalną lokalizację wyładowań niezupełnych w środowiskach o dużym natężeniu zakłóceń.

Pomiary akustyczne wyładowań niezupełnych wykonuje się przy transformatorach działających i podłączonych do sieci. To eliminuje konieczność wyłączania transformatora z eksploatacji.

Dlaczego stosować urządzenie PDL 650?

- > Modułowa, lekka konstrukcja ułatwiająca przenoszenie urządzenia i jego konfigurację w terenie
- > Bezpieczeństwo dzięki galwanicznemu odizolowaniu operatora od wysokiego napięcia
- > Wizualizacja trójwymiarowa (3D) umożliwia wyraźne zlokalizowanie uszkodzeń wewnątrz transformatora
- > Wyzwalanie elektryczne w połączeniu z urządzeniem MPD 600 i czujnikami UHF zapewniające optymalną lokalizację wyładowań niezupełnych w środowiskach o dużym natężeniu szumów



Trójwymiarowy model transformatora pozwala określić dokładną lokalizację wyładowań niezupełnych.

Pomiar online i czasowe monitorowanie wyładowań niezupełnych

Testowane obiekty

- ✓ Przepusty
- PP
- Przewody
- Przełącznik zacepów
- ✓ Izolacja
- ✓ Uzwojenia
- Rdzeń

Uzasadnienie pomiarów

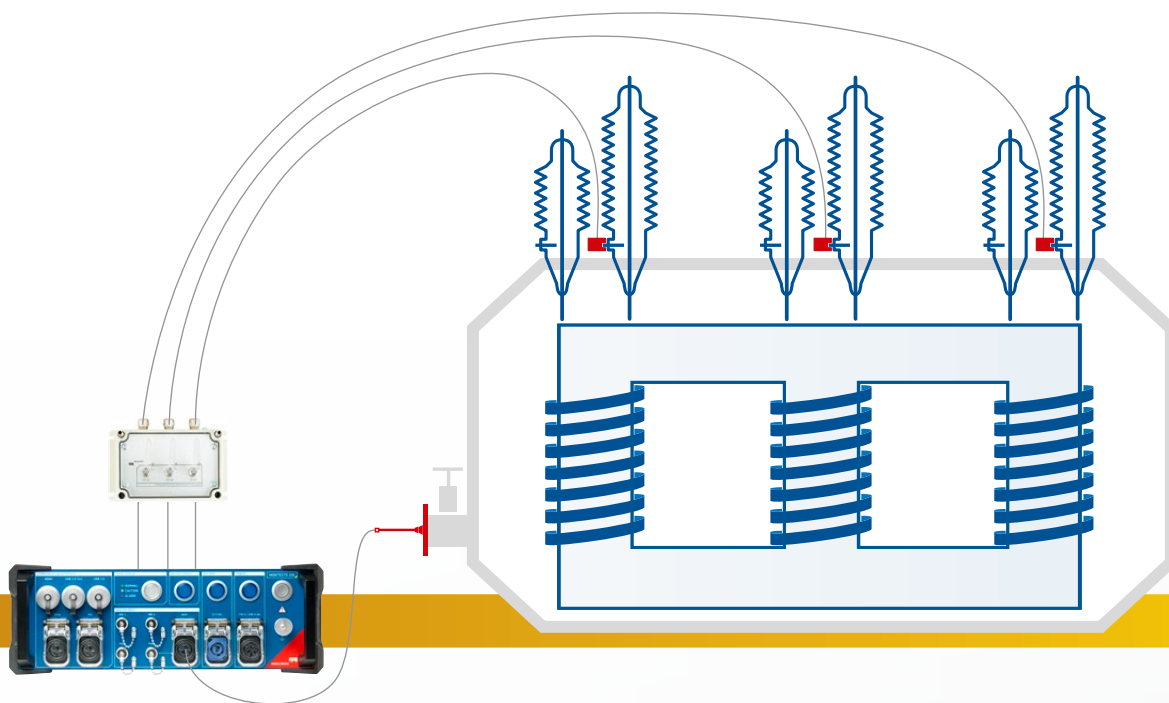
Wyładowania niezupełne (WZN) mogą uszkodzić materiały izolacyjne w przepustach i uzwojeniach transformatora. To może prowadzić do uszkodzenia izolacji i kosztownych przestoju. Wyładowania niezupełne obserwuje się w przepustach i uzwojeniach transformatorów mocy, jeśli materiał izolacyjny między różnymi potencjałami jest stary, zanieczyszczony lub uszkodzony.

Pomiary online wyładowań niezupełnych pozwalają ocenić częstotliwość ich występowania oraz zapewniają wrywkowe badanie stanu izolacji podczas działania transformatora. Czasowe monitorowanie online wyładowań niezupełnych pokazuje zmiany częstotliwości ich występowania w określonym czasie podczas eksploatacji transformatora.

Dane zgromadzone podczas pomiarów i monitorowania online wyładowań niezupełnych umożliwiają technikom określenie, kiedy urządzenie elektryczne jest zagrożone awarią. Te istotne informacje, oparte na stanie urządzenia, pomagają w zoptymalizowaniu strategii konserwacji, zarządzania urządzeniami oraz planowania inwestycji.

Sposób działania

Łączony układ do pomiaru i czasowego monitorowania wyładowań niezupełnych online może być łatwo podłączony do zamontowanych na stałe czujników zacepów przepustu za pośrednictwem skrzynki zaciskowej. Umożliwia to bezpieczną i wygodną konfigurację typu plug-and-play przy działających transformatorach mocy. Operator może wykonać pomiar wyładowań niezupełnych zawsze, gdy będzie to potrzebne, nawet podczas normalnej pracy transformatora, bez wyłączenia go.



MONTESTO 200 – system do pomiaru online i czasowego monitorowania wyładowań niezupełnych może być łatwo podłączony do zamontowanych na stałe czujników zacepów przepustu za pośrednictwem skrzynki zaciskowej. Umożliwia to bezpieczną i wygodną konfigurację typu plug-and-play przy działających transformatorach mocy.

Częstotliwość wyładowań niepełnych jest mierzona synchronicznie dla wszystkich trzech faz na zaczepek przepustu oraz wewnątrz zbiornika transformatora, w zakresie UHF. Do separacji szumów i wielu źródeł wyładowań niepełnych używane są zaawansowane narzędzia diagnostyczne, takie jak 3PARD (trójfazowy wykres zależności amplitudowych), co gwarantuje wiarygodną interpretację.

Warto wiedzieć...

Bieżącą częstotliwość wyładowań niepełnych w przepustach i uzwojeniach najłatwiej potwierdzić, monitorując wyładowania niepełne na zaczepek przepustów, w zakresie UHF.

Można wykorzystać okresowe badania próbek oleju i analizy gazów rozpuszczonych w oleju (DGA), aby potwierdzić tendencje właściwości dielektrycznych, wykrywając produkty uboczne degradacji izolacji rozpuszczone w oleju transformatorowym.

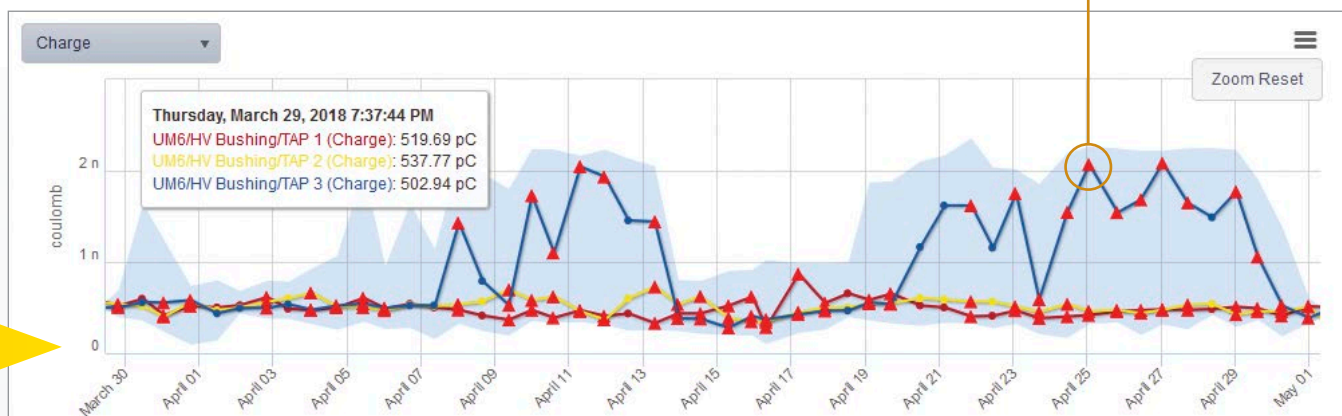
Po wykryciu wyładowań niepełnych można wykonać pomiary akustyczne, aby – w sposób dokładny i wiarygodny – zlokalizować uszkodzenia izolacji w uzwojeniach transformatora.

Dlaczego stosować urządzenie MONTESTO 200?

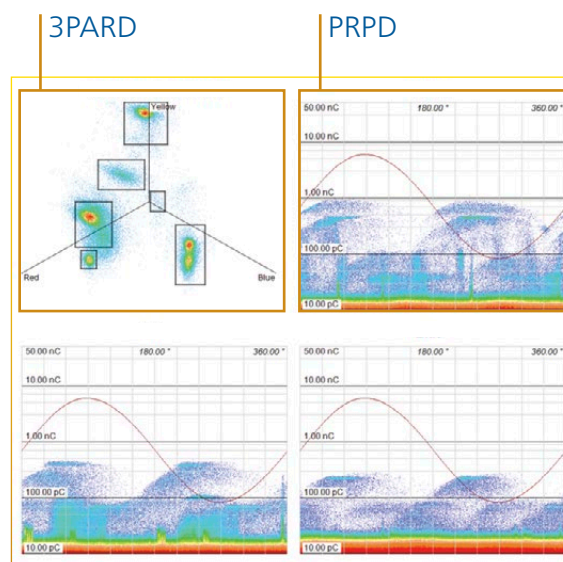
- > Rozwiązanie typu 2 w 1 do pomiaru online i czasowego monitorowania wyładowań niepełnych
- > Małe wymiary i niska masa ułatwiają transport
- > Do stosowania w pomieszczeniach i na zewnątrz
- > Wbudowany komputer umożliwia ciągłe, długotrwałe zbieranie danych oraz ich archiwizację
- > Interfejs internetowy pozwala na wygodny zdalny dostęp do danych
- > Automatyczne funkcje oprogramowania ułatwiają analizę danych WNZ i raportowanie

Event Log - TRAF0 UM6		
Confirm All		
Start Date	End Date	Level
8/22/2018 3:14 PM	8/22/2018 3:15 PM	Critical
8/22/2018 3:14 PM	8/22/2018 3:15 PM	Warning
8/22/2018 3:14 PM	8/22/2018 3:15 PM	Warning

Dziennik zdarzeń pokazuje, jakie zdarzenia wyładowań niepełnych spowodowały aktywowanie ostrzeżenia (żółty) lub alarmu (czerwony).



Wykresy trendu WNZ dla poszczególnych faz lub kanałów. Najechanie kursorem myszy na poszczególne punkty powoduje wyświetlenie wartości WNZ. Użytkownicy mają możliwość zbliżenia widoku w celu zapoznania się ze szczegółami wykresu.



Tworzymy wartość dla Klienta poprzez ...

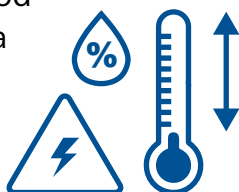
— Jakość —

Możesz polegać na najwyższych standardach bezpieczeństwa i ochrony



Najwyższa niezawodność potwierdzona w trakcie

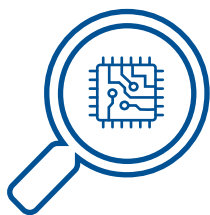
72



godzin testów wygrzewania przed dostawą

100%

podzespołów testera przechodzi wszystkie testy rutynowe



ISO 9001
TÜV & EMAS
ISO 14001
OHSAS 18001



Zgodność z normami międzynarodowymi

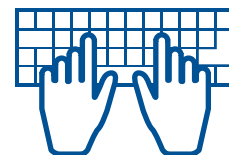
— Innowacyjność —



... gama produktów dostosowana do moich potrzeb

Ponad

200



konstruktorów

dba o aktualność naszych rozwiązań

Ponad

15%



naszej rocznej wartości sprzedaży ponownie inwestujemy w badania i rozwój

Oszczędź do

80%

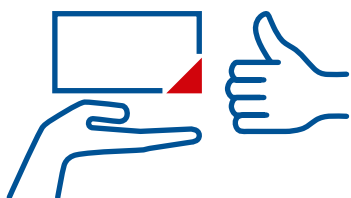


czasu poświęcanego na testy dzięki szablonom i automatyzacji

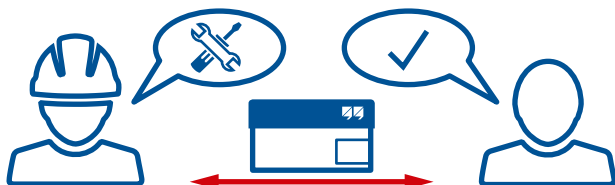
— Wsparcie —

24/7

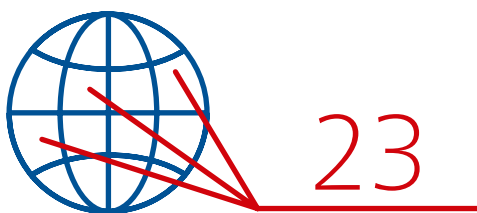
Zawsze dostępna profesjonalna pomoc techniczna



Urządzenia zastępcze umożliwiają skrócenie czasów przestoju



Oszczędne i nieskomplikowane procesy napraw i kalibracji



biura na całym świecie, z którymi można się kontaktować i uzyskać pomoc techniczną

— Wiedza —

Ponad

300

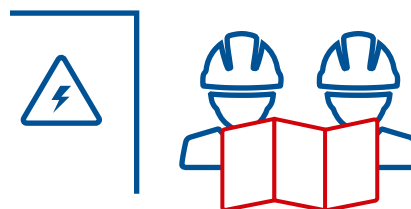


kursów i liczne szkolenia praktyczne każdego roku

Częste spotkania użytkowników seminaria i konferencje organizowane przez OMICRON



tysiące dokumentów technicznych i not aplikacyjnych



Rozległa wiedza ekspercka wykorzystywana podczas konsultacji, testów i diagnostyki

OMICRON to międzynarodowa firma pracująca z pasją nad ideami, które czynią systemy elektroenergetyczne bezpiecznymi i niezawodnymi. Nasze pionierskie rozwiązania są zaprojektowane w taki sposób, aby mogły stawić czoła obecnym i przyszłym wyzwaniom stojącym przed branżą. Zawsze dokładamy wszelkich starań, aby wspomagać naszych klientów: reagujemy na ich potrzeby, zapewniamy znakomite wsparcie lokalne i dzielimy się naszą wiedzą.

W obrębie grupy OMICRON badamy i opracowujemy innowacyjne technologie stosowane na wszystkich polach w systemach elektroenergetycznych. Klienci z całego świata polegają na dokładności, szybkości i jakości naszych niezawodnych i przyjaznych dla użytkownika rozwiązań do testowania elektrycznych urządzeń średniego i wysokiego napięcia, systemów zabezpieczeń, stacji cyfrowych oraz bezpieczeństwa cybernetycznego.

Założona w 1984 r. firma OMICRON czerpie ze swojej gruntownej wiedzy eksperckiej w zakresie energetyki. Oddany zespół złożony z przeszło 1300 pracowników dostarcza rozwiązania, zapewniając przy tym całodobowe wsparcie przez cały tydzień w 23 centrach pomocy na całym świecie, i służy klientom z ponad 170 krajów.



Emotions are energy. Our energy moves.

Ruszaj się z nami! Zeskanuj kod QR, aby poznać nasze wydarzenia, kursy szkoleniowe i produkty. Bądź na bieżąco, obserwując nas w mediach społecznościowych.