

Transformatory rozdzielcze

Trihal

Transformator żywiczyzny



Wykorzystaj w pełni swoją energię

Schneider
Electric

Prezentacja	4
Technologia	6
Opcje i wyposażenie	13
Badania	21
Informacje techniczne	25
Internet	27

Spis treści

Wprowadzenie 5

Urządzenia podstawowe

 Technologia i budowa 6

 Typ i gama 6

 Ochrona środowiska 6

Technologia i budowa

 Normy i konfiguracje 7

Nowy standard suchych transformatorów żywicznych



Trihal z obudową

Żadne inne rozwiązanie nie zapewnia równie wysokiego poziomu bezpieczeństwa i ochrony środowiska, jak suchy transformator żywiczny.

Izolacja z żywicy epoksydowej stosowana w transformatorach tego typu oznacza, że nie jest stosowany olej, co znacznie zmniejsza ryzyko pożaru i ułatwia recykling — a wszystko to bez utraty sprawności w porównaniu z transformatorami innych typów. Z tego powodu suche transformatory żywiczne są idealnym rozwiązaniem do zastosowań o znaczeniu krytycznym oraz obszarów o dużym natężeniu ruchu.

Dzięki wyjątkowej sprawności i bezkonkurencyjnym certyfikatom, transformatory Trihal firmy Schneider Electric wyróżniają się nawet wśród suchych transformatorów żywicznych. Trihal to najlepsza w swojej klasie gama suchych transformatorów żywicznych o mocy znamionowej od 160 kVA do 15 MVA i izolacji do 36 kV. Są one doskonale przystosowane do wielu różnych branż, począwszy od gęsto zaludnionych budynków, poprzez infrastrukturę o krytycznym znaczeniu, po przemysł ciężki i produkcję energii odnawialnej. Co jest decydujące, certyfikaty bezpieczeństwa i sprawności transformatorów Trihal są bezkonkurencyjne, a cała gama spełnia wymagania norm IEC 60076-11 i IEC 60076-16, jak również ISO 9001, ISO 14001 i ISO 18001.

Wszystko to gwarantuje optymalną sprawność i bardzo niewielki zakres konserwacji, co zapewnia długi czas eksploatacji.



szpitale

centra przetwarzania
danych

żywność i napoje



lotniska



energia jądrowa



budynki

kopalnie rud metali
i minerałów

motoryzacja



energia wiatrowa



ropa naftowa i gaz

Technologia i budowa

Zalety transformatorów Trihal wynikają z ich dwóch głównych cech:

- ogólnie stosowany liniowy gradient napięcia od góry do dołu w cewce wysokiego napięcia
- ognioodporna obudowa

Ta technologia, opracowana przez Schneider Electric, ma szereg różnych zastosowań i spełnia rozmaite wymagania klientów.

Typ i zakres

Trihal to trójfazowy, suchy transformator zalany w warunkach próżniowych żywicą epoksydową i wyposażony w filtr aktywny.

Ten filtr aktywny, który zawiera wodorotlenek glinu (ang. „alumina trihydrate”), stał się źródłem znaku towarowego Trihal.

Transformatory Trihal są dostarczane z obudową lub bez obudowy oraz z mocą znamionową od 160 kVA do 15 MVA i izolacją do 36 kV.

Ochrona środowiska

Centrum kompetencji Trihal było pierwszym francuskim obiektem, który uzyskał certyfikat ISO 14001 w tej branży — stało się to w 1998 roku.

Transformatory Trihal są projektowane i produkowane z myślą o ochronie środowiska. Są ekologicznym rozwiązaniem dla transformatorów wysokiego i niskiego napięcia.

Ochrona środowiska jest zintegrowana z naszymi systemami zarządzania w celu wspierania ochrony wszystkich zasobów naturalnych i ciągłej poprawy warunków dla czystego środowiska.

Projektowanie produktów koncentruje się na minimalizacji ich wpływu na środowisko.



Rdzeń magnetyczny



Linia montażowa

Normy i konfiguracje

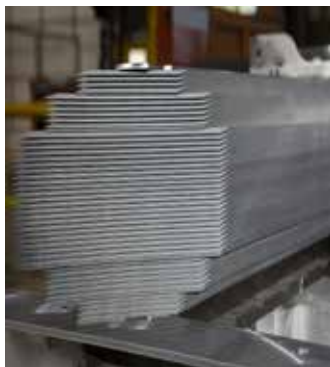
	Budowa standardowa	Możliwa adaptacja
Normy produkcyjne	IEC 60076-11, EN 50588, EN 50629	GOST-R, BS, IEEE
Badania klasy	C3*, E3, F1, ≤ 5 pC	
Cewki wysokiego/niskiego napięcia	Wysokiego napięcia zalane żywicą/niskiego napięcia impregnowane żywicą	Wysokiego i niskiego napięcia zalane żywicą
Montaż	Do użytku wewnątrz budynków: > IP00 (bez obudowy) / IP31 (z obudową) > Klasa korozyjności C2, średnia wytrzymałość (zgodnie z normą ISO 12944-6)	Do użytku na zewnątrz budynków, przy prawidłowo zaprojektowanej obudowie: > Od IP35 do IP44 (z obudową) > Do C5 (zastosowania morskie), średnia wytrzymałość (zgodnie z normą ISO 12944-6)
Materiał uzwojenia	Zgodnie z optymalizacją producenta (Cu)	Cu/Cu
Fazy	Trójfazowe	Jednofazowe
Układ chłodzenia	Standardowo: > AN (powietrze atmosferyczne) Opcjonalnie: > AF (wymuszony obieg powietrza) > Rezerwa wydajności 40%	AFWF (wymuszony obieg powietrza i wody)
Maks. temp. [°C] / wys. n.p.m.	Zawsze 40°C / 1000 m	Do 65°C / powyżej 1000 m
Klasa cieplna izolacji	Zgodnie z normą IEC 60085, klasa F	
Wzrost temperatury	100 K	80 K (dla 40°C) – wzrost temperatury dostosowany do temp. maks. [°C]
Częstotliwość znamionowa	50 lub 60 Hz	
Moc znamionowa	Maks. 3150 kVA	Maks. 15 MVA
Napięcie zwarcia Uk	Od 4 do 6%	Poniżej 4% Powyżej 6% – maks. 11%
Układy połączeń	Dyn, YNd	Wszystkie pozostałe zgodnie z IEC
Izolacja znamionowa (wysokie napięcie)	Maks. 36 kV (IEC)	Maks. 40,5 kV (GOST-R)
Zacepy wysokiego napięcia	Bez obciążenia: 3 lub 5 pozycji, +/-2,5%	Bez obciążenia: maks. 9 pozycji, +/-2,5% lub więcej
Zaciski wysokiego napięcia	Standardowe łącza wysokiego napięcia	Izolatory przepustowe wysokiego/niskiego napięcia, wtykowe lub porcelanowe, przez dedykowane skrzynki kablowe (zgodność z IEC, BS lub NEMA)
Izolacja znamionowa (niskie/wysokie napięcie)	1,1 kV	Maks. 7,2 kV
Zaciski niskiego napięcia	Standardowe łącza niskiego napięcia Wlot od góry lub od dołu (na życzenie)	Interfejs kanałów kablowych niskiego napięcia (Canalis) Wlot z boku przez dedykowane skrzynki kablowe (zgodność z IEC, BS lub NEMA)
Zabezpieczenie termiczne	Układ chłodzenia AN: 6 czujników PTC (lub 3 czujniki PT100) + przekaźnik cieplny Układ chłodzenia AF: 9 czujników PTC (lub 6 czujników PT100) + przekaźnik cieplny	
Akcesoria	Standardowo: 4 dwukierunkowe rolki płaskie, 4 otwory do podnoszenia, 4 otwory wózka w podstawie, 2 punkty uziemienia, tabliczka znamionowa Najpowszechniej stosowane opcje: Podkładki antywibracyjne, łączność zdalna z przekaźnikiem cieplnym, skrzynka rozdzielcza, kula uziemiająca, ochronniki przepięciowe	Urządzenie blokujące do wtykowych izolatorów przepustowych, przekładniki prądowe, panel automatycznego regulatora napięcia, podobciążeniowy przełącznik zacsepów, specjalny kolor farby obudowy
Świadectwo badań	Badania rutynowe: zgodnie z normą IEC 60076-11	> Badania typu: zgodnie z normą IEC 60076-11: badanie wzrostu temperatury, próba wytrzymałości przepięciowej udarem piorunowym > Badania specjalne: zgodnie z normą IEC 60076-11: pomiar poziomu hałasu, próba zwarcia > Inne: badanie klasy wytrzymałości sejsmicznej, klimatycznej, środowiskowej lub pożarowej

Proces produkcyjny

Rdzeń magnetyczny	9
Uzwojenie niskiego napięcia	9
Uzwojenie wysokiego napięcia	10
System zalewania (wysokie napięcie)	10
Proces zalewania cewek (wysokie napięcie)	11
Kliny wsporcze (wysokie napięcie)	12

*Kontrola procesu przemysłowego:
bardzo niska intensywność wyładowania
częściowego ($\leq 5 \text{ pC}$).*

Rdzeń magnetyczny



Montaż rdzenia magnetycznego

Rdzeń magnetyczny jest wykonany z laminowanej stali krzemowej z ukierunkowanymi ziarnami.

Dobór gatunku stali, wzorca cięcia i metody montażu minimalizuje poziom strat, a także natężenie prądu w warunkach bez obciążenia, co zapewnia bardzo niski poziom hałasu.

Po zmontowaniu rdzeń jest chroniony przed korozją.

Uzwojenie niskiego napięcia

Uzwojenie niskiego napięcia jest wykonane z folii aluminiowej lub miedzianej, co eliminuje naprężenia osiowe w warunkach zwarciovych; folia jest izolowana powłoką międzywarstwową klasy F, która została wstępnie impregnowana żywicą epoksydową aktywowaną ciepłnie. Końce uzwojeń są zabezpieczone i odizolowane wypełnieniem końcowym wykonanym z materiałów klasy F.

Całe uzwojenie jest polimeryzowane poprzez umieszczenie w autoklawie na 2 godziny w temperaturze 130°C , co gwarantuje:

- wyjątkową odporność na trudne atmosfery przemysłowe,
- doskonałą wytrzymałość dielektryczną,
- bardzo dobrą odporność na naprężenia promieniowe w warunkach zwarciovych.

Każde uzwojenie niskiego napięcia kończy się w punkcie przyłączeniowym z ocynowanego aluminium lub miedzi, dzięki czemu połączenia można wykonywać bez użycia interfejsu styków.



Uzwojenie niskiego napięcia w technologii foliowej



Uzwojenie wysokiego napięcia w technologii paskowej

Uzwojenie wysokiego napięcia

Uzwojenie wysokiego napięcia jest zwykle wykonane z izolowanego drutu aluminiowego lub miedzianego metodą opracowaną i opatentowaną przez Schneider Electric: „liniowy gradient napięcia od góry do dołu”.

W przypadku wyższych natężeń prądu uzwojenie średniego napięcia może być nawinięte w technologii „paskowej”.

Te metody są używane w celu uzyskania bardzo niskich poziomów naprężeń między sąsiadującymi przewodnikami. Uzwojenie jest zalewane i formowane w warunkach próżni, przy użyciu wypełnienia klasy F i ognioodpornej żywicy — co w sumie stanowi „system zalewania Trihal”.

Te procesy zapewniają cewkom bardzo dobre właściwości dielektryczne i bardzo niski poziom wyładowania częściowego (poziom gwarantowany $\leq 5 \text{ Pc}$)*, co jest czynnikiem decyzyjnym wpływającym na żywotność transformatora i jego wytrzymałość na przepięcie udarem piorunowym⁽¹⁾.

Punkty zaczepowe wysokiego napięcia na miedzianych szynach przyłączeniowych umożliwiają wykonywanie połączeń bez użycia interfejsu styków (smarowany pasek bimetaliczny).

*Zatwierdzony w laboratorium zewnętrznym.

(1) Należy podkreślić, że poziom wyładowania częściowego pozostaje taki sam przez cały okres eksploatacji transformatora.

System zalewania (wysokie napięcie)

Ten system umożliwia zalanie transformatora w próżni powłoką z żywicy ognioodpornej — jest to technologia opracowana i opatentowana przez firmę Schneider Electric. System zalewania klasy F składa się z:

- Żywicy epoksydowej na bazie bisfenolu, o lepkości wystarczającej do zapewnienia doskonałego zaimpregnowania uzwojeń;
- Utwardzacza bezwodnikowego, który zapewnia bardzo dobre właściwości cieplne i mechaniczne; dodatku uelastyczniającego, który nadaje systemowi zalewania niezbędną elastyczność, zapobiegającą pękaniu podczas eksploatacji;



Proces zalewania (wysokie napięcie)

- Aktywnego sproszkowanego wypełniacza składającego się z krzemionki i wodorotlenku glinu, dokładnie wymieszanych z żywicą i utwardzaczem;
- Krzemionki, która zwiększa wytrzymałość mechaniczną odlewu i poprawia rozpraszanie ciepła.

Wodorotlenek glinu gwarantuje ognioodporność transformatorów Trihal. Wodorotlenek glinu zapewnia 3 efekty opóźniające palność, które występują w przypadku kalcynacji systemu zalewania (gdy transformator jest narażony na działanie płomieni).

- 1. efekt opóźniania palności: aluminiowa osłona refrakcyjna
- 2. efekt opóźniania palności: bariera pary wodnej
- 3. efekt opóźniania palności: utrzymywanie temperatury poniżej punktu zapłonu

Wynikiem tych wszystkich 3 efektów opóźniających palność jest natychmiastowe samogaśnięcie transformatora Trihal. Oprócz jego właściwości dielektrycznych, system zalewania zapewnia transformatorom Trihal doskonale właściwości samogaśnięcia oraz świetną ochronę przed trudnymi atmosferami przemysłowymi.

Proces zalewania cewek (wysokie napięcie)

Proces ten, od dozowania żywicy aż po polimeryzację, jest całkowicie kontrolowany przez mikroprocesor, co zapobiega wszelkim omyłkowym operacjom ręcznym.

Wodorotlenek glinu i krzemionka są suszone próżniowo i odgazowywane w celu wyeliminowania wszystkich resztek wilgoci i powietrza, które mogłyby pogorszyć charakterystykę dielektryczną systemu zalewania.

Połowa substancji jest mieszana z żywicą, a połowa z utwardzaczem w warunkach dużego podciśnienia i w kontrolowanej temperaturze, aby zapewnić dwie jednorodne mieszanki wstępne.

Przed ostatecznym mieszaniem następuje kolejne odgazowywanie cienkowarstwowe. Potem, w optymalnej temperaturze nasycenia, odbywa się zalewanie próżniowe w wysuszonych i wstępnie podgrzanych formach. Cykl polimeryzacji zaczyna się od żelowania w temperaturze 80°C i kończy polimeryzacją długich łańcuchów w temperaturze 140°C.

Te temperatury są zbliżone do temperatur w pracującym transformatorze, co umożliwia eliminację naprężeń mechanicznych, które mogłyby doprowadzić do pęknięcia powłoki.

Kliny wsporcze cewek (wysokie napięcie)



Kliny wsporcze cewek (wysokie napięcie)

Uzwojenie wysokiego napięcia jest wyśrodkowane na rdzeniu magnetycznym i utrzymywane pionowo na swoim miejscu przez skuteczny układ klinów. Dzięki wyjątkowej konstrukcji tych klinów można je montować na różne sposoby, w zależności od różnych poziomów izolacji wysokiego napięcia.

Kliny są projektowane stosownie do potrzeb klientów, aby dostosować je do różnych warunków środowiskowych i mechanicznych (wytrzymałości na drgania sejsmiczne, mechaniczne itd.).

Zabezpieczenie termiczne

Zabezpieczenie termiczne T z użyciem czujników PT100	14
Zabezpieczenie termiczne Z z użyciem czujników PTC	15

Wentylacja wymuszona	17
----------------------	----

Łącza

Łącza niskonapięciowe	18
Łącza wysokonapięciowe	18
Wysokonapięciowe ochronniki przepięciowe	19
Tłumienie drgań	19

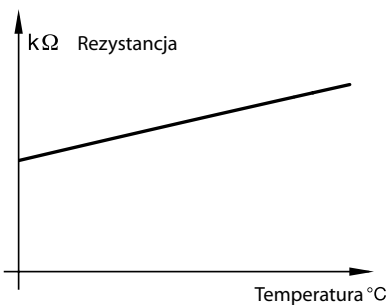
Obudowa ochronna

Stopnie ochrony IP	20
Stopnie ochrony IK	20

Transformator żywicznym Trihal może być chroniony za pośrednictwem monitorowania temperatury uzwojeń.

To monitorowanie jest realizowane przez:

- Czujniki PT100 + powiązany przekaźnik do alarmowania i wyłączenia oraz monitorowania temperatury w czasie rzeczywistym
- Czujniki PTC + powiązany przekaźnik do alarmowania i wyłączenia



Typowy wykres czujnika PT100

Zabezpieczenie termiczne T z użyciem czujników PT100

To urządzenie zabezpieczenia termicznego umożliwia cyfrowe wyświetlanie temperatur uzwojeń i obejmuje:

- Czujniki PT100

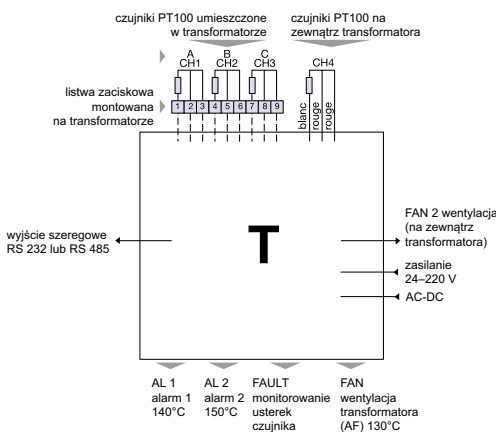
Główną cechą czujnika PT100 jest to, że podaje on temperaturę w czasie rzeczywistym w skali od 0°C do 200°C; patrz zamieszczony wykres (dokładność 0,5% skali pomiarowej 1 stopnia).

Funkcje kontroli i wyświetlania temperatury są realizowane przez termometr cyfrowy. 3 czujniki, każdy z 1 białym i 2 czerwonymi przewodami, są zainstalowane w części pod napięciem transformatora Trihal, po jednym na każdej fazie. Umieszczone są w rurze, co umożliwia ich wymianę w razie potrzeby.

- 1 listwa zaciskowa do podłączenia czujników PT100 do termometru cyfrowego T

Listwa zaciskowa jest wyposażona w złącze wtykowe. Czujniki PT100 są zasilane z listwy zaciskowej mocowanej do górnej części transformatora.

- 1 termometr cyfrowy T z 3 niezależnymi obwodami. 2 z tych obwodów monitorują temperaturę rejestrowaną przez czujniki PT100; jeden jest przypisany do alarmu 1, drugi — do alarmu 2. Gdy temperatura osiągnie 140°C (lub 150°C), dane alarmu 1 (lub alarmu 2/wyłączenia) są przetwarzane przez 2 niezależne przekaźniki wyjściowe wyposażone w styki przełączne.



Schemat termometru cyfrowego T

Położenie tych przełączników jest wskazywane przez 2 diody LED.

Trzeci obwód monitoruje awarię czujnika lub zasilania elektrycznego.

Odpowiedni przełącznik (FAULT), który jest niezależny i wyposażony w styki przełączne, jest włączany natychmiast po włączeniu zasilania urządzenia. Jego położenie również jest wskazywane przez diodę LED.

Zadaniem wyjścia FAN jest sterowanie uruchamianiem wentylatorów z wylotem obwodowym w przypadku wentylacji wymuszonej transformatora (AF): tę opcję przedstawiono na stronie 11.

Dodatkowe wejście (CH4) może być podłączone do czujnika (niedostarczonego) poza transformatorem, przeznaczonego do pomiaru temperatury otoczenia w podstacji wysokiego/niskiego napięcia.

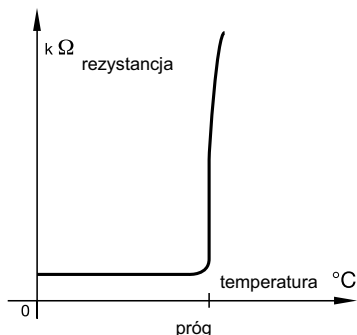
Wyjście cyfrowe (RS 232 lub 485) lub wyjście analogowe 4–20 mA jest przeznaczone do podłączenia do sterownika PLC lub komputera.

Wyjście FAN 2 jest wyposażeniem opcjonalnym, przeznaczonym do sterowania uruchamianiem dodatkowego wentylatora.

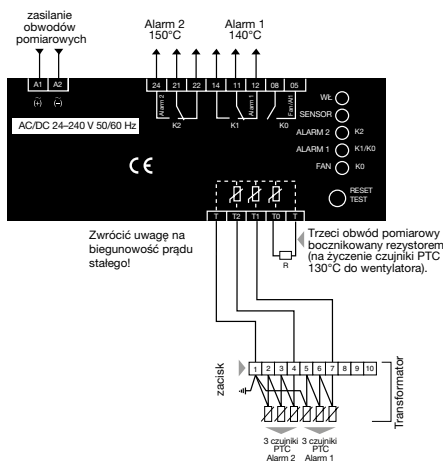
Termometr cyfrowy T jest dostarczany z instrukcją instalacji.

Uwaga: ponieważ transformator ma klasę cieplną F, użytkownik musi ustawić termometr cyfrowy T na temperaturę maksymalną 140°C dla alarmu 1 i 150°C dla alarmu 2 (wyłączenie).

Nieprzestrzeżenie tych maksymalnych temperatur zwalnia firmę Schneider Electric z jakiegokolwiek odpowiedzialności za ewentualne uszkodzenie transformatora.



Typowy wykres czujnika PTC



Schemat połączeń zabezpieczenia termicznego Z (typowe zastosowanie), urządzenie odłączone od napięcia



Listwa zaciskowa do podłączenia czujników do przetwornika elektronicznego

Zabezpieczenie termiczne Z z użyciem czujników PTC

Wersja standardowa do transformatorów chłodzonych naturalnie (AN) obejmuje:

- 2 zestawy czujników PTC, termistorów o dodatnim współczynniku temperaturowym: pierwszy zestaw dla alarmu 1, drugi dla alarmu 2. Rezystancja czujników PTC rośnie bardzo stromo przy temperaturze znamionowej i ustawionej fabrycznie wartości progowej temperatury, której nie można regulować (patrz przedstawiony wykres). Ten gwałtowny wzrost jest wykrywany przez przetwornik elektroniczny Z. Czujniki te są instalowane w części pod napięciem transformatora Trihal — po jednym czujniku alarmu 1 i jednym czujniku alarmu 2 na każdej fazie. Umieszczone są w rurze, co umożliwia ich wymianę w razie potrzeby.
- 1 listwa zaciskowa do podłączenia czujników PTC do przetwornika elektronicznego Z. Listwa zaciskowa jest wyposażona w złącze wtykowe. Czujniki PTC są zasilane z listwy zaciskowej mocowanej do górnej części transformatora.
- 1 przetwornik elektroniczny Z mający 3 niezależne obwody pomiarowe. Spośród tych obwodów 2 kontrolują zmiany rezystancji w 2 zestawach czujników PTC. Gdy temperatura nadmiernie wzrośnie, dane alarmu 1 (lub alarmu 2) są przetwarzane odpowiednio przez 2 niezależne przełączniki wyjściowe wyposażone w styki przełączne. Stan tych 2 przełączników jest wskazywany przez 2 diody LED. Trzeci obwód pomiarowy jest bocznikowany rezystorem R poza listwę zaciskową. Może on kontrolować trzeci zestaw czujników PTC, gdy ten rezystor zostanie usunięty. W tym przypadku (opcja wymuszonego obiegu powietrza dostępna na zamówienie) dane z wyjścia FAN są przetwarzane przez trzeci niezależny przełącznik wyjściowy, wyposażony w styk zwierny i przeznaczony do sterowania wentylatorami. Położenie tego przełącznika jest wskazywane przez diodę LED oznaczoną jako FAN. W przypadku awarii jednego z tych 3 obwodów czujnika (awarii zasilania lub zwarcia), dioda LED oznaczona jako SENSOR (czujnik) zaświeci się, a wskaźnik obwodu, w którym wystąpiła awaria, zacznie migać. Dioda LED oznaczona jako ON sygnalizuje doprowadzenie napięcia do listwy zaciskowej.



Transformator z wentylacją wymuszoną w obudowie IP31

W celu uniknięcia przegrzania uzwojeń w przypadku chwilowego przeciążenia, można zainstalować wentylację wymuszoną.

Można wtedy zwiększyć moc transformatora o maksymalnie 40%.

W takim przypadku należy uwzględnić następujące kwestie:

- powierzchnia przekroju poprzecznego kabli i prefabrykowanego szynowego kanału kablowego (PBT);
- prąd znamionowy wyłącznika zabezpieczającego transformatora;
- rozmiar wlotowych i wylotowych otworów wentylacyjnych w transformatorowni;
- żywotność wentylatorów w eksploatacji.

Ta opcja obejmuje zasilanie:

- 2 zestawów wentylatorów stycznych, okablowanych i podłączonych do osobnych złączy zasilania (jednego na zestaw);
- 1 urządzenia do pomiaru temperatury, typu Z albo T.

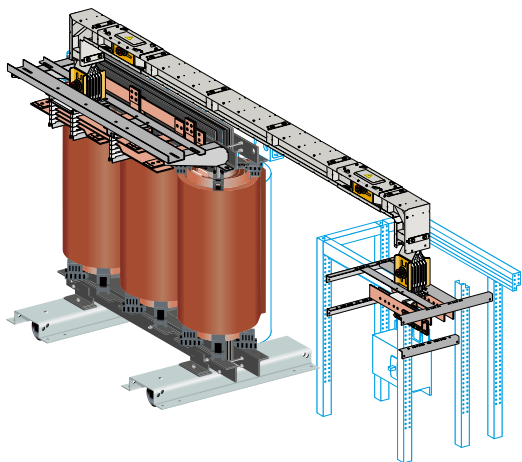
W przypadku typu Z standardowa ochrona termiczna zostaje rozszerzona o trzeci zestaw czujników PTC zamiast rezystora R, który w oryginalnym rozwiązaniu bocznikuje trzeci obwód pomiarowy konwertera Z (zob. schemat w omówieniu opcji ochrony termicznej Z).

W przypadku typu T konwerter cyfrowy składa się z wyjścia (FAN) służącego do uruchamiania wentylatorów stycznych (zob. schemat w omówieniu opcji ochrony termicznej T).

Opcja ta, zależnie od typu transformatora, obejmuje:

- skrzynkę połączeniową (zamontowaną na zewnątrz obudowy ochronnej), w której na listwie zaciskowej podłącza się czujniki i zasilacze dla zestawów wentylatorów;
- szafę sterowniczą, dostarczaną osobno (transformator IP00) lub montowaną na obudowie ochronnej, zawierającą:
 - bezpieczniki zabezpieczenia silnika,
 - styczniki rozruchowe,
 - zabezpieczenie termiczne.

Jednostka ta jest podłączona do czujników temperatury i zestawów wentylatorów, jeśli transformator jest dostarczany z obudową.



Wentylatory styczne w warunkach IP00

Łącze niskonapięciowe

Interfejs kanałów kablowych

Połączenie przy użyciu prefabrykowanego szynowego kanału kablowego (ang. Prefabricated Busbar Trunking, PBT) niesie korzyści w zakresie bezpieczeństwa, a także przyczynia się do oszczędności czasu podczas łączenia. Takie rozwiązanie zapewnia maksymalne bezpieczeństwo ludziom i mieniu ze względu na jego wyjątkowe zachowanie się w razie wystąpienia ognia, podobne do zachowania się transformatora Trihal. Ponadto zapewnia, że nie powstaną halogenowe produkty spalania (tak dzieje się w przypadku okablowania).

Opcja obejmuje interfejs połączeniowy wraz z listwą zaciskową, przy czym cały zespół dostarczany jest jako już zamontowany na złączach kabli niskonapięciowych. Jeśli dostarczona jest obudowa ochronna, do dachu przykręcona jest demontowalna aluminiowa płytką, pionowo względem listwy zaciskowej. Zostanie ona przystosowana na miejscu w taki sposób, aby pasowała do systemu uszczelnienia na połączeniu z PBT. Jeśli dostarczona jest obudowa transformatora, wraz z PBT dostarczany jest system uszczelnienia.

Dodatkowe złącza montowane na szynę

Możliwe jest wykonanie dodatkowych łączy kablowych, odpowiednio do liczby kabli.

Łącze wysokonapięciowe

Wtykowe izolatory przepustowe

W przypadku wysokonapięciowych złączy wtykowych mogą zostać dostarczone wtykowe izolatory przepustowe. Mogą zostać umieszczone:

- na panelu poziomym, na górze po stronie wysokonapięciowej w przypadku transformatorów bez obudowy ochronnej (IP00);
- na dachu obudowy, po stronie wysokonapięciowej, w przypadku transformatorów z obudową ochronną.

Do wtykowych izolatorów przepustowych może też zostać dostarczony i zainstalowany system blokowania złączy.



Łącza wysokiego napięcia



Wysokonapięciowe ochronniki przepięciowe w dolnej części

Wysokonapięciowe ochronniki przepięciowe

Jeśli istnieje duże prawdopodobieństwo występowania w instalacji przepięć dowolnego rodzaju (wskutek wyładowań atmosferycznych lub przełączania), transformator musi być zabezpieczony przez ochronniki przepięciowe w układzie faza-ziemia, zainstalowane bezpośrednio na jego zaciskach wysokonapięciowych (u góry bądź u dołu).

Zainstalowanie tych ochronników przepięciowych jest niezbędne w następujących okolicznościach:

- W regionie, gdzie poziom udarów piorunowych N_k jest wyższy niż 25. Stopień ryzyka wystąpienia przepięcia wywołanego bezpośrednio lub indukcyjnie przez wyładowania atmosferyczne jest wprost proporcjonalny do wartości N_k .
- Na czas okazjonalnego przełączania (mniej niż 10 operacji rocznie) transformatora o słabym obciążeniu lub na czas fazy magnesowania.

Ich instalacja jest wysoce zalecana także w następujących okolicznościach:

- Tam, gdzie podstacja jest dostarczona przez sieć razem z elementami napowietrznymi, z kablem dłuższym niż 20 m (przypadek sieci napowietrznej-podziemnej).

Ochronniki przepięciowe można instalować w obudowie IP31, a nawet w istniejącym sprzęcie, o ile przestrzega się odległości izolacji.



Rolki antywibracyjne

Tłumienie drgań

Podkładki antywibracyjne rolek

Umieszczenie tego wyposażenia pod rolkami zapobiega przenoszeniu drgań transformatora na otoczenie.

Moduł tłumiący

To urządzenie instaluje się zamiast rolki. Tłumi ono drgania przenoszone na otoczenie transformatora.



Obudowa ochronna IP31, IK7

Stopnie ochrony IP oraz IK odnoszą się do następujących kryteriów:

Stopnie ochrony IP

	Pierwsza cyfra	Druga cyfra
Definicja	Ochrona przed wnikaniem ciał stałych	Ochrona przed wnikaniem cieczy
Skala	Od 0 do 6	Od 0 do 8
IP31	Ochrona przed ciałami stałymi o średnicy 2,5 mm	Ochrona przed padającymi pionowo kroplami wody
IP21	Ochrona przed ciałami stałymi o średnicy 12 mm	Ochrona przed padającymi pionowo kroplami wody
IP35	Ochrona przed ciałami stałymi o średnicy 2,5 mm	Ochrona przed bryzgami wody z dowolnego kierunku
IP44	Ochrona przed ciałami stałymi o średnicy 1 mm	Ochrona przed bryzgami wody z dowolnego kierunku

Stopnie ochrony IK

Definicja	Ochrona przed udarem mechanicznym
Skala**	Od 0 do 10
IK7	Ochrona przed udarem mechanicznym ≤ 2 J
IK10	Ochrona przed udarem mechanicznym ≤ 20 J

** 0 = brak ochrony

Transformatory o stopniu ochrony IP35 oraz IP44 można instalować na zewnątrz pomieszczeń.

Uchwyt do kabli wysokiego napięcia wchodzących od dołu obudowy

Gdy zachodzi potrzeba, jako opcja oferowany jest uchwyt kabli wysokiego napięcia, służący do prowadzenia i podtrzymywania kabli wchodzących do obudowy od dołu za pomocą demontowalnej, przykręcanej aluminiowej płytki.

Próba klimatyczna C3*	23
Próba środowiskowa E3	23
Odporność ogniowa	24
Wyładowania niezupełne ≤ 5 pC	24
Badanie elektryczne	24

Nowe ogólnoświatowe ramy odniesienia dla jakości: C3*E3F1 z wyładowaniami niepełnymi $\leq 5 \text{ pC}$!

Próby klimatyczne C3*

Trihal podnosi poprzeczkę dla prób klimatycznych. Najwyższy certyfikat ujęty w normie IEC 60076-11, czyli C2, nakłada obowiązek badania szoków termicznych maksymalnie do temperatury -25°C .

Trihal przechodzi te same próby przy -50°C , zapewniając optymalne działanie nawet w skrajnych warunkach klimatycznych.

Najniższe temperatury otoczenia:

- Praca: -50°C
- Przechowywanie: -50°C

Korzyści:

- Odporność na szok termiczny
- Optymalne działanie w trudnych warunkach otoczenia
- Doskonałe działanie przy zmianach obciążenia
- Dłuższa żywotność eksploatacyjna

Próba środowiskowa E3

Próbie wykonuje się w dwóch częściach według norm IEC 60076-11 oraz IEC 60076-16:

Próba odporności na skraplanie

- 6 godzin przy wilgotności 95% (uzyskanej przez pośrednie rozpylanie wody o przewodności 3,6–4,0 S/m)
- Próba napięciem indukowanym

Próba odporności na wnikanie wilgoci

- 6 dni w 50°C przy wilgotności 90% (+/-5%)
- Próby dielektryczne
- Oględziny wzrokowe

PM102677



* PRÓBA ODPORNOŚCI NA SZOK TERMICZNY C2 przeprowadzona przy -50°C

PM102678



* PRÓBA ŚRODOWISKOWA E3

Próba odporności ogniowej F1



PM1102679

Próbie zachowania w warunkach pożaru przeprowadza się w specjalnej komorze testowej zgodnie z procedurą opisaną w normie IEC 60076-11:

- 1 zbiornik alkoholu etylowego (w ilości wystarczającej na 20 minut spalania) płonie pod badaną cewką.
- 1 grzejnik płytowy z przodu badanej cewki.
- 1 reflektor, współosiowy względem cewki, umiejscowiony naprzeciw grzejnika płytowego.



PM1102680

Dzięki 2 zwiększającym ognioodporność cechom żywicy użytej w transformatorze Trihal można zaobserwować:

- Natychmiastowe samozagaszenie transformatora Trihal, gdy tylko płomienie ze zbiornika alkoholu przygasną, a grzejnik płytowy zostanie wyłączony.
- Brak halogenowych produktów spalania, emisji toksycznych związków oraz nieprzejrzystego dymu.

* Próby odporności ogniowej F1

Wyładowania niezupełne ≤ 5 pC

Wyładowanie niezupełne polega na rozproszeniu energii spowodowanym przez lokalny przyrost natężenia pola elektrycznego.

Zjawisko to, zdefiniowane w normie IEC 60270, sprawia, że stan izolacji stopniowo ulega pogorszeniu i może doprowadzić do awarii elektrycznej.

Integralność izolacji transformatora potwierdza się w toku analizy wyładowań częściowych i stanowi ona środek do oceny stanu urządzenia oraz jakości jego wytworzenia.

Dowodem naszego postępu w dziedzinie jakości są obecne kryteria odbioru stosowane do wszystkich nowych transformatorów Trihal: ≤ 10 pC podczas prób rutynowych oraz ≤ 5 pC w przypadku zamówionych przez klienta specjalnych prób według normy IEC 60076-11.



PM1102681

PM1102682

* Raporty z badania wyładowań niezupełnych

Badania elektryczne

Badania te służą do weryfikacji właściwości elektrycznych określonych umową.

Należą do nich:

■ Badania rutynowe

Badania te prowadzone są systematycznie na wszystkich transformatorach Trihal na koniec produkcji i podlegają urzędowej sprawozdawczości z prób (zob. wzór na następnej stronie).

Składają się na nie:

□ Pomiar właściwości:

- rezystancja uzwojenia,
- przekładnia transformatora i grupa połączeń,
- napięcie zwarcia,
- straty obciążeniowe,
- straty stanu jałowego i prąd jałowy.

□ Próby dielektryczne:

- próby napięciem doprowadzonym 10 kV standardowo po stronie niskiego napięcia,
- próby napięciem indukowanym przy $2,5 U_n$,
- pomiar wyładowań niezupełnych.

■ Badania typu i badania specjalne

Na życzenie według stosownych norm.

Te badania prowadzone są na życzenie i na koszt klienta.

□ Próba udarem piorunowym

Wykonywana standardowo w przypadku izolacji na poziomie 36 kV i wysokiego poziomu keraunicznego.

□ Próby zwarciove

□ Pomiary poziomu hałasu

□ Inne na życzenie



Laboratorium do badań rutynowych



EcoDesign jest zarządzeniem unijnym, które weszło w życie z dniem 11 czerwca 2014 r. w 28 krajach Unii Europejskiej. Ten nowy akt prawny narzuca w obrębie UE maksymalny poziom strat transformatorów wprowadzanych na rynek lub do eksploatacji od 1 lipca 2015 r., a nabywanych po 11 czerwca 2014 r.

Po dacie wejścia aktu w życie producentom nie będzie wolno zawierać nowych umów ramowych na transformatory o wyspecyfikowanej sprawności energetycznej niższej niż minimalne wymagania przedstawione w tym zarządzeniu. Umowy ramowe zawarte przed 11 czerwca 2014 r. zachowują ważność do daty końcowej, nawet w razie dostaw przypadających po 1 lipca 2015 r.

W przypadku produktów transformatorowych EcoDesign wytycza dwa główne cele:

obniżenie strat elektrycznych (1. faza w 2015 r./2. faza w 2021);

wyjaśnienie wskazań sprawności eksploatacyjnej oraz poprawa ich widoczności.

Harmonizacja maksymalnych poziomów strat w Unii Europejskiej:

po raz pierwszy występuje wymóg sprawności dla transformatorów średniej mocy.

Ma to wpływ na następujący sprzęt:

wszystkie transformatory przekraczające 1 kVA mocy oraz o napięciu wyższym niż 1 kV;

transformatory olejowe rozdzielcze i suche (≤ 3150 kVA)

o uzwojeniu wysokonapięciowym powyżej 1,1 kV i do 36 kV;

transformatory średniej mocy i dużej mocy > 3150 kVA oraz o napięciu wyższym niż 36 kV (z ograniczeniem do 10 MVA, 36 kV w przypadku transformatorów suchych).

Transformatorów specjalnych to zarządzenie nie dotyczy (zob. szczegóły na liście ograniczeń).

Ile wynoszą dopuszczalne poziomy strat?

W przypadku transformatorów olejowych rozdzielczych oraz suchych (≤ 3150 kVA):

Maksymalne poziomy strat	Moc znamionowa	Etap 1: od 01.07.2015	Etap 2: od 01.07.2021 (wartości podlegają dalszej walidacji)
Do montażu na słupie instalacyjnym	25, 50 i 100 kVA	AoCk	AoBk
	160 kVA	CoCk+32%	Co-10% Ck+32%
	200, 250 i 315 kVA	CoCk	BoBk
Transformatory olejowe	≤ 1000 kVA	AoCk	Ao-10% Ak
	> 1000 kVA	AoBk	
Transformatory suche	≤ 630 kVA	AoBk	Ao-10% Ak
	> 630 kVA	AoAk	

- Poziomy strat do uwzględnienia (odniesienie dla średniego napięcia ≤ 24 kV i niskiego napięcia $\leq 1,1$ kV)
- Transformatory ODT i CRT nieuwzględnione wśród transformatorów odniesienia:
(dozwolone dodatkowe straty w stosunku do normatywnych zakresów strat)

Inne wymagania	Wpływ na straty stanu jałowego w porównaniu z tabelą strat normatywnych	Wpływ na straty obciążeniowe w porównaniu z tabelą strat normatywnych
poziom izolacji średniego napięcia ≤ 24 kV poziom izolacji niskiego napięcia $> 1,1$ kV	10%	10%
poziom izolacji średniego napięcia = 36 kV poziom izolacji niskiego napięcia $\leq 1,1$ kV	15%	10%
poziom izolacji średniego napięcia = 36 kV poziom izolacji niskiego napięcia $> 1,1$ kV	20%	15%
Dwa napięcia na uzwojeniu średniego napięcia oraz ograniczenie mocy 85% dla wyższego średniego napięcia	Brak wpływu	Brak wpływu
Dwa napięcia na uzwojeniu średniego napięcia oraz ograniczenie mocy 85% dla wyższego niskiego napięcia	Brak wpływu	Brak wpływu
Dwa napięcia na jednym uzwojeniu (średniego lub niskiego napięcia) oraz pełna moc dla wszystkich uwzględnionych napięć	15%	10%
Dwa napięcia na obu uzwojeniach (średniego i niskiego napięcia)	20%	20%
Transformatory z zaczepami do obsługi pod napięciem (takie jak transformatory rozdzielcze stabilizujące napięcie)	20% (obniżony do +10% w dn. 01.07.2021)	5%

Np.: ODT 630 kVA, 33 kV – 410 V, maks. straty do uwzględnienia:

A0 + 15% – Ck + 10%

Moduł asystenta doboru transformatorów

Wybieranie właściwego transformatora do określonego zadania bywa niezwykle trudne. Aby ułatwić jego znalezienie, opracowano internetowy moduł asystenta doboru.

Wystarczy wybrać segment, funkcję, typ oraz zakres napięć i gotowe! Najlepszy w swojej klasie transformator średniego napięcia jest tutaj:

<http://selectorservice.schneider-electric.com/transformers/>

Wskaźnik TCO (całkowity koszt posiadania) jako narzędzie

Pragmatyczny środek wyboru właściwego transformatora!

Przy zakupie transformatora, a zwłaszcza przy porównywaniu dwóch różnych rozwiązań, o właściwym wyborze decyduje analiza ekonomiczna sprzętu: całkowity koszt posiadania, reprezentujący koszt eksploatacji transformatora w ciągu jego całego okresu żywotności, obejmujący koszty zakupu, eksploatacji i konserwacji.

Porównując dwa różne transformatory w tej samej technologii, zasadniczo można poczynić pewne uproszczenia: koszty instalacji, konserwacji i wycofywania z eksploatacji będą takie same, a zatem można je wyłączyć z porównania.

W obliczeniach należy uwzględnić zmiany w koszcie energii podczas okresu żywotności transformatora. Uwzględnić też należy stopę procentową, jak podano poniżej.

Uproszczony wzór obliczeniowy całkowitego kosztu posiadania jest następujący:

Całkowity koszt posiadania = Cena zakupu + Koszt strat pracy bez obciążenia + Koszt strat pracy pod obciążeniem

Przy czym:

Koszt strat pracy bez obciążenia: $NLLC = (1+i)^n - 1 / i(1+i)^n * C * Czas$

Koszt strat pracy pod obciążeniem: $LLC = (1+i)^n - 1 / i(1+i)^n * C * Czas * Współczynnik obciążenia^2$

Gdzie:

i: stopa procentowa [%/rok]

n: żywotność [lata]

C: cena kWh [PLN/kWh]

Czas: liczba godzin w roku [h/rok] = 8760

Współczynnik obciążenia: średnie obciążenie transformatora przez cały jego okres żywotności

Schneider Electric Industries SAS

35, rue Joseph Monier
CS 30323
92506 Rueil Malmaison Cedex
Francja

RCS Nanterre 954 503 439
Kapitał zakładowy 896 313 776 EUR
www.schneider-electric.com

Ponieważ normy, dane techniczne i konstrukcje co jakiś czas ulegają zmianom, należy zwrócić się o potwierdzenie informacji podanych w niniejszej publikacji.

Projekt i publikacja: Schneider Electric Industries SAS
Zdjęcia: Schneider Electric Industries SAS, © Fotolia
Druk:



*Niniejszy dokument został
wydrukowany na papierze
ekologicznym*