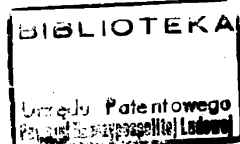


K02 h 3/04



POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 40048

Kl. 21 c, 68/60

Inż. mgr Stanisław Dominko

Warszawa, Polska

Inż. mgr Bolesław Kartaszyński

Warszawa, Polska

Sposób badania zabezpieczeń przekątnikowych elementu układu elektroenergetycznego prądem pierwotnym i urządzenie do badania zabezpieczeń przekątnikowych tym sposobem

Patent trwa od dnia 15 maja 1956 r.

Wynalazek dotyczy badania zabezpieczeń generatorów, transformatorów, linii wysokiego napięcia, szyn zbiorczych i innych podstawowych elementów układu elektroenergetycznego.

Jak wiadomo przed oddaniem do eksploatacji zabezpieczeń, należy je sprawdzić prądem pierwotnym, mianowicie w obwodzie pierwotnym elementu elektroenergetycznego wymusza się rozptyw prądów o stosunkowo dużym natężeniu, co powoduje odpowiedni rozptyw prądów w obwodach wtórnych zabezpieczenia. Podobne badania przeprowadza się również w przypadku stwierdzenia nieprawidłowości działania zabezpieczeń w czasie eksploatacji.

Przeprowadzanie badań prądem pierwotnym nie zostało do tej pory rozwiązane w sposób technicznie i ekonomicznie zadowalający.

Jedna ze znanych metod polega na odtworzeniu sztucznego zwarcia trójfazowego na jednym

z końców zabezpieczonego elementu i zasileniu jego drugiego końca ze specjalnie wydzielonej prądnicy synchronicznej o napięciu podnoszonym stopniowo przez regulację wzbudzenia prądnicy. Sposób ten zwany „najeżdżaniem” posiada szereg poważnych wad. Przede wszystkim sposób ten uniemożliwia badanie zabezpieczeń w warunkach odpowiadających często zachodzącym w praktyce zwarciom niesymetrycznym. W praktyce stwierdzono szereg przypadków nieprawidłowego zadziałania zabezpieczeń różnicowych sprawdzonych uprzednio z pomyślnym wynikiem sposobem „najeżdżania”. Po drugie wymaga dużej pracochłonności i dużego kosztu badań spowodowanego koniecznością zatrudnienia przy badaniach znacznej liczby osób obsługujących turbozespół oraz urządzenia wysokiego napięcia, jak również koniecznością zużycia węgla.

Po trzecie nie może być zastosowany w wielu przypadkach, gdy wyodrębnienie dla prób układu zasilającego nie jest możliwe lub gdy ze względów ruchowych jest niemożliwe wykorzystanie odrębnego turbozespołu.

Wreszcie po czwarte sposób ten wymaga przesyłania znacznych prądów o natężeniu rzędu setek i tysięcy amperów często na stosunkowo duże odległości, co powoduje duże straty energii.

Należy podkreślić, że moc potrzebna do zasilania przekładników prądowych badanych zabezpieczeń jest stosunkowo mała, rzędu kilku kW, a dla jej wytworzenia angażuje się urządzenie wytwórcze o zdolności wytwórczej tysiące razy większej.

Imna metoda badania zabezpieczeń prądem pierwotnym, zresztą u nas rzadko stosowana, polega na wykorzystaniu wydzielonego transformatora mocy jako źródła prądu pierwotnego o obniżonym napięciu. Metoda ta, wymagająca zastosowania wybranego transformatora mocy oraz zainstalowania prowizorycznych połączeń kablowych w rozdzielni, nie daje możliwości regulacji prądu pierwotnego przy badaniach oraz może być niebezpieczna dla obsługi z uwagi na prowizoryczny charakter wykorzystywanych urządzeń wysokiego napięcia i kabli łączących lub wymaga wykonania do tego celu specjalnych instalacji. Nadto zakres zastosowania jest ograniczony (zwykle w obrębie elektrowni).

Istnieją co prawda metody badań zabezpieczeń nadprądowych, polegające na wytworzeniu, za pomocą źródła pomocniczego, prądu zmiennego o dużym natężeniu i przepuszczeniu tego prądu przez uzwojenie pierwotne przekładnika prądowego zabezpieczenia w celu wymuszenia odpowiedniego prądu w uzwojeniu wtórnym tego przekładnika.

Metody te zupełnie się nie nadają do badania prądem pierwotnym zabezpieczeń porównawczych (np. różnicowych), działających na zasadzie porównania różnicy (ewentualnie sumy, fazy) prądów wtórnych przekładników prądowych odpowiednio połączonych ze sobą i z przekąźnikami zabezpieczającymi.

Celem wynalazku jest zastąpienie istniejących niedoskonałych metod badania zabezpieczeń przekąźnikowych prądem pierwotnym — uniwersalnym sposobem technicznie doskonałym i ekonomiczniejszym.

Przedmiotem wynalazku jest sposób badania zabezpieczeń przekąźnikowych prądem pier-

wotnym o stosunkowo dużym natężeniu, wymuszającym pożądany rozplyw prądów w obwodach wtórnych zabezpieczeń porównawczych, oraz urządzenia do badania zabezpieczeń przekąźnikowych tym sposobem.

Sposób według wynalazku opiera się na wykorzystaniu do badań prądu pierwotnego, podobnie jak to ma miejsce w innych metodach, lecz w odróżnieniu od znanych metod. Sposób ten polega na tym, że prąd pierwotny przepuszcza się nie przez cały obwód pierwotny, lecz jedynie przez uzwojenie pierwotne przekładników prądowych. W tym celu odwarza się model elektryczny zabezpieczanego elementu elektroenergetycznego i zasilą się ten model prądami o stosunkowo małym natężeniu z pomocniczego źródła prądu zmiennego niskiego napięcia i model ten sprzęga się z uzwojeniami pierwotnymi przekładników prądowych elementu zabezpieczanego.

Na rysunku fig. 1 przedstawia schemat układu pomiarowego do badania zabezpieczenia sposobem według wynalazku przy użyciu modelu transformatora 2 — 3, a fig. 2 — przedstawia uproszczony układ, w którym pominięto model 2 — 3 podany na fig. 1, a zamiast niego wykorzystano część obwodu pierwotnego elementu zabezpieczanego, w tym przypadku uzwojenia transformatora mocy.

Układ pomiarowy przedstawiony na fig. 1 składa się z niskonapięciowych jednofazowych transformatorów 2 — 3, służących do odtworzenia grupy połączeń transformatora mocy 1 przez odpowiednie połączenie ich uzwojeń 2 i 3. Dla uzyskania przekładni odpowiadającej przekładni transformatora mocy odpowiednio nastawia się podczas próby suwaki 4 po jednej stronie uzwojeń transformatora 2—3. Poza tym układ zawiera amperomierze 5 i 6, przewody łączeniowe 7 i 23, przekładniki prądowe niskonapięciowe (probiercze) 8—19 i 16—21, służące do wytworzenia prądu pierwotnego o dowolnym natężeniu, gdyż przekładniki te mają kilka odczepów na swoich uzwojeniach, zwieracze niskonapięciowe 10, 11, 12 i 13, 14, 15, służące do odtwarzania wszelkiego rodzaju zwarć (jedno, dwu i trójfazowych) w strefie i poza strefą chronioną zabezpieczeniem różnicowym 18.

Układ jest zasilany z sieci prądu zmiennego napięciem 220 lub 380 V.

Zwieraczami 13, 14, 15 imituje się zwarcie np. trójfazowe poza strefą chronioną.

W wyniku przyłożonego napięcia w fazach R S T popłyną prądy przez amperomierze 6, przez uzwojenia pierwotne 8 przekładników probierczych 8—19 i dalej przewodami 7 do uzwojeń 2.

Następnie prądy te transformują się na uzwojenia 3 zgodnie z grupą połączeń i przekładnią transformatora mocy 1, dalej przewodami 23 transformowane prądy płyną do uzwojeń 16, amperomierzy 5 i zwieraczy 13, 14, 15, przy czym zwieracze 10, 11, 12 są otwarte.

W ten sposób zamyka się obwód o małym natężeniu prądowym, rzędu kilkunastu amperów. Jest to obwód zasilający przekładniki 8—19 i 16—21, które poniżej będą nazywane „probierczymi”.

W uzwojeniach wtórnych przekładników probierczych transformują się prądy rzędu setek i tysięcy amperów i zasilają uzwojenia pierwotne przekładników prądowych zabezpieczenia 20—9 i 22—17.

Tak więc prądy płynące w uzwojeniach 8 o wartości kilkunastu amperów, transformują się w uzwojeniach 19 na prądy o dużym natężeniu, które popłyną do uzwojeń 20.

Jednocześnie w analogiczny sposób jak wyżej prądy płynące w uzwojeniach 16 transformują się do uzwojeń 21, które zasilają uzwojenia 22.

Prądy, wytworzone w uzwojeniach 9 i 17 przekładników prądowych zabezpieczenia, rozplývają się w obwodach wtórnych, tak, jak przy badaniu sposobami dotychczas znanymi.

Na podstawie rozplýwu prądów, określonego znanymi sposobami, lub wektoromierzem kleszczowym bez użycia jakichkolwiek innych przyrządów stwierdza się czy zabezpieczenie różnicowe jest prawidłowo wykonane.

Dla odtworzenia zwarć dwufazowych zamyka się odpowiednie zwieracze: 13 i 14, 13 i 15 lub 14 i 15.

Aby sprawdzić, że zabezpieczenie różnicowe działa prawidłowo przy zwarciać wewnętrznych, czyli w strefie chronionej przez to zabezpieczenie, zamyka się w odpowiedni sposób zwieracze 10, 11, 12.

Dokładność pomiaru odpowiada dokładności użytych amperomierzy i przekładników probierczych.

Jakkolwiek podany na rysunku fig. 1 układ pomiarowy może być ogólnie stosowany dla badania zabezpieczeń dowolnych elementów układu elektroenergetycznego, jednak w wielu przypadkach może on być znacznie uproszczony.

Na przykład gdy elementem zabezpieczonym jest prądnicą synchroniczną odpada konieczność stosowania modelu, skojarzonego z transformatorów jednofazowych 2—3.

Szczególnie układ pomiarowy można uprościć, gdy zabezpieczany element energetyczny nie posiada na wyjściu żadnej ze stron zacisków zwartych we wspólny punkt zerowy. Uproszczenie to polega na tym, że pomija się wyżej wspomniany model i przewody łączeniowe a zamiast tego wykorzystuje się część obwodu pierwotnego zabezpieczonego elementu. Pozostają tylko przekładniki probiercze.

Uproszczenie to stanowi drugą bardzo istotną cechę znamioną wynalazku. Na rysunku fig. 2 uwidacznia tego rodzaju uproszczony układ badawczy w zastosowaniu do transformatora o grupie połączeń Yd 11.

Jasne, że układ ten pozostaje w mocy dla transformatorów o dowolnej grupie połączeń, gdyż rolę modelu odtwarzającego przekładnię i grupę połączeń, danego transformatora spełnia on sam z tą różnicą, że w tym przypadku przez jego uzwojenia płyną prądy, podczas gdy przy badaniu według schematu na fig. 1 prądy przez uzwojenia obiektu 1 nie płyną.

Prądy płynące w uzwojeniach transformatora mocy nie są duże i są ograniczone opornościami tych uzwojeń, przekładników prądowych itd., prądy zaś w uzwojeniach pierwotnych przekładników prądowych zabezpieczenia będą duże i zależne od przekładni przekładników probierczych.

Układ pomiarowy według wynalazku jest zasilany z sieci niskiego napięcia.

Na rysunku fig. 2 przedstawia przykładowy rozplýw prądów przy imitacji zwarcia trójfazowego poza strefą chronioną zabezpieczeniem różnicowym. Jak widać prądy I_{λ} , rzędu kilku lub kilkunastu amperów, płynące przez przekładniki probiercze 8—19 transformują się na duże prądy, analogicznie jak to było powiedziane wyżej przy opisie działania układu pomiarowego według fig. 1.

Z drugiej strony prądy I_{λ} są transformowane zgodnie z przekładnią i grupą połączeń transformatora mocy 1 na prądy I_{Δ} .

Prądy I_{λ} transformują się na odpowiednio duże prądy w przekładnikach probierczych 16—21.

Tak więc przepływ prądów w obwodach zabezpieczenia różnicowego jest taki sam jak przy „najeżdżaniu”.

W przypadku grupy połączeń transformatora mocy nie skręcającej wektorów prądowych, np. gwiazda-gwiazda, można w celu pominięcia oporności uzwojeń transformatora mocy ominąć je przez odpowiednie zwieranie.

W niektórych przypadkach korzystnie jest zasiląć układ od strony uzwojeń transformatora mocy, połączonych w trójkąt przez co zmniejsza się oporność układu pomiarowego, gdyż trójkąt jest po stronie napięcia niższego. Wtedy zwieracze: 13, 14, 15 oraz 10, 11, 12 należy umieścić po stronie przeciwnej do zasilania.

Sposób badania zabezpieczeń według wynalazku nie ogranicza się bynajmniej do elementów o charakterze przelotowym, zawierających jedno wejście i jedno wyjście, lecz może być w całej rozciągłości zastosowany do elementów o dowolnej liczbie uzwojeń albo rozgałęzień, np. do bloków generator-transformator z odczepem, do transformatorów wielozwojeniowych lub szyn zbiorczych stacji.

W celu zbadania tych zabezpieczeń można przeprowadzić pomiary etapami, stosując układ pomiarowy według fig. 1 względnie fig. 2 do dowolnej odpowiednio wybranej pary uzwojeń lub odgałęzień. Można również odtworzyć układ zasilany równocześnie wielostronnie.

Opisane przykłady zastosowania podanego sposobu pomiaru nie wyczerpują oczywiście wszystkie możliwości jego zastosowania.

Z pożytkiem może on znaleźć zastosowanie przy badaniu zabezpieczeń sieciowych wzdłużnych porównawczych kierunkowych, porównawczych fazowych prądowych i ogólnie do zabezpieczeń łączowych.

Istnieje również możliwość wykorzystania podanego sposobu według wynalazku do badania zabezpieczeń innych typów poza strefowymi, np. zabezpieczeń odległościowych.

Jakkolwiek w tym przypadku wykorzystuje się przekładniki prądowe umieszczone po jednej tylko ze stron zabezpieczanego odcinka linii, jednak przez wykorzystanie przewodów tej linii jako jej modelu elektrycznego oraz przez odtwarzanie na jej końcu rozmaitych zwarcí otrzyma się możność uzyskania na początku pewnych strat napięcia, które będą wykorzystane do oceny pracy zabezpieczeń odległościowych.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób badania zabezpieczeń przekątnikowych elementu układu elektroenergetycznego prądem pierwotnym o stosunkowo dużym natężeniu, wymuszającym odpowiedni rozptyw

prądów we wtórnych obwodach prądowych zabezpieczenia, znamienno tym, że przepływ prądu pierwotnego ogranicza się do pierwotnych uzwojeń przekładników prądowych zabezpieczenia, przy czym dla uzyskania naturalnych warunków roboczych wstawia się w układ model elektryczny imitujący pracę chronionego obiektu, albo też w tym obiekcie za pomocą przekładników wytwarza się warunki robocze.

2. Sposób według zastrz. 1, znamienno tym, że w celu ograniczenia przepływu prądu pierwotnego do części obwodu pierwotnego elementu, obejmujących wyłącznie uzwojenia pierwotne przekładników prądowych, odtwarza się model elektryczny tego elementu, zasilany prądami o stosunkowo małym natężeniu z pomocniczego źródła prądu zmiennego i model ten sprzęga się z uzwojeniami pierwotnymi tych przekładników prądowych.
3. Sposób według zastrz. 1, znamienno tym, że jako model elektryczny danego elementu wykorzystuje się tę część obwodu pierwotnego tego elementu, przez którą nie płynie prąd pierwotny.
4. Sposób według zastrz. 3, znamienno tym, że w celu zmniejszenia oporności części obwodu pierwotnego, wykorzystanego do odtworzenia modelu elektrycznego zabezpieczonego elementu, część tego elementu (np. uzwojenie) zostaje zwarta.
5. Urządzenie do badania zabezpieczeń przekątnikowych sposobem według zastrz. 1 lub 2, znamienne tym, że jako model elektryczny zabezpieczonego elementu zastosowano obwód pomocniczy (6, 8—19, 7, 2—3, 16—21, 5), łączący pomocnicze źródło prądu zmiennego ze zwieraczami (13, 14, 15 i 10, 11, 12) dla odtwarzania dowolnego rodzaju zwarcí wewnątrz i zewnątrz zabezpieczonego elementu.
6. Urządzenie według zastrz. 5, znamienne tym, że obwód pomocniczy zawiera transformator regulacyjny (2—3), służący do regulowania stosunku prądów płynących w linii pomocniczej po obu stronach tego transformatora i do nastawienia ich przesunięcia fazowego.
7. Urządzenie do badania zabezpieczeń przekątnikowych sposobem według zastrz. 3, 4, znamienne tym, że jako model elektryczny zabezpieczanego elementu zastosowano część elementu zabezpieczanego między przekładnikami prądowymi, która została połączona z pomocniczym źródłem prądu zmiennego oraz

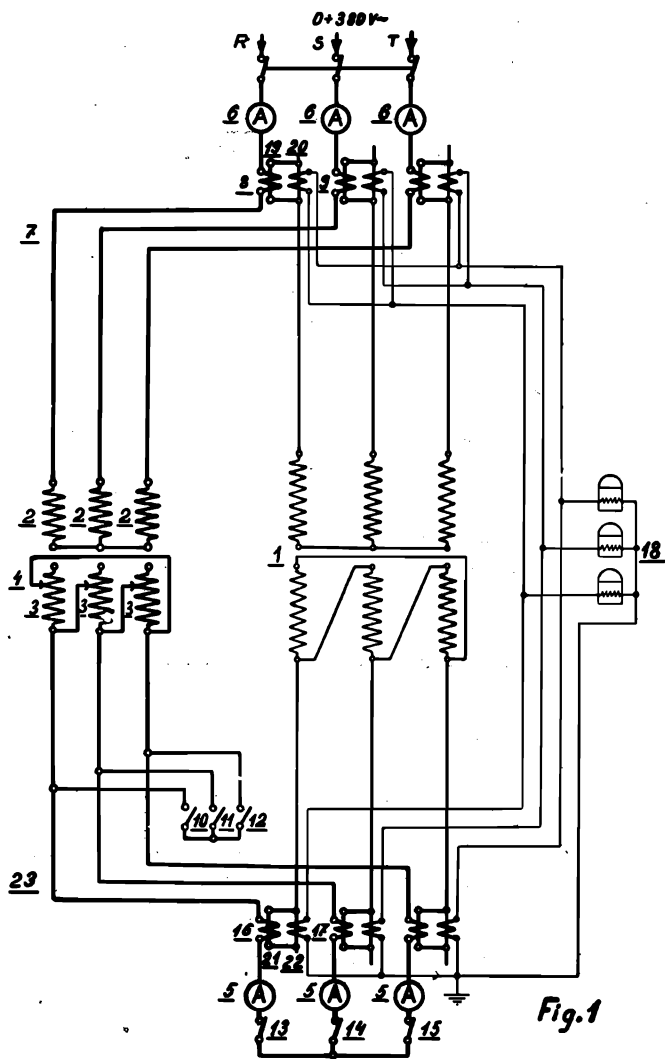
zwieracze, służące do odtwarzania dowolnego rodzaju zwarć wewnątrz i zewnątrz zabezpieczonego elementu.

8. Urządzenie według zastrz. 5 i 7, znamienne tym, że model elektryczny zabezpieczonego elementu jest sprzężony z uzwojeniami pierwotnymi przekładników prądowych za pomocą transformatorów jednakowej przekładni, przetwarzających prądy o stosunkowo

niedużej wartości natężenia, pobierane z pomocniczego źródła prądu zmiennego, na stosunkowo znaczne wartości natężenia prądu, prowadzone do uzwojeń pierwotnych przekładników prądowych zabezpieczenia.

Inż. mgr Stanisław Dominko

Inż. mgr Bolesław Kartaszyński



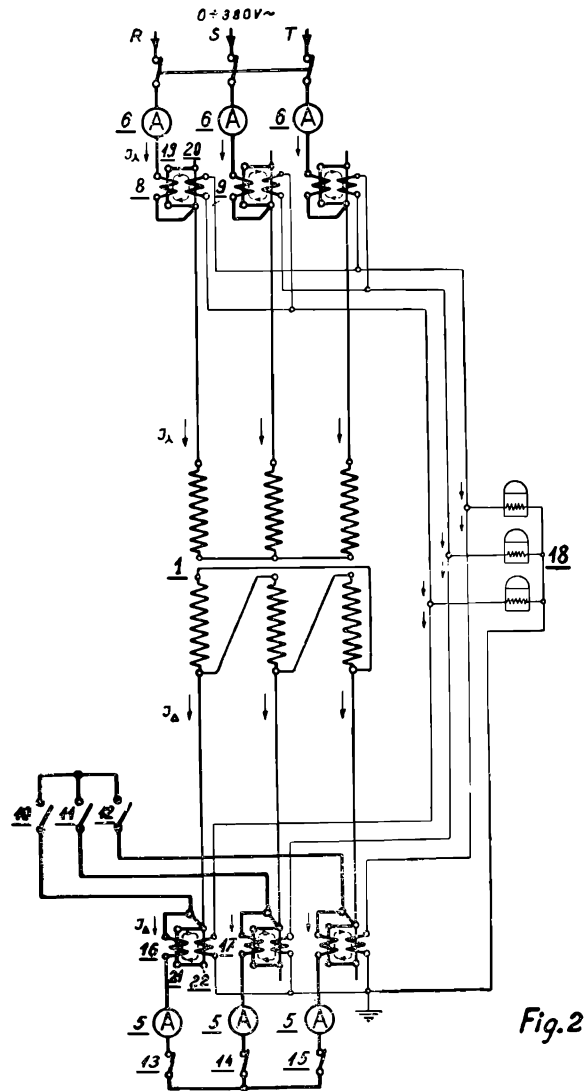


Fig.2