



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(21) Numer zgłoszenia: **428547**

(51) Int. Cl.
H02H 3/16 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **10.01.2019**

(54) **Układ zabezpieczenia ziemnozwarciowego kierunkowego
przeznaczony do sieci IT niskiego napięcia**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

13.07.2020 BUP 15/20

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

19.04.2021 WUP 08/21

(73) Uprawniony z patentu:

**SIEĆ BADAWCZA ŁUKASIEWICZ – INSTYTUT
TELE- I RADIOTECHNICZNY, Warszawa, PL
OPA-ROW SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Rybnik, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**ŁUKASZ SAPUŁA, Kobyłka, PL
MACIEJ RUP, Parzniew, PL
GRZEGORZ WOJTAŚ, Warszawa, PL
RADOSŁAW PRZYBYSZ, Głina, PL
TOMASZ KOWOL, Wodzisław Śląski, PL
MICHAŁ BROCKI, Rybnik, PL
PRZEMYSŁAW ANGIELCZYK, Warszawa, PL
ANNA KOŁTUN, Warszawa, PL
PAWEŁ WLAZŁO, Pruszków, PL**

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest układ zabezpieczenia ziemnozwarciowego kierunkowego przeznaczony do zastosowania w sieci IT niskiego napięcia.

Najczęściej występującymi zakłóceniami w pracy sieci elektroenergetycznych są zwarcia doziemne, które stanowią około 70% do 90% wszystkich zakłóceń. Z tego względu niezwykle ważnym elementem wyposażenia sieci są zabezpieczenia ziemnozwarciowe, których zadaniem jest wykrywanie oraz eliminacja powstałych zakłóceń. Niezwykle istotne są: skuteczność działania, czyli właściwe rozróżnianie zwarć doziemnych od innych stanów zakłóceń, selektywność oraz czas działania zabezpieczenia. W zależności od rodzaju sieci układ zabezpieczeniowy realizowany jest w oparciu o różne rozwiązania techniczne.

W przypadku sieci IT niskiego napięcia najczęściej wykorzystuje się zabezpieczenia upływnościowe, które kontrolują wartość rezystancji izolacji sieci względem ziemi. Zabezpieczenia te wyposaża się w źródło napięcia pomiarowego podłączone równolegle do kontrolowanej izolacji sieci, na podstawie jego wartości, oraz wartości płynącego prądu określa się rezystancję izolacji sieci. Najprostsze zabezpieczenia, jako napięcia pomiarowego używają napięcia stałego, jednak rozwiązanie takie uniemożliwia zapewnienie selektywności jego działania. W celu jej zapewnienia, stosowane są bardziej złożone rozwiązania, które najczęściej określane są mianem systemu monitorowania stanu izolacji z lokalizacją miejsca wystąpienia doziemienia.

Systemy te wymagają zastosowania zaawansowanych metod pomiarowych, oraz kosztownej aparatury np. metoda AMP (Adaptive Measuring Pulse) wymaga zastosowania kluczowanego napięcia pomiarowego, dostosowującego się do parametrów sieci. Dodatkowo konieczne jest zastosowanie przekładników prądowych posiadających szerokie pasmo częstotliwościowe, zainstalowanych w różnych miejscach sieci oraz zaawansowanych filtrów pomiarowych, pozwalających na oddzielenie prądów upływowych pochodzących z napięcia sieciowego, od prądów upływowych pochodzących z układu pomiarowego. Obecnie w sieciach IT niskiego napięcia nie znalazły zastosowania, powszechnie stosowane w sieciach SN, zapewniające selektywność zabezpieczenia ziemnozwarciowego kierunkowego, głównie ze względu na małe wartości występujących w takich sieciach prądów doziemnych, co generuje problemy z prawidłową ich interpretacją.

Powszechnie stosowane rozwiązania układu zabezpieczenia ziemnozwarciowego używają napięcia stałego jak opisano w „Protective Measures with Insulation Monitoring”, Wolfgang Hofheinz, VDE Verlag, Berlin, 2 wydanie, 2000. Układ ten jednak nie sprawdza się w sieciach, w których występują składowe DC i ze względu na powszechność stosowania falowników we współczesnych sieciach, nie znajduje zastosowania. W związku z powyższym powstały rozwiązania działające w oparciu o modyfikację tego układu.

Rozwiązanie z opisu patentowego EP 0654673 B1 zakłada pomiar rezystancji izolacji z zastosowaniem źródła napięcia stałego, które naprzemiennie dołącza dwa różne poziomy napięć i po ustabilizowaniu się prądu dla nowej wartości napięcia dokonuje pomiaru. Dzięki znajomości obydwu wartości napięć i uwzględnienia ich różnicy w obliczeniach pomiarowych, obecność składowych DC występujących w sieci jest w dużej mierze eliminowana. Podobne rozwiązanie przedstawiono w opisie patentowym DE 10106200 C1. Największą wadą powyższych układów jest czas dokonywania pomiaru. Ze względu na pojemności sieci i małą wydajność źródeł pomiarowych, czasy ustalania pomiarów przy zmianie poziomu napięcia są znaczne. Dodatkowo w wyniku zastosowania źródeł DC niemożliwa jest ocena upływności pojemnościowej.

Opis kolejnego rozwiązania znajduje się w opisie patentowym EP 1586910 B1. Przedstawiony sposób pozwala na wyznaczenie upływności rezystancyjnej i pojemnościowej. Zakłada on, że przykłada się regulowane źródło napięcia stałego i wykonuje się regulacje do momentu skompensowania istniejących składowych stałych. Następnie wstrzykiwany jest impuls napięcia stałego i monitorowany jest wynikowy prąd, aż do momentu osiągnięcia stanu ustalonego. Na podstawie charakterystyki czasowo-prądowej określa się wartości składowych impedancji sieci. W porównaniu z poprzednimi rozwiązaniami, ze względu na możliwość dokonania pomiaru na podstawie pojedynczego impulsu, skrócony został czas działania zabezpieczenia.

Kolejne rozwiązanie z opisu patentowego US6392422B1 opiera się na wyznaczaniu różnicowego prądu płynącego przez elementy rezystancyjne i z zasady przeznaczone jest do sieci pracujących z uziemionym punktem neutralnym.

Układ zabezpieczenia ziemnozwarciowego kierunkowego przeznaczony do sieci IT niskiego napięcia **według wynalazku** zbudowany jest z transformatora trójfazowego oraz pomiarowego przekładnika prądowego niskiego napięcia wykorzystanego jako filtr składowej zerowej prądu, który połączony

jest z torem pomiarowym prądu wysokiej czułości sterownika elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej. Sterownik elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej posiada wbudowany tor pomiaru napięcia o wysokiej rezystancji wejściowej 10 Mohm. Jako filtr zerowo-napięciowy wykorzystany jest potencjał punktu zerowego uzwojenia niskiego napięcia transformatora trójfazowego.

Przedmiot wynalazku przedstawiony jest na przykładzie wykonania, na rysunku, który stanowi schemat układu zabezpieczenia ziemnozwarciowego kierunkowego.

Układ zabezpieczenia ziemnozwarciowego kierunkowego przeznaczony do sieci IT niskiego napięcia zbudowany jest z pomiarowego przekładnika prądowego niskiego napięcia **PP** jako filtra składowej zerowej prądu połączonego z torem pomiarowym prądu **I0** wysokiej czułości sterownika elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej **EAZ**, z wbudowanym torem pomiaru napięcia **U0** o wysokiej rezystancji wejściowej 10 Mohm. Jako filtr zerowo-napięciowy wykorzystany jest potencjał punktu zerowego uzwojenia niskiego napięcia transformatora trójfazowego **TR**.

Układ składa się z transformatora trójfazowego **TR** oraz przekładnika prądowego niskiego napięcia **PP**. Wykorzystany jest pomiarowy przekładnik prądowy z powodu uzyskiwania znacznie wyższej czułości dla małych wartości prądów. Z powodu przeplecenia wszystkich faz przez jego rdzeń działa on jako filtr składowej zerowej prądu. Jako filtr zerowo-napięciowy wykorzystany jest potencjał punktu zerowego uzwojenia niskiego napięcia transformatora trójfazowego **TR**. Uzyskane sygnały wyjściowe filtrów są wprowadzone na specjalnie przygotowany sterownik elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej **EAZ** posiadający wbudowany algorytm $10 > k$ – zabezpieczenia ziemnozwarciowego kierunkowego oraz wyposażony w specjalnie dostosowane tory pomiarowe. Tor pomiarowy napięcia **U0** posiada odpowiednio dużą rezystancję wejściową 10 Mohm – wyższą wartość od minimalnej wymaganej izolacji sieci. Natomiast tor pomiarowy prądu **I0** posiada czułość wystarczającą do pomiaru występujących w sieciach IT niskiego napięcia prądów doziemnych pojedynczych mA.

Zastrzeżenie patentowe

1. Układ zabezpieczenia ziemnozwarciowego kierunkowego przeznaczony do sieci IT niskiego napięcia, **znamienny tym**, że układ zbudowany jest z pomiarowego przekładnika prądowego niskiego napięcia (**PP**) będącego filtrem składowej zerowej prądu połączonego z torem pomiarowym prądu (**I0**) wysokiej czułości sterownika elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej (**EAZ**), z wbudowanym torem pomiaru napięcia (**U0**) o wysokiej rezystancji wejściowej 10 Mohm, a jako filtr zerowo-napięciowy wykorzystany jest potencjał punktu zerowego uzwojenia niskiego napięcia transformatora trójfazowego (**TR**).

Rysunek

