

POLSKA  
RZECZPOSPOLITA  
LUDOWA



URZĄD  
PATENTOWY  
PRL

# OPIS PATENTOWY 96001

Patent dodatkowy  
do patentu \_\_\_\_\_

Zgłoszono: 05.09.75 (P. 183147)

Pierwszeństwo: \_\_\_\_\_

Zgłoszenie ogłoszono: 28.08.76

Opis patentowy opublikowano: 30.11.1978

MKP G01r 27/16

Int. Cl.<sup>2</sup> G01R 27/16

**CZYTELNIA**

Urzędu Patentowego  
Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej

Twórcy wynalazku: Ryszard Matla, Władysław Wasiluk, Roman Kostuś

Uprawniony z patentu: Politechnika Warszawska, Warszawa (Polska)

## Sposób i układ do pomiaru impedancji pętli zwarciowej w sieciach elektroenergetycznych

Przedmiotem wynalazku jest sposób i układ do pomiaru impedancji pętli zwarciowej w sieciach elektroenergetycznych, zwłaszcza przy badaniu skuteczności ochrony od porażeń za pomocą zerowania lub uziemienia względnie przy badaniu skuteczności działania zabezpieczeń elektroenergetycznych.

Znany jest sposób pomiaru impedancji pętli zwarciowej, w którym wykorzystuje się sztuczne zwarcie przez rezystancję ograniczającą prąd pomiarowy. Impedancję pętli zwarciowej wyznacza się pośrednio na podstawie dwukrotnego pomiaru woltomierzem napięcia, to znaczy napięcia fazowego sieci elektroenergetycznej oraz napięcia na rezystancji pętli zwarciowej bądź impedancji sztucznego zwarcia o argumentie ustalonym  $\varphi = 40^\circ$ , przyjętym jako najczęściej występujący w obwodach zwarciowych zerowania lub uziemienia ochronnego.

Znany jest również sposób pomiaru impedancji pętli zwarciowej na podstawie dwukrotnego pomiaru woltomierzem napięć to znaczy napięcia fazowego sieci elektroenergetycznej oraz napięcia na impedancji sztucznego zwarcia, w którym napięcie na impedancji sztucznego zwarcia ustala się przez regulację argumentu  $\varphi$  impedancji sztucznego zwarcia od wartości  $0^\circ$  do wartości  $90^\circ$ , to znaczy zmieniając charakter impedancji od rezystancyjnego do reaktancyjnego przy zachowaniu stałego modułu tej impedancji.

W podanych sposobach pomiaru impedancji pętli zwarciowej wyznacza się moduł impedancji pętli badanego obwodu zwarciowego z zależności

$$(Z_p) = \frac{(U_f) - (U_z)}{(U_z)} \cdot (Z_z)$$

w której  $U_f$  jest napięciem fazowym sieci elektroenergetycznej, zaś  $U_z$  napięciem na impedancji  $Z_z$  sztucznego zwarcia, a  $Z_z$  modułem impedancji sztucznego zwarcia.

Znany jest układ do pomiaru impedancji pętli zwarciowej, składający się z szeregowo połączonych wyłącznika z impedancją sztucznego zwarcia o zmiennym argumentie  $\varphi$ , do których równolegle jest włączony woltomierz prądu przemiennego. W przypadku pomiaru napięcia fazowego sieci oraz napięcia na impedancji sztucznego zwarcia, jeden zacisk wejściowy układu pomiarowego jest połączony z przewodem fazowym sieci, zaś drugi zacisk jest połączony z obudową badanego odbiornika połączoną z przewodem zerowym sieci.

Wadą pierwszego sposobu jest to, że błąd pomiaru wynikający z rozbieżności między założonym charakterem impedancji sztucznego zwarcia a charakterem impedancji badanych obwodów zwarciovych dochodzi do około 6%.

Wadą drugiego sposobu jest to, że przy pomiarze impedancji pętli zwarcioviej występuje mała stosunkowo różnica napięć o zbliżonych wartościach, które wyznacza się na podstawie pomiaru napięcia fazowego sieci i napięcia na impedancji sztucznego zwarcia. Niewielkie uchyby pomiaru każdego z tych napięć oddzielnie powodują nadmierny uchyb pomiaru.

Celem wynalazku jest sposób pomiaru impedancji pętli zwarcioviej oraz układ do pomiaru impedancji pętli zwarcioviej, które umożliwiły by zmniejszenie uchybu pomiaru wynikającego z uchybu pomiaru poszczególnych napięć.

Cel ten został osiągnięty w sposobie według wynalazku, który polega na tym, że napięcie fazowe sieci mierzy się włączając do badanego obwodu zwarciovego zaciski odchylenia pionowego oscyloskopu katodowego przy podstawie czasu  $t = 1/50$  s. Następnie na ekranie oscyloskopu katodowego ustala się przebieg napięcia fazowego sieci. Napięcie na impedancji sztucznego zwarcia mierzy się włączając równolegle do zacisków oscyloskopu katodowego włączonego w obwód pomiarowy impedancję sztucznego zwarcia o zmiennym argumente  $\varphi$ . Następnie na ekranie oscyloskopu katodowego ustala się przebieg napięcia na impedancji sztucznego zwarcia, po czym za pomocą zmiany argumentu  $\varphi$  impedancji sztucznego zwarcia synchronizuje się przebiegi napięcia fazowego sieci i napięcia na impedancji sztucznego zwarcia. Po uzyskaniu całkowitej synchronizacji odczytuje się mierzone wartości napięcia fazowego sieci i napięcia na impedancji sztucznego zwarcia i podstawia się do wzoru z którego oblicza się impedancję pętli zwarcioviej badanej sieci elektroenergetycznej.

Układ do pomiaru impedancji pętli zwarcioviej sieci elektroenergetycznej, charakteryzuje się tym, że posiada oscyloskop katodowy połączony zaciskami odchylenia pionowego z szeregowo połączoną impedancją sztucznego zwarcia z przyciskiem.

Sposób pomiaru impedancji pętli zwarcioviej realizowany w układzie do pomiaru impedancji pętli zwarcioviej poprzez dobór impedancji sztucznego zwarcia proporcjonalnie do impedancji pętli badanego obwodu zwarciovego powoduje pełną synchronizację napięcia fazowego sieci i na impedancji sztucznego zwarcia, co umożliwia dokładne odczytanie na ekranie oscyloskopu katodowego wartości mierzonych napięć. Zwiększenie dokładności pomiaru można również uzyskać przez zmniejszenie amplitudy podstawy czasu i zwiększenia amplitudy napięcia na oscyloskopie katodowym. Ponadto dzięki wynalazkowi można stosować rachunek algebraiczny zamiast rachunku operatorowego do obliczenia impedancji pętli zwarcioviej.

Przykład stosowania sposobu jest bliżej objaśniony w oparciu o rysunek, pozwalający lepiej zrozumieć proces jego stosowania, który przedstawia na fig. 1a przebieg napięcia fazowego sieci, a na fig. 1b – przesunięte w fazie przebiegi napięcia fazowego i napięcia na impedancji sztucznego zwarcia, na fig. 1c – przebieg napięcia na impedancji sztucznego zwarcia, fig. 1d – zsynchronizowane przebiegi napięcia fazowego sieci i napięcia na impedancji sztucznego zwarcia, zaś fig. 2 – układ do pomiaru impedancji pętli zwarcioviej sieci elektroenergetycznej.

Na figurze 1a rysunku, po włączeniu układu do pomiaru impedancji  $Z_p$  pętli zwarcioviej do zacisków przewodu fazowego U oraz do przewodu zerującego O, na ekranie oscyloskopu katodowego 1 obserwuje się przebieg napięcia fazowego  $U_f$  sieci, przy otwartym przycisku 2. Oscyloskop katodowy 1 posiada podstawę czasu  $t = 1/50$  s, która umożliwia obserwację pełnego przebiegu sinusoidalnego jednego okresu. Następnie doprowadza się przebieg napięcia  $U_f$  fazowego sieci do położenia, w którym przejście przez zero sinusoidy napięcia  $U_f$  fazowego sieci znajduje się w miejscu przecięcia współrzędnych na ekranie oscyloskopu.

Na figurze 1b rysunku, na ekranie oscyloskopu katodowego 1 obserwuje się przebieg napięcia  $U_z$  na impedancji  $Z_z$  sztucznego zwarcia, która została włączona po przyciśnięciu przycisku 2 w badany obwód pętli zwarcioviej sieci elektroenergetycznej. Przebieg napięcia  $U_z$  na impedancji sztucznego zwarcia jest przesunięty względem napięcia  $U_f$  fazowego sieci o argument  $\varphi$ .

Na figurze 1c rysunku, na ekranie oscyloskopu katodowego 1 obserwuje się przebieg napięcia  $U_z$  na impedancji sztucznego zwarcia, który uzyskuje się przez regulację argumentem  $\varphi$  impedancji  $Z_z$  sztucznego zwarcia, doprowadzając do położenia, w którym przejście przez zero sinusoidy napięcia  $U_z$  znajduje się w miejscu przecięcia współrzędnych na ekranie oscyloskopu katodowego 1.

Na figurze 1d rysunku, na ekranie oscyloskopu katodowego 1, obserwuje się zsynchronizowane przebiegi napięcia  $U_f$  fazowego sieci oraz napięcia  $U_z$  na impedancji  $Z_z$  sztucznego zwarcia dla których zwiększenia dokładności odczytu zmniejszono amplitudę podstawy czasu i zwiększono amplitudę napięcia oscyloskopu katodowego 1.

Tak odczytane wartości napięcia  $U_f$  fazowego sieci oraz napięcia  $U_z$  na impedancji  $Z_z$  sztucznego zwarcia, odczytane z współrzędnych umieszczonych na ekranie oscyloskopu katodowego 1 oraz wartość modułu impedancji  $Z_z$  sztucznego zwarcia, która jest znana i odczytana dokładnie, podstawia się do zależności:

$$(Z_p) = \frac{(U_f) - (U_z)}{(U_z)} (Z_z)$$

w której  $U_f$  jest napięciem fazowym sieci,  $U_z$  napięciem na impedancji sztucznego zwarcia, a  $Z_z$  modułem impedancji sztucznego zwarcia, z której to zależności oblicza się impedancję  $Z_p$  pętli zwarciowej sieci elektroenergetycznej.

Na figurze 2 rysunku, oscyloskop katodowy 1, przy podstawie czasu  $T = 1/50$  s, posiada zaciski odchylenia pionowego  $y-y$  połączone z wejściem układu pomiarowego, zaś równolegle do oscyloskopu katodowego 1 posiada włączone szeregowo przycisk 2 z zmienną impedancją  $Z_z = R_z + jx_z$  sztucznego zwarcia. W przypadku pomiaru impedancji  $Z_p = R_p + jx_p$  pętli zwarciowej sieci elektroenergetycznej o źródle napięcia 3 jeden zacisk układu jest połączony z przewodem fazowym sieci  $U$ , zaś drugi zacisk z przewodem zerującym  $O$ .

Układ do pomiaru impedancji pętli zwarciowej działa w sposób niżej opisany. Do zacisku fazowego  $U$  sieci oraz do zacisku zerującego  $O$  sieci bądź obudowy urządzenia połączonych z przewodem zerującym  $O$  sieci, łączy się wejście układu pomiarowego złożonego z oscyloskopu katodowego 1 przy podstawie czasu  $t = 1/50$  s oraz równolegle połączonych przycisku 2 połączonych szeregowo z impedancją  $Z_z$  sztucznego zwarcia i mierzy się napięcia  $U_f$  fazowe sieci. Następnie przez przyciśnięcie przycisku 2 włącza się impedancję  $Z_z = R_z + jX_z$  sztucznego zwarcia o zmiennym argumentie przy stałym module, na której za pomocą oscyloskopu katodowego 1 mierzy się napięcie  $U_z$  na impedancji  $Z_z$  sztucznego zwarcia.

#### Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób pomiaru impedancji pętli zwarciowej w sieciach elektroenergetycznych, w którym moduł impedancji  $Z_p$  badanego obwodu zwarciowego wyznacza się z zależności  $(Z_p) = \frac{(U_f) - (U_z)}{(U_z)} \cdot (Z_z)$ , gdzie  $U_f$  jest napięciem fazowym sieci, zaś  $U_z$  napięciem na impedancji sztucznego zwarcia, a  $Z_z$  znanym modułem impedancji sztucznego zwarcia o zmiennym argumentie  $\varphi$ , z n a m i e n n y t y m, że napięcie  $(U_f)$  fazowe sieci mierzy się włączając do badanego obwodu zwarciowego zaciski odchylenia pionowego  $(y-y)$  oscyloskopu katodowego (1) przy podstawie czasu  $t = 1/50$  s na którego ekranie ustala się przebieg napięcia  $(U_f)$  fazowego sieci, natomiast napięcie  $(U_z)$  na impedancji  $(Z_z)$  sztucznego zwarcia mierzy się włączając za pomocą przycisku (2) równolegle do zacisków oscyloskopu katodowego (1) włączonego w obwód pomiarowy impedancję  $(Z_z)$  sztucznego zwarcia o zmiennym argumentie  $(\varphi)$  i na ekranie oscyloskopu katodowego ustala się przebieg napięcia  $(U_z)$  na impedancji  $(Z_z)$  sztucznego zwarcia, po czym za pomocą zmiany argumentu  $(\varphi)$  impedancji  $(Z_z)$  sztucznego zwarcia synchronizuje się przebiegi napięcia  $(U_f)$  fazowego sieci i napięcia  $(U_z)$  na impedancji  $(Z_z)$  sztucznego zwarcia i po uzyskaniu całkowitej synchronizacji odczytuje się mierzone wartości napięć  $(U_f)$  i  $(U_z)$ .

2. Układ do pomiaru impedancji pętli zwarciowej w sieciach elektroenergetycznych składający się z szeregowo połączonych wyłącznika oraz impedancji sztucznego zwarcia o zmiennym argumentie  $\varphi$ , z n a m i e n n y t y m, że posiada oscyloskop katodowy (1), połączony zaciskami odchylenia pionowego  $(y-y)$  równolegle z szeregowo połączoną impedancją  $(Z_z)$  sztucznego zwarcia z przyciskiem (2).

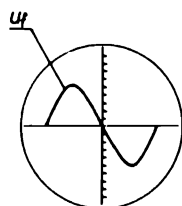


fig. 1a

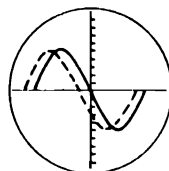


fig. 1b

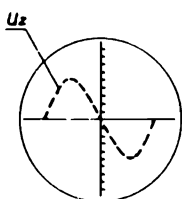


fig. 1c

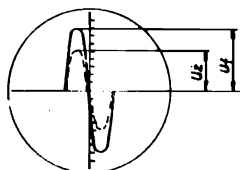


fig. 1d

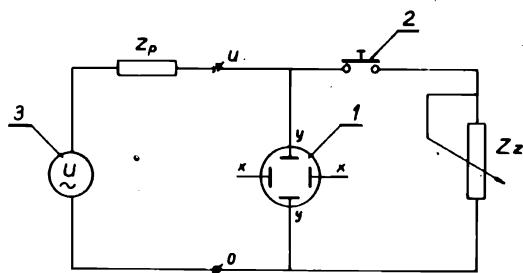


fig. 2