

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY PATENTU TYMCZASOWEGO

70373

Patent tymczasowy dodatkowy
do patentu _____

Kl. 21c, 68/50

Zgłoszono: 13.12.1971. (P152104)

Pierwszeństwo: _____

MKP H02h 7/04

Zgłoszenie ogłoszono: 30.05.1973

Opis patentowy opublikowano: 2.05.1974

BIBLIOTEKA

Urząd Patentowy
Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej

Twórca wynalazku: Juliusz Wróblewski

Uprawniony z patentu tymczasowego: Instytut Energetyki, Warszawa (Polska)

Sposób zabezpieczania transformatorów i autotransformatorów elektroenergetycznych

Przedmiotem wynalazku jest sposób zabezpieczania transformatorów i autotransformatorów elektroenergetycznych dużej mocy przed skutkami zwarc wewnątrznych i zewnętrznych. Zabezpieczenia rozwiązane według tego sposobu przewidziane są do stosowania wspólnie ze znanymi zabezpieczeniami podmuchowo-gazowymi, dając pełny efekt zabezpieczeniowy. Jeśli dla zwiększenia niezawodności działania wystąpi konieczność instalowania zabezpieczeń rezerwowych lub dwóch zabezpieczeń podstawowych, możliwe jest stosowanie zabezpieczenia według wynalazku obok zabezpieczeń znanych lub stosowanie dwóch zabezpieczeń według wynalazku, najlepiej w różnych odmianach.

Dotychczas stosowane sposoby zabezpieczenia transformatorów przy zwarcach wewnętrznych bazują na kontrolowaniu stosunku wartości tzw. prądu różnicowego do tzw. prądu tranzytowego. W tym celu przekładniki prądowe transformatora łączone są w tzw. układ różnicowy, w którego gałęziach w określonej skali występują prądy strony górnego napięcia transformatora, prądy strony dolnego napięcia transformatora i prądy różnicowe, będące geometrycznymi różnicami prądów strony górnego i dolnego napięcia. Przez prąd tranzytowy rozumie się prąd jednej ze stron transformatora lub średnią wartość prądów obu stron transformatora. Do stosowania tego sposobu używane są tzw. przekładniki różnicowe-wzdłużne stabilizowane. Dla wykrywania zwarc zewnętrznych, to jest na szynach zbiorczych dolnego i górnego napięcia oraz we współpracujących z tymi szynami sieciach, stosowane obecnie sposoby polegają na kontrolowaniu wartości bezwzględnej prądów transformatora (zabezpieczenia nadmiarowo-prądowe), na kontrolowaniu wartości prądów i wartości napięć (nadmiarowo-prądowe z blokadą napięciową) oraz na kontrolowaniu oporności do punktu zwarcia. Ten ostatni sposób polega w rozwiązaniach znanych na kontrolowaniu stosunku napięcia do prądu w obwodzie zwarciovym, przy czym pary tych wielkości wybierane są spośród wielkości jednego trójfazowego układu napięć i jednego trójfazowego układu prądów. Układy te w zależności od potrzeb pochodzą ze strony górnego napięcia transformatora lub ze strony dolnego napięcia, lub też brane są w sposób mieszany. Jeśli uzyskany efekt jest niewystarczający, angażowany

jest następny układ napięć i następny trójfazowy układ prądów. Kontrola stosunków napięć i prądów jest znów realizowana w ramach tych układów.

Do stosowania dotychczas znanych sposobów zabezpieczania transformatorów prócz przekładników podmuchowo-gazowych i różnicowych potrzebne są przekładniki odległościowe, przeznaczone w zasadzie do zabezpieczania linii wysokich napięć. Dla transformatorów dużej mocy stosuje się dwa takie przekładniki, zazwyczaj uzupełnione o układy zapewniające im działanie dwukierunkowe. Każdy z przekładników działa w oparciu o jeden trójfazowy układ napięć i jeden trójfazowy układ prądów. Wyłącznie w ramach tych układów zachodzi np. porównanie w określonej skali wartości bezwzględnych prądów i napięć lub wielkości od nich zależnych, co w efekcie daje kontrolę oporności obwodów zwarciovych. Kontrola oporności może być również oparta o inną zasadę np. komparację faz, ale w każdym z przekładników zachodzi zawsze w ramach jednego trójfazowego układu napięć i jednego trójfazowego układu prądów.

Celem wynalazku jest sposób zabezpieczania transformatorów przy zwarciach wewnętrznych i zewnętrznych nie wymagający do jego realizacji tak znacznej ilości aparatury przekładnikowej. Cel wynalazku został osiągnięty przez to, że przy zwarciach zewnętrznych oporność obwodu zwarciovego kontrolowana jest przez porównanie w określonej skali relatywnie największego spośród prądów obu stron transformatora z relatywnie najmniejszym z napięć strony górnego napięcia oraz z relatywnie najmniejszym z napięć strony dolnego napięcia transformatora. Jeśli zachodzi konieczność zwiększenia zasięgów w kierunku reaktancji sieci (obu lub jednej z nich) napięcia mogą być w znany sposób kompaundowane przez odpowiednie prądy. Jeśli przy zwarciach zewnętrznych pożądane jest wyłączenie tylko jednej strony transformatora, na przykład w przypadku gdy z uzwojenia wyrównawczego transformatora zasilane są potrzeby własne stacji, wybór wyłącznika odbywa się na podstawie statycznego lub dynamicznego porównania relatywnie najmniejszego z napięć po stronie górnego napięcia transformatora z relatywnie najmniejszym napięciem po stronie dolnego napięcia transformatora. Przy zwarciach wewnętrznych oporność kontrolowana jest przez porównanie w określonej skali relatywnie największego z prądów różnicowych, uzyskiwanych według któregoś ze znanych sposobów z napięciem większym, wybranym spośród relatywnie najmniejszego z napięć strony górnego napięcia transformatora i relatywnie najmniejszego z napięć strony dolnego napięcia transformatora.

Do kontroli oporności obwodów zwarciovych według wynalazku wykorzystywane są równocześnie wszystkie będące do dyspozycji wielkości elektryczne, to jest napięcia i prądy strony górnego napięcia: U_{Ga} , U_{Gb} , U_{Gc} , J_{Ga} , J_{Gb} , J_{Gc} oraz napięcia i prądy strony dolnego napięcia: U_{Da} , U_{Db} , U_{Dc} , J_{Da} , J_{Db} , J_{Dc} .

Wielkości te mogą także występować jako skojarzone na przykład $U_{Dab} = U_{Da} - U_{Db}$ czy $J_{Gbc} = J_{Gb} - J_{Gc}$, a prądy również jako różnicowe na przykład $\Delta J_a = J_{Ga} - J_{Da}$ lub $\Delta J_{ab} = J_{Gab} - J_{Dab}$. Wiadomo, że kontrola stosunku dwóch wielkości może być zastąpiona porównaniem w odpowiedniej skali wartości bezwzględnych tych wielkości, na przykład drogą kontroli znaku ich różnicy. Według wynalazku oporność obwodu zwarciovego przy zwarciach zewnętrznych kontrolowana drogą kontroli znaku dwóch różnic:

$$r' = k'_u \text{Min}(|U_{Gi}|) - \text{Max}(k_{Gj}|J_{Gi}|; k_{Dj}|J_{Di}|)$$

$$r'' = k''_u \text{Min}(|U_{Di}|) - \text{Max}(k_{Gj}|J_{Gi}|; k_{Dj}|J_{Di}|)$$

gdzie:

k'_u , k''_u , k_{Gj} , k_{Dj} — współczynniki skalujące i — indeks faz, przybierający wartości: a, b, c, ab, bc, ca lub w rozwiązaniach uproszczonych niektóre z nich. Gdy jedna z różnic wykaże wartość ujemną, następuje za-
działanie:

$$\text{Min}(r', r'') < 0$$

Jeśli spełniona jest nierówność:

$$\text{Min}(|U_{Gi}|) - \text{Min}(|U_{Di}|) < 0$$

następuje otwarcie wyłącznika górnego napięcia. W przeciwnym razie otwarty zostaje wyłącznik dolnego napięcia. Kontrola oporności obwodu zwarciovego przy zwarciach wewnętrznych odbywa się według nierówności:

$$k_u \text{Max}[\text{Min}(|U_{Gi}|); \text{Min}(|U_{Di}|)] - k_j \text{Max}(|\Delta J_i|) < 0$$

Przekładnik wykonany według tego sposobu reaguje wyłącznie na zwarcia wewnętrzne. Dla zwarć zewnętrznych, na przykład na szynach zbiorczych górnego lub dolnego napięcia, przekładnik wykazuje cechy zna-

nych przekładników różnicowych stabilizowanych dzięki temu, że maksymalne z minimalnych napięć jest proporcjonalne do prądu zwarciovego. Przekładnik jest niewrażliwy na udary prądów magnesujących dzięki swojej oporozależnej charakterystyce.

Przykład wykorzystania sposobu według wynalazku jest omówiony niżej w oparciu o rysunek, na którym figura 1 przedstawia ogólny układ zabezpieczenia transformatora, a figury 2, 3 i 4 jego charakterystyki.

Przekładniki prądowe 1 i 2 zabezpieczanego transformatora (autotransformatora) 3 połączone są według jednego ze znanych sposobów w układ różnicowy, w którego gałęziach różnicowych znajduje się komplet przekształtników 4 prądu przemiennego na napięcie stałe. Analogiczne komplety przekształtników 5 i 6 znajdują się w obu gałęziach przekładników prądowych. Zaciski wtórne przekładników napięciowych 7 i 8 połączone są z kompletami przekształtników 9 i 10 napięcia przemiennego na napięcie stałe. W zależności od przyjętej zasady pomiaru oporności do punktu zwarcia w układach trójfazowych przekształtniki 4, 5, 6, 9 i 10 są trzy lub sześciokrotne (mają trzy lub sześć układów przekształcających). Wyjście przekształtników napięciowych 9 i 10 połączone są ze statycznymi układami 11 i 12 wybierającymi napięcie o wartości najmniejszej, zaś wyjście przekształtników prądowych 5 i 6 – z układami 13 i 14 wybierającymi wartości największe. Wyjścia układów 11, 12 i 13 za pośrednictwem dzielników oporowych 15 i diod rozdzielających 16 połączone są z trygierem pomiarowym 17, współpracującym z układem opóźniającym 18. Analogicznie poprzez dzielniki oporowe 19 i diody rozdzielające 20 połączone jest wejście drugiego trygiera pomiarowego 21, współpracującego z układem opóźniającym 22. W efekcie trygier 17 dokonuje porównania w skali, określonej przekładnikami przekładników, oraz parametrami przekształtników i dzielników, największego z prądów strony górnej i dolnej transformatora J_G i J_D z najmniejszym z napięć strony górnego napięcia U_G i z najmniejszym z napięć strony dolnego napięcia U_D . Analogicznego porównania, lecz w innej uzależnionej od dzielników 19 skali, dokonuje trygier 21. W efekcie uzyskana zostaje dwustrefowa charakterystyka schodkowa pokazana na figurze 2, gdzie odcinek A–B przedstawia impedancję transformatora Z_{tr} , na lewo od punktu A odłożone są impedancje sieci dolnego napięcia Z_D , a na prawo impedancje sieci górnego napięcia Z_G . W osi czasów pokazano czasy działania pierwszej strefy t_1 i drugiej t_2 . Na płaszczyźnie zmiennej zespolonej $R + jX$ charakterystyki mają kształt okręgów, przedstawionych na figurze 3. W przypadku kompaundacji napięć charakterystyki ulegają przesunięciom, jak to pokazano na figurze 4. Układ porównujący 23, połączony z wyjściami układów 11 i 12 wybierających napięcia minimalne, służy do wyboru wyłącznika, który powinien zostać otwarty. Dzielnik oporowy 24 wraz z trygierem pomiarowym 25 przyłączony jest do układu 26, wybierającego napięcie maksymalne z napięć minimalnych, oraz do układu 14, wybierającego napięcie proporcjonalne do maksymalnego z prądów różnicowych ΔJ . W efekcie uzyskane zostaje zabezpieczenie reagujące z czasem t_0 przy zwarciaach wewnętrznych. Jego charakterystyki pokazano na figurach 2, 3 i 4 liniami przerywanymi.

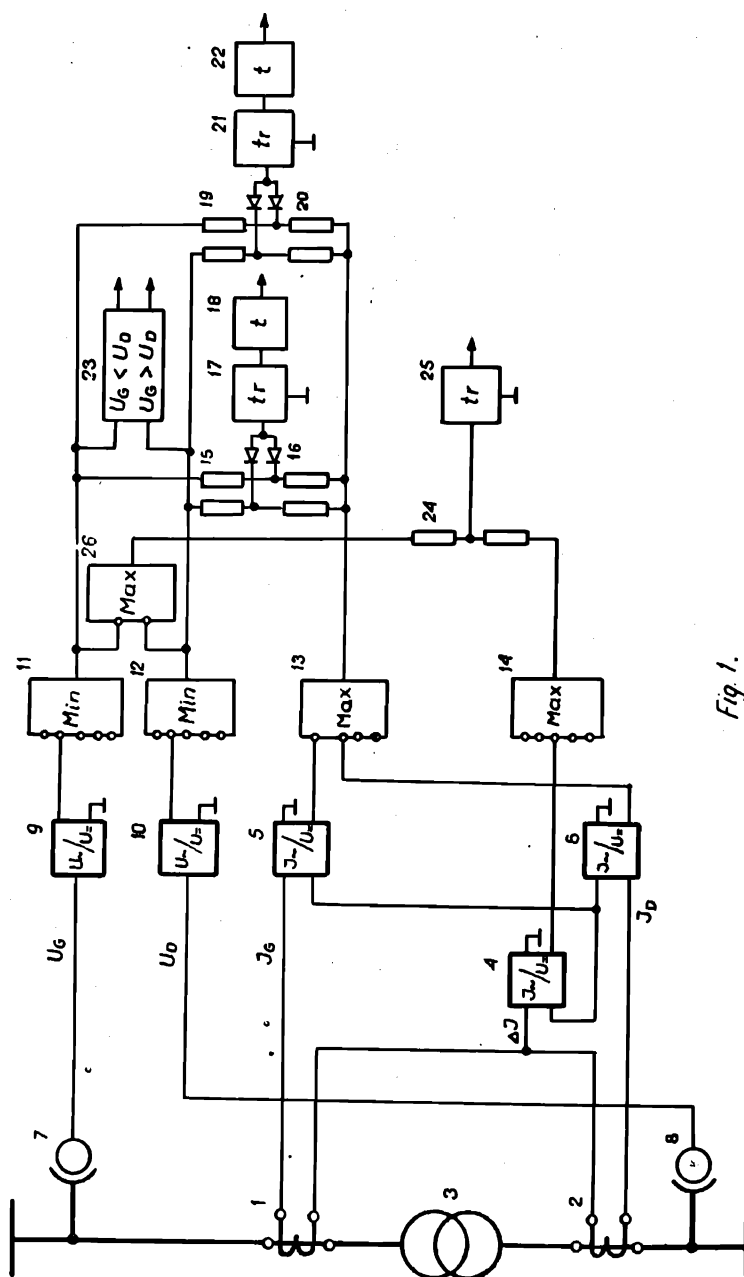
W zależności od przyjętych do realizacji zasad pomiaru oporności do punktu zwarcia w układach 3-fazowych każdy z kompletów przekształtników 4, 5, 6, 9 i 10 może mieć sześć niezależnych układów przekształcających, przyłączonych do wielkości fazowych i skojarzonych, lub trzy niezależne układy, przyłączone do wielkości fazowych lub skojarzonych. W pierwszym przypadku kontrolowane oporności są niezależne od rodzaju zwarcia, w drugim występować mogą określone błędy w pomiarze przy niektórych rodzajach zwarcia. Ilość wariantów rozwiązań jest znaczna, a wybór wariantu uzależnia się od konkretnych potrzeb. Możliwe jest również zastąpienie kompletów przekształtników 5 i 6 jednym kompletem, w którym stałe napięcie wyjściowe proporcjonalne są do wartości średniej z prądów strony górnego i dolnego napięcia transformatora.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób zabezpieczenia transformatorów i autotransformatorów elektroenergetycznych oparty o kontrolę oporności obwodów zwarciovych, znamienny tym, że przy zwarciaach zewnętrznych oporność obwodu zwarciovego kontroluje się przez porównanie w określonej skali relatywnie największego spośród prądów obu stron transformatora z relatywnie najmniejszym z napięć strony górnego napięcia oraz z relatywnie najmniejszym z napięć strony dolnego napięcia transformatora a wybór wyłącznika, który ma zostać otwarty, odbywa się w oparciu o kryterium napięciowe, natomiast przy zwarciaach wewnętrznych oporność kontroluje się przez porównanie w określonej skali największego z prądów różnicowych, uzyskiwanych według któregoś ze znanych sposobów, z napięciem większym, wybranym spośród relatywnie najmniejszego z napięć strony górnego napięcia transformatora i relatywnie najmniejszego z napięć strony dolnego napięcia transformatora.

2. Sposób według zastrz. 1, znamienny tym, że napięcie strony górnego i dolnego napięcia transformatora kompaunduje się przez odpowiednie prądy transformatora każdej z sieci współpracującej z transformatorem.

3. Sposób według zastrz. 1 lub 1 i 2, znamienny tym, że wybór wyłącznika, który ma zostać otwarty przy zwarcjach zewnętrznych, dokonuje się na podstawie statycznego lub dynamicznego porównania w określonej skali najmniejszego z napięć po stronie górnego napięcia transformatora z najmniejszym z napięć po stronie dolnego napięcia transformatora.



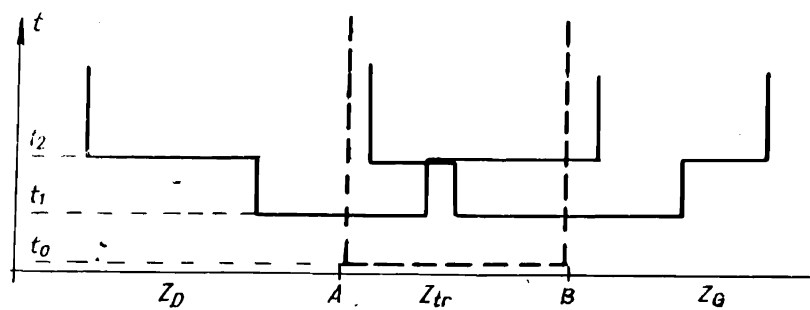


Fig. 2

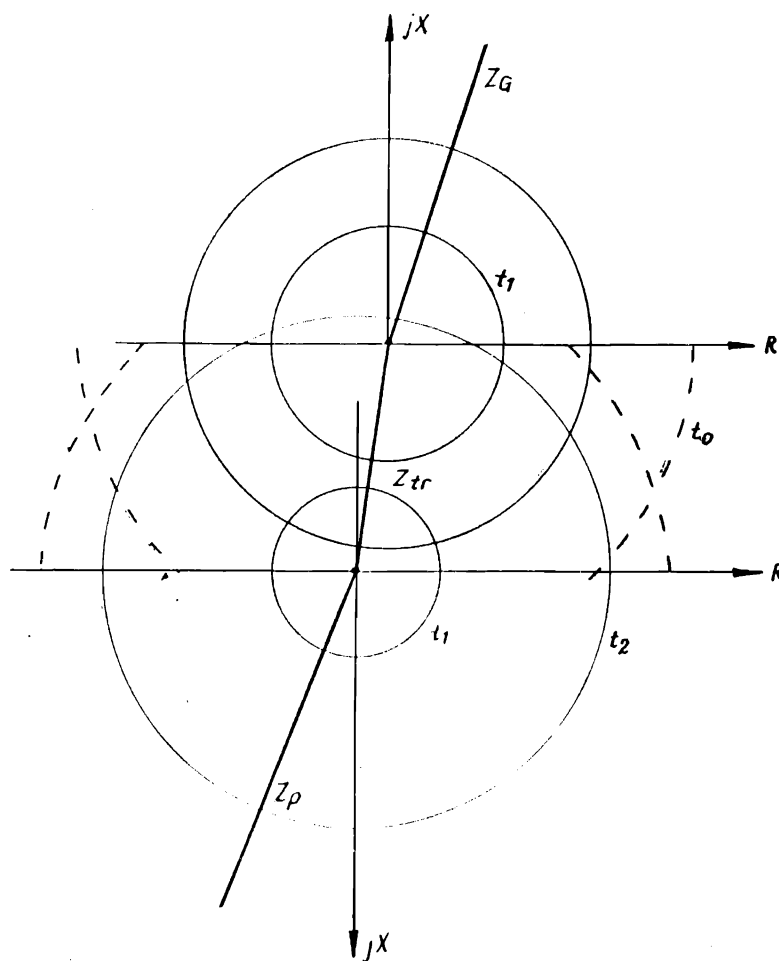


Fig 3.

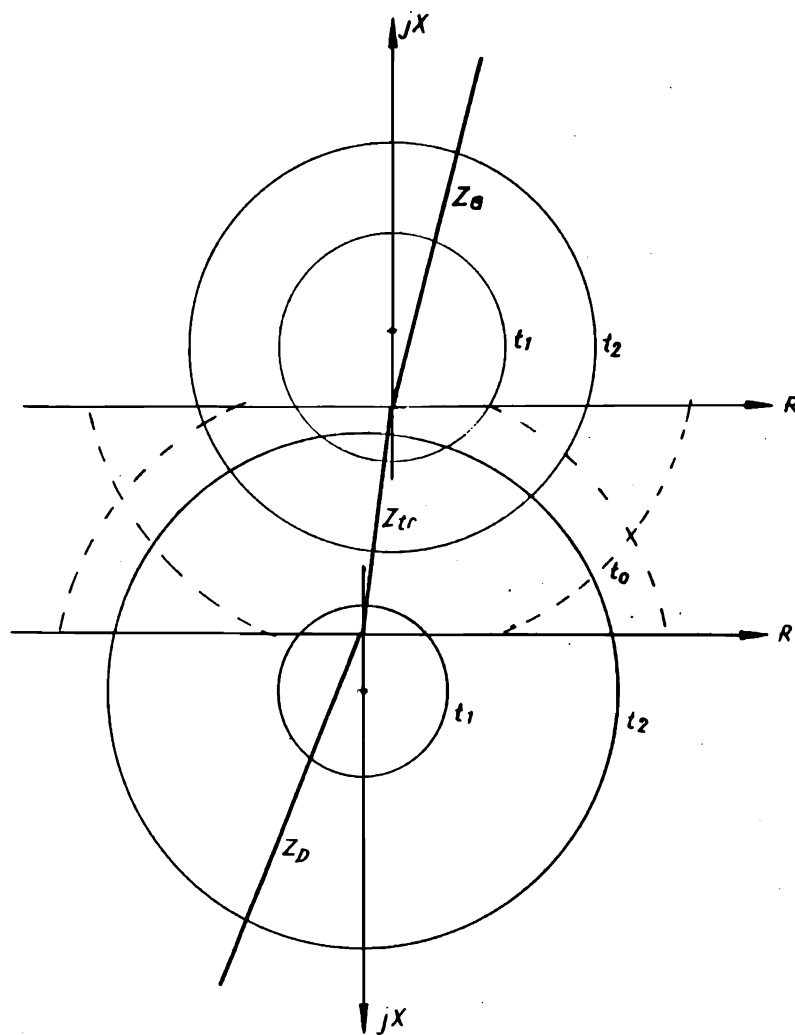


Fig. 4.