

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 242574 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **437730**

(22) Data zgłoszenia: **2021.04.29**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2022.10.31 BUP 44/2022**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.03.13 WUP 11/2023**

(51) MKP:

G01R 35/02 (2006.01)

G01R 15/00 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA ŁÓDZKA, Łódź, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:

ERNEST STANO, Budy Dłutowskie, PL

MICHAŁ KACZMAREK, Łódź, PL

(74) Pełnomocnik:

Anna Westrych, Łódź, PL

(54) Tytuł:

Sposób wyznaczania poprawki zwojowej strony wtórnej indukcyjnego przekładnika prądowego oraz różnicy liczby zwojów między uzwojeniami wtórnymi

PL 242574 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób wyznaczania poprawki zwojowej uzwojenia wtórnego przelotowego indukcyjnego przekładnika prądowego, czyli różnicy zwojów strony wtórnej w stosunku znamionowej wartości zwojów uzwojenia wtórnego w przekładni zwojowej wynikającej ze znamionowej przekładni prądowej indukcyjnego przekładnika prądowego oraz różnicy liczby zwojów między uzwojeniami wtórnymi w przypadku wszystkich typów indukcyjnych przekładników prądowych wyposażonych w co najmniej dwa uzwojenia wtórne o tym samym prądzie znamionowym.

Norma IEC 61869-2: "Przekładniki -- Część 2: Wymagania szczegółowe dotyczące przekładników prądowych" określa wymagania w zakresie dokładności indukcyjnych przekładników prądowych podczas transformacji prądów sinusoidalnych o częstotliwościach z zakresu od 15 Hz do 100 Hz. W normie tej przedstawiono koncepcje pośredniego wyznaczania błędów całkowitego i prądowego przekładników prądowych na podstawie pomiaru wartości prądu wzbudzenia wyznaczonej podczas zasilania strony wtórnej przekładnik prądowego napięciem o wartości wynikającej z prądu wtórnego, rezystancji i reaktancji obciążenia uzwojenia wtórnego i jego rezystancji. Uwzględnienie w obliczeniach poprawki zwojowej zwiększy istotnie dokładność pośredniego wyznaczania błędów całkowitego i prądowego przekładników prądowych tą metodą. Wyznaczenie ewentualnej różnicy zwojów uzwojeń wtórnych jest istotne jeśli konieczne jest zachowywanie jednakowej liczby zwojów. Ponadto, poprawka zwojowa uzwojenia wtórnego musi zostać uwzględniona podczas wyznaczania błędu całkowitego lub błędu prądowego metodami pośrednimi np. kiedy te wartości błędów wyznaczane są na podstawie pomiarów wykonywanych od strony wtórnej przekładnika prądowego jak opisano w zgłoszeniu patentowym P.434184. Jeśli występuje poprawka zwojów to korekcji podlega wartość błędu prądowego, jednak wartość błędu kąтового nie ulega zmianie.

Wynalazek rozwiązuje problem wyznaczania poprawki uzwojenia wtórnego przelotowego indukcyjnego przekładnika prądowego oraz różnicy liczby zwojów między uzwojeniami wtórnymi w przypadku wszystkich typów indukcyjnych przekładników prądowych wyposażonych w co najmniej dwa uzwojenia wtórne o tym samym prądzie znamionowym.

Sposób wyznaczania poprawki zwojowej strony wtórnej indukcyjnego przekładnika prądowego oraz różnicy liczby zwojów między uzwojeniami wtórnymi według wynalazku charakteryzuje się tym, że obwód pierwotny zasilany jest z autotransformatora poprzez transformator separacyjny, przy czym w pierwszym kanale pomiarowym urządzenie pomiarowe przy otwartym uzwojeniu wtórnym wyznacza wartość maksymalną prądu pierwotnego, który równocześnie jest prądem wzbudzenia rdzenia I_{0m} badanego indukcyjnego przekładnika prądowego, następnie dokonuje się obliczenia maksymalnej wartości natężenia pola magnetycznego w stanie jałowym H_{0m} zgodnie z poniższą zależnością:

$$H_{0m} = \frac{I_{0m} \cdot Z_1}{l_{Fe}}$$

gdzie:

H_{0m} – oznacza wartość maksymalną natężenia pola magnetycznego w rdzeniu badanego indukcyjnego przekładnika prądowego w stanie jałowym,

Z_1 – oznacza liczbę zwojów uzwojenia pierwotnego badanego przekładnika prądowego,

I_{0m} – wartość maksymalna prądu wzbudzenia rdzenia badanego indukcyjnego przekładnika prądowego w stanie jałowym,

l_{Fe} – oznacza średnią długość drogi strumienia magnetycznego w rdzeniu badanego indukcyjnego przekładnika prądowego,

równocześnie urządzenie pomiarowe w drugim kanale pomiarowym mierzy wartość chwilową napięcia magnesującego na otwartym uzwojeniu wtórnym badanego indukcyjnego przekładnika prądowego, następnie dokonuje się obliczenia maksymalnej wartości indukcji magnetycznej B_{0m} zgodnie z poniższą zależnością:

$$B_{0m} = \frac{1}{Z_2 S_{Fe}} \int u_{2o} dt$$

gdzie:

B_{0m} – oznacza wartość maksymalną indukcji magnetycznej w rdzeniu badanego przekładnika prądowego w stanie jałowym,

u_{20} – oznacza wartość chwilową napięcia na otwartym uzwojeniu wtórnym,

z_2 – oznacza liczbę zwojów uzwojenia wtórnego wynikającą ze znamionowej przekładni badanego przekładnika prądowego,

S_{Fe} – oznacza wartość przekroju poprzecznego rdzenia badanego indukcyjnego przekładnika prądowego,

$\int u_{20} dt$ – całka nieoznaczona z napięcia chwilowego u_{20} po zmiennej czas t ,

następnie w przypadku przelotowego indukcyjnego przekładnika prądowego wytwarza się uzwojenie dodatkowe stanowiące równoważność amperozwojów jego pierwotnego prądu znamionowego zgodnie z poniższą zależnością:

$$z_D = \frac{l_1}{l_2}$$

gdzie:

z_D – oznacza wymaganą liczbę zwojów wykonanego uzwojenia dodatkowego,

l_1 – oznacza wartość skuteczną znamionowego sinusoidalnego prądu pierwotnego badanego indukcyjnego przekładnika prądowego,

l_2 – oznacza wartość skuteczną znamionowego sinusoidalnego prądu wtórnego badanego indukcyjnego przekładnika prądowego,

przy czym przez okno badanego indukcyjnego przekładnika prądowego przewód pierwotny przeprowadza się z_D -krotnie równomiernie je wypełniając,

wtedy badany indukcyjny przekładnik prądowy zostaje podłączony do układu pomiarowego, w którym w przypadku przelotowego indukcyjnego przekładnika prądowego wykonane uzwojenie dodatkowe lub zasilane uzwojenie wtórne w przypadku wszystkich innych typów indukcyjnych przekładników prądowych wyposażonych w co najmniej dwa uzwojenia wtórne, zasila się z autotransformatora poprzez transformator separacyjny i dla transformacji prądu sinusoidalnego w pierwszym kanale pomiarowym urządzenia pomiarowego wyznacza się wartość skuteczną prądu I_{1m} , przy której wyznaczona, na podstawie pomiaru w drugim kanale urządzenia pomiarowego wartości chwilowej napięcia magnesującego na otwartym uzwojeniu pierwotnym badanego indukcyjnego przekładnika prądowego, wartość maksymalna indukcji magnetycznej w rdzeniu B_m w stanie obciążenia impedancją pierwszego uzwojenia wtórnego obliczona zgodnie z poniższą zależnością:

$$B_m = \frac{1}{z_1 S_{Fe}} \int u_1 dt$$

gdzie:

B_m – oznacza wartość maksymalną indukcji magnetycznej w rdzeniu badanego przekładnika prądowego w stanie obciążenia,

u_1 – oznacza wartość chwilową napięcia na otwartym uzwojeniu pierwotnym,

$\int u_1 dt$ – całka nieoznaczona z napięcia chwilowego u_1 po zmiennej czas t ,

i osiąga wartość równą wcześniej wyznaczonej wartości maksymalnej indukcji magnetycznej w rdzeniu w stanie jałowym B_{0m} , jednocześnie w trzecim kanale pomiarowym urządzenia pomiarowego dokonuje się pomiaru wartości maksymalnej prądu wzbudzenia rdzenia I_m badanego indukcyjnego przekładnika prądowego, przy czym wartość maksymalną natężenia pola magnetycznego w rdzeniu H_m w stanie obciążenia impedancją pierwszego uzwojenia wtórnego oblicza się zgodnie z poniższą zależnością:

$$H_m = \frac{I_m \cdot z_D}{l_{Fe}}$$

gdzie:

H_m – oznacza wartość maksymalną natężenia pola magnetycznego w stanie obciążenia,

I_m – oznacza wartość maksymalną prądu wzbudzenia rdzenia badanego indukcyjnego przekładnika prądowego w stanie obciążenia,

następnie wyznacza się poprawkę zwojową strony wtórnej badanego indukcyjnego przekładnika prądowego lub różnicę zwojów uzwojeń wtórnych według poniższej zależności:

$$\Delta z = \frac{I_{0m} \cdot z_D \cdot \left(\frac{H_m}{H_{0m}} - 1 \right)}{I_m}$$

gdzie:

Δz – oznacza poprawkę zwojową strony wtórnej badanego indukcyjnego przekładnika prądowego lub różnicę liczby zwojów między uzwojeniami wtórnymi.

Korzystnym skutkiem sposobu według rozwiązania jest to, że uwzględnienie w obliczeniach poprawki zwojowej zwiększy istotnie dokładność pośredniego wyznaczania błędów całkowitego i prądowego przekładników prądowych. Wyznaczenie ewentualnej różnicy zwojów uzwojeń wtórnych jest istotne, jeśli konieczne jest zachowanie jednakowej liczby zwojów. Ponadto, poprawka zwojowa uzwojenia wtórnego musi zostać uwzględniona podczas wyznaczania błędu całkowitego lub i błędu prądowego na podstawie pomiarów wykonywanych od strony wtórnej przekładnika prądowego.

Sposób według wynalazku ilustruje poniższy przykład z powołaniem się na rysunek, na którym Fig. 1 przedstawia schemat układu pomiarowego do wyznaczania wartości maksymalnej indukcji magnetycznej w rdzeniu przekładnika prądowego i natężenia pola magnetycznego w stanie jałowym, Fig. 2 schemat układu pomiarowego do wyznaczania wartości maksymalnej indukcji magnetycznej w rdzeniu i natężenia pola magnetycznego w stanie obciążenia.

Przykład I

W celu wyznaczenia poprawki zwojowej uzwojenia wtórnego indukcyjny przekładnik prądowy 1 o przekładni prądowej 300 A / 5 A przyłącza się do układu pomiarowego przedstawionego na Fig. 1 w którym obwód pierwotny zasila się z autotransformatora 2 poprzez transformator separacyjny 3. Wtedy w pierwszym kanale pomiarowym poprzez rezystor 4 oscyloskop 5 przy otwartym uzwojeniu wtórnym wyznacza wartość maksymalną prądu pierwotnego, który równocześnie jest prądem wzbudzenia rdzenia I_{0m} badanego indukcyjnego przekładnika prądowego. Następnie dokonuje się obliczenia maksymalnej wartości natężenia pola magnetycznego w stanie jałowym H_{0m} zgodnie z poniższą zależnością:

$$H_{0m} = \frac{I_{0m} \cdot z_1}{l_{Fe}}$$

gdzie:

H_{0m} – oznacza wartość maksymalną natężenia pola magnetycznego w rdzeniu badanego indukcyjnego przekładnika prądowego w stanie jałowym,

z_1 – oznacza liczbę zwojów uzwojenia pierwotnego badanego przekładnika prądowego,

I_{0m} – wartość maksymalna prądu wzbudzenia rdzenia badanego indukcyjnego przekładnika prądowego w stanie jałowym,

l_{Fe} – oznacza średnią długość drogi strumienia magnetycznego w rdzeniu badanego indukcyjnego przekładnika prądowego.

Równocześnie oscyloskop 5 w drugim kanale pomiarowym mierzy wartość chwilową napięcia magnetycznego na otwartym uzwojeniu wtórnym badanego indukcyjnego przekładnika prądowego, następnie dokonuje się obliczenia maksymalnej wartości indukcji magnetycznej B_{0m} zgodnie z poniższą zależnością:

$$B_{0m} = \frac{1}{z_2 S_{Fe}} \int u_{2o} dt$$

gdzie:

B_{0m} – oznacza wartość maksymalną indukcji magnetycznej w rdzeniu badanego przekładnika prądowego w stanie jałowym,

u_{2o} – oznacza wartość chwilową napięcia na otwartym uzwojeniu wtórnym,

z_2 – oznacza liczbę zwojów uzwojenia wtórnego wynikającą ze znamionowej przekładni badanego przekładnika prądowego,

S_{Fe} – oznacza wartość przekroju poprzecznego rdzenia badanego indukcyjnego przekładnika prądowego,

$\int u_{2o} dt$ – całka nieoznaczona z napięcia chwilowego u_{2o} po zmiennej czas t .

Następnie w przypadku przelotowego indukcyjnego przekładnika prądowego o przekładni prądowej 300 A / 5 A wytwarza się uzwojenie dodatkowe stanowiące równoważność amperozwojów jego pierwotnego prądu znamionowego zgodnie z poniższą zależnością:

$$z_D = \frac{I_1}{I_2} = \frac{300}{5} = 60$$

gdzie:

z_D – oznacza wymaganą liczbę zwojów wykonanego uzwojenia dodatkowego,

I_1 – oznacza wartość skuteczną znamionowego sinusoidalnego prądu pierwotnego badanego indukcyjnego przekładnika prądowego,

I_2 – oznacza wartość skuteczną znamionowego sinusoidalnego prądu wtórnego badanego indukcyjnego przekładnika prądowego,

przy czym przez okno badanego indukcyjnego przekładnika prądowego przewód pierwotny przeprowadza się 60-krotnie równomiernie je wypełniając.

Wtedy badany indukcyjny przekładnik prądowy 1 zostaje podłączony do układu pomiarowego przedstawionego na Fig. 2, w którym w przypadku przelotowego indukcyjnego przekładnika prądowego uzwojenie dodatkowe zasila się z autotransformatora 2 poprzez transformatora separacyjnego 3 i dla transformacji prądu sinusoidalnego w pierwszym kanale pomiarowym oscyloskopu 5 poprzez rezystor 4 wyznacza się wartość skuteczną prądu I_{1m} , przy której wyznaczona, na podstawie pomiaru w drugim kanale pomiarowym oscyloskopu 5 wartości chwilowej napięcia magnesującego na otwartym uzwojeniu pierwotnym badanego indukcyjnego przekładnika prądowego, wartość maksymalna indukcji magnetycznej w rdzeniu B_m w stanie obciążenia impedancją 7 uzwojenia wtórnego obliczona zgodnie z poniższą zależnością:

$$B_m = \frac{1}{z_1 S_{Fe}} \int u_1 dt$$

gdzie:

B_m – oznacza wartość maksymalną indukcji magnetycznej w rdzeniu badanego przekładnika prądowego w stanie obciążenia,

u_1 – oznacza wartość chwilową napięcia na otwartym uzwojeniu pierwotnym,

$\int u_1 dt$ – całka nieoznaczona z napięcia chwilowego u_1 po zmiennej czas t ,

osiąga wartość równą wcześniej wyznaczonej wartości maksymalnej indukcji magnetycznej w rdzeniu w stanie jałowym B_{0m} , jednocześnie w trzecim kanale pomiarowym oscyloskopu 5 poprzez rezystor 6 dokonuje się pomiaru wartości maksymalnej prądu wzbudzenia rdzenia I_m badanego indukcyjnego przekładnika prądowego. Wartość maksymalną natężenia pola magnetycznego w rdzeniu H_m w stanie obciążenia impedancją 7 uzwojenia wtórnego oblicza się zgodnie z poniższą zależnością:

$$H_m = \frac{I_m \cdot z_D}{l_{Fe}}$$

gdzie:

H_m – oznacza wartość maksymalną natężenia pola magnetycznego w stanie obciążenia,

I_m – oznacza wartość maksymalną prądu wzbudzenia rdzenia badanego indukcyjnego przekładnika prądowego w stanie obciążenia.

Następnie wyznacza się poprawkę zwojową strony wtórnej badanego indukcyjnego przekładnika prądowego według poniższej zależności:

$$\Delta z = \frac{I_{0m} \cdot z_D \cdot \left(\frac{H_m}{H_{0m}} - 1 \right)}{I_m}$$

gdzie:

Δz – oznacza poprawkę zwojową strony wtórnej badanego indukcyjnego przekładnika prądowego lub różnicę liczby zwojów między uzwojeniami wtórnymi.

Przykład II

W celu wyznaczenia różnicy liczby zwojów między pierwszym i drugim uzwojeniem wtórnym indukcyjnego przekładnika prądowego badany indukcyjny przekładnik prądowy 1 przyłącza się do układu pomiarowego przedstawionego na Fig. 1 w którym obwód pierwotny zasila się z autotransformatora 2 poprzez transformator separacyjny 3. Wtedy w pierwszym kanale pomiarowym poprzez rezystor 4 oscyloskop 5 przy otwartych uzwojeniach wtórnych wyznacza wartość maksymalną prądu pierwotnego, który równocześnie jest prądem wzbudzenia rdzenia I_{0m} badanego indukcyjnego przekładnika prądowego. Następnie dokonuje się obliczenia maksymalnej wartości natężenia pola magnetycznego w stanie jałowym H_{0m} zgodnie z poniższą zależnością:

$$H_{0m} = \frac{I_{0m} \cdot Z_1}{l_{Fe}}$$

gdzie:

H_{0m} – oznacza wartość maksymalną natężenia pola magnetycznego w rdzeniu badanego indukcyjnego przekładnika prądowego w stanie jałowym,

Z_1 – oznacza liczbę zwojów uzwojenia pierwotnego badanego przekładnika prądowego,

I_{0m} – wartość maksymalna prądu wzbudzenia rdzenia badanego indukcyjnego przekładnika prądowego w stanie jałowym,

l_{Fe} – oznacza średnią długość drogi strumienia magnetycznego w rdzeniu badanego indukcyjnego przekładnika prądowego.

Równocześnie oscyloskop 5 w drugim kanale pomiarowym mierzy wartość chwilową napięcia magnesującego na otwartym pierwszym uzwojeniu wtórnym badanego indukcyjnego przekładnika prądowego, następnie dokonuje się obliczenia maksymalnej wartości indukcji magnetycznej B_{0m} zgodnie z poniższą zależnością:

$$B_{0m} = \frac{1}{Z_2 S_{Fe}} \int u_{2o} dt$$

gdzie:

B_{0m} – oznacza wartość maksymalną indukcji magnetycznej w rdzeniu badanego przekładnika prądowego w stanie jałowym,

u_{2o} – oznacza wartość chwilową napięcia na otwartym uzwojeniu wtórnym,

Z_2 – oznacza liczbę zwojów uzwojenia wtórnego wynikającą ze znamionowej przekładni badanego przekładnika prądowego,

S_{Fe} – oznacza wartość przekroju poprzecznego rdzenia badanego indukcyjnego przekładnika prądowego,

$\int u_{2o} dt$ – całka nieoznaczona z napięcia chwilowego u_{2o} po zmiennej czas t .

Następnie badany indukcyjnych przekładnik prądowy 1 zostaje podłączony do układu pomiarowego przedstawionego na Fig. 2, w którym drugie uzwojenie wtórne zasila się z autotransformatora 2 poprzez transformatora separacyjny 3 i dla transformacji prądu sinusoidalnego w pierwszym kanale pomiarowym oscyloskopu 5 poprzez rezystor 4 wyznacza się wartość skuteczną prądu I_{1m} , przy której wyznaczona, na podstawie pomiaru w drugim kanale pomiarowym oscyloskopu 5 wartości chwilowej napięcia magnesującego na otwartym uzwojeniu pierwotnym badanego indukcyjnego przekładnika prądowego, wartość maksymalna indukcji magnetycznej w rdzeniu B_m w stanie obciążenia impedancją 7 pierwszego uzwojenia wtórnego obliczona zgodnie z poniższą zależnością:

$$B_m = \frac{1}{Z_1 S_{Fe}} \int u_1 dt$$

gdzie:

B_m – oznacza wartość maksymalną indukcji magnetycznej w rdzeniu badanego przekładnika prądowego w stanie obciążenia,

u_1 – oznacza wartość chwilową napięcia na otwartym uzwojeniu pierwotnym,

$\int u_1 dt$ – całka nieoznaczona z napięcia chwilowego u_1 po zmiennej czas t ,

osiąga wartość równą wcześniej wyznaczonej wartości maksymalnej indukcji magnetycznej w rdzeniu w stanie jałowym B_{0m} , jednocześnie w trzecim kanale pomiarowym oscyloskopu 5 poprzez rezystor 6 dokonuje się pomiaru wartości maksymalnej prądu wzbudzenia rdzenia I_m badanego indukcyjnego przekładnika prądowego. Wartość maksymalną natężenia pola magnetycznego w rdzeniu H_m w stanie obciążenia impedancją 7 pierwszego uzwojenia wtórnego oblicza się zgodnie z poniższą zależnością:

gdzie:

$$H_m = \frac{I_m \cdot Z_D}{l_{Fe}}$$

H_m – oznacza wartość maksymalną natężenia pola magnetycznego w stanie obciążenia,

I_m – oznacza wartość maksymalną prądu wzbudzenia rdzenia badanego indukcyjnego przekładnika prądowego w stanie obciążenia,

Następnie wyznacza się różnicę zwojów uzwojeń wtórnych według poniższej zależności:

$$\Delta Z = \frac{I_{0m} \cdot Z_D \cdot \left(\frac{H_m}{H_{0m}} - 1 \right)}{I_m}$$

gdzie:

ΔZ – oznacza poprawkę zwojową strony wtórnej badanego indukcyjnego przekładnika prądowego lub różnicę liczby zwojów między uzwojeniami wtórnymi.

Przykład III

W celu wyznaczenia różnicy liczby zwojów między drugim i trzecim uzwojeniem wtórnym indukcyjnego przekładnika prądowego badany indukcyjny przekładnik prądowy 1 przyłącza się do układu pomiarowego przedstawionego na Fig. 1 w którym obwód pierwotny zasila się z autotransformatora 2 poprzez transformator separacyjny 3. Wtedy w pierwszym kanale pomiarowym poprzez rezystor 4 oscyloskop 5 przy otwartych uzwojeniach wtórnych wyznacza wartość maksymalną prądu pierwotnego, który równocześnie jest prądem wzbudzenia rdzenia I_{0m} badanego indukcyjnego przekładnika prądowego. Następnie dokonuje się obliczenia maksymalnej wartości natężenia pola magnetycznego w stanie jałowym H_{0m} zgodnie z poniższą zależnością:

$$H_{0m} = \frac{I_{0m} \cdot Z_1}{l_{Fe}}$$

gdzie:

H_{0m} – oznacza wartość maksymalną natężenia pola magnetycznego w rdzeniu badanego indukcyjnego przekładnika prądowego w stanie jałowym,

Z_1 – oznacza liczbę zwojów uzwojenia pierwotnego badanego przekładnika prądowego,

I_{0m} – wartość maksymalna prądu wzbudzenia rdzenia badanego indukcyjnego przekładnika prądowego w stanie jałowym,

l_{Fe} – oznacza średnią długość drogi strumienia magnetycznego w rdzeniu badanego indukcyjnego przekładnika prądowego,

Równocześnie oscyloskop 5 w drugim kanale pomiarowym mierzy wartość chwilową napięcia magnesującego na otwartym drugim uzwojeniu wtórnym badanego indukcyjnego przekładnika prądowego, następnie dokonuje się obliczenia maksymalnej wartości indukcji magnetycznej B_{0m} zgodnie z poniższą zależnością:

$$B_{0m} = \frac{1}{Z_2 S_{Fe}} \int u_{2o} dt$$

gdzie:

B_{0m} – oznacza wartość maksymalną indukcji magnetycznej w rdzeniu badanego przekładnika prądowego w stanie jałowym,

u_{2o} – oznacza wartość chwilową napięcia na otwartym uzwojeniu wtórnym,

Z_2 – oznacza liczbę zwojów uzwojenia wtórnego wynikającą ze znamionowej przekładni badanego przekładnika prądowego,

S_{Fe} – oznacza wartość przekroju poprzecznego rdzenia badanego indukcyjnego przekładnika prądowego,

$\int u_{2o} dt$ – całka nieoznaczona z napięcia chwilowego u_{2o} po zmiennej czas t .

Następnie badany indukcyjny przekładnik prądowy 1 zostaje podłączony do układu pomiarowego przedstawionego na Fig. 2, w którym trzecie uzwojenie wtórne zasila się z autotransformatora 2 poprzez transformatora separacyjny 3 i dla transformacji prądu sinusoidalnego w pierwszym kanale pomiarowym oscyloskopu 5 poprzez rezystor 4 wyznacza się wartość skuteczną prądu I_{1m} , przy której wyznaczona, na podstawie pomiaru w drugim kanale pomiarowym oscyloskopu 5 wartości chwilowej napięcia magnesującego na otwartym uzwojeniu pierwotnym badanego indukcyjnego przekładnika prądowego, wartość maksymalna indukcji magnetycznej w rdzeniu B_m w stanie obciążenia impedancją 7 drugiego uzwojenia wtórnego obliczona zgodnie z poniższą zależnością:

$$B_m = \frac{1}{Z_1 S_{Fe}} \int u_1 dt$$

gdzie:

B_m – oznacza wartość maksymalną indukcji magnetycznej w rdzeniu badanego przekładnika prądowego w stanie obciążenia,

u_1 – oznacza wartość chwilową napięcia na otwartym uzwojeniu pierwotnym,

$\int u_1 dt$ – całka nieoznaczona z napięcia chwilowego u_1 po zmiennej czas t ,

osiąga wartość równą wcześniej wyznaczonej wartości maksymalnej indukcji magnetycznej w rdzeniu w stanie jałowym B_{0m} , jednocześnie w trzecim kanale pomiarowym oscyloskopu 5 poprzez rezystor 6 dokonuje się pomiaru wartości maksymalnej prądu wzbudzenia rdzenia I_m badanego indukcyjnego przekładnika prądowego. Wartość maksymalną natężenia pola magnetycznego w rdzeniu H_m w stanie obciążenia impedancją 7 drugiego uzwojenia wtórnego oblicza się zgodnie z poniższą zależnością:

$$H_m = \frac{I_m \cdot Z_D}{l_{Fe}}$$

gdzie:

H_m – oznacza wartość maksymalną natężenia pola magnetycznego w stanie obciążenia,

I_m – oznacza wartość maksymalną prądu wzbudzenia rdzenia badanego indukcyjnego przekładnika prądowego w stanie obciążenia,

Następnie wyznacza się różnicę zwojów uzwojeń wtórnych według poniższej zależności:

$$\Delta Z = \frac{I_{0m} \cdot Z_D \cdot \left(\frac{H_m}{H_{0m}} - 1 \right)}{I_m}$$

gdzie:

ΔZ – oznacza poprawkę zwojową strony wtórnej badanego indukcyjnego przekładnika prądowego lub różnicę liczby zwojów między uzwojeniami wtórnymi.

Zastrzeżenie patentowe

1. Sposób wyznaczania poprawki zwojowej strony wtórnej indukcyjnego przekładnika prądowego oraz różnicy liczby zwojów między uzwojeniami wtórnymi, **znamienny tym**, że obwód pierwotny zasila się z autotransformatora poprzez transformator separacyjny, przy czym w pierwszym kanale pomiarowym urządzenie pomiarowe przy otwartym uzwojeniu wtórnym wyznacza wartość maksymalną prądu pierwotnego, który równocześnie jest prądem wzbudzenia rdzenia I_{0m} badanego indukcyjnego przekładnika prądowego, następnie dokonuje się obliczenia maksymalnej wartości natężenia pola magnetycznego w stanie jałowym H_{0m} zgodnie z poniższą zależnością:

$$H_{0m} = \frac{I_{0m} \cdot Z_1}{l_{Fe}}$$

gdzie:

H_{0m} – oznacza wartość maksymalną natężenia pola magnetycznego w rdzeniu badanego indukcyjnego przekładnika prądowego w stanie jałowym,

Z_1 – oznacza liczbę zwojów uzwojenia pierwotnego badanego przekładnika prądowego,

I_{0m} – wartość maksymalna prądu wzbudzenia rdzenia badanego indukcyjnego przekładnika prądowego w stanie jałowym,

l_{Fe} – oznacza średnią długość drogi strumienia magnetycznego w rdzeniu badanego indukcyjnego przekładnika prądowego,

równocześnie urządzenie pomiarowe w drugim kanale pomiarowym mierzy wartość chwilową napięcia magnesującego na otwartym uzwojeniu wtórnym badanego indukcyjnego przekładnika prądowego, następnie dokonuje się obliczenia maksymalnej wartości indukcji magnetycznej B_{0m} zgodnie z poniższą zależnością:

$$B_{0m} = \frac{1}{Z_2 S_{Fe}} \int u_{2o} dt$$

gdzie:

B_{0m} – oznacza wartość maksymalną indukcji magnetycznej w rdzeniu badanego przekładnika prądowego w stanie jałowym,

u_{20} – oznacza wartość chwilową napięcia na otwartym uzwojeniu wtórnym,

z_2 – oznacza liczbę zwojów uzwojenia wtórnego wynikającą ze znamionowej przekładni badanego przekładnika prądowego,

S_{Fe} – oznacza wartość przekroju poprzecznego rdzenia badanego indukcyjnego przekładnika prądowego,

$\int u_{20} dt$ – całka nieoznaczona z napięcia chwilowego u_{20} po zmiennej czas t ,

następnie w przypadku przelotowego indukcyjnego przekładnika prądowego wytwarza się uzwojenie dodatkowe stanowiące równoważność amperozwojów jego pierwotnego prądu znamionowego zgodnie z poniższą zależnością:

$$z_D = \frac{I_1}{I_2}$$

gdzie:

z_D – oznacza wymaganą liczbę zwojów wykonanego uzwojenia dodatkowego,

I_1 – oznacza wartość skuteczną znamionowego sinusoidalnego prądu pierwotnego badanego indukcyjnego przekładnika prądowego,

I_2 – oznacza wartość skuteczną znamionowego sinusoidalnego prądu wtórnego badanego indukcyjnego przekładnika prądowego,

przy czym przez okno badanego indukcyjnego przekładnika prądowego przewód pierwotny przeprowadza się z_D -krotnie równomiernie je wypełniając,

wtedy badany indukcyjny przekładnik prądowy zostaje podłączony do układu pomiarowego, w którym w przypadku przelotowego indukcyjnego przekładnika prądowego wykonane uzwojenie dodatkowe lub zasilane uzwojenie wtórne w przypadku wszystkich innych typów indukcyjnych przekładników prądowych wyposażonych w co najmniej dwa uzwojenia wtórne, zasilana się z autotransformatora poprzez transformator separacyjny i dla transformacji prądu sinusoidalnego w pierwszym kanale pomiarowym urządzenia pomiarowego wyznacza się wartość skuteczną prądu I_{1m} , przy której wyznaczona, na podstawie pomiaru w drugim kanale urządzenia pomiarowego wartości chwilowej napięcia magnesującego na otwartym uzwojeniu pierwotnym badanego indukcyjnego przekładnika prądowego, wartość maksymalna indukcji magnetycznej w rdzeniu B_m w stanie obciążenia impedancją pierwszego uzwojenia wtórnego obliczona zgodnie z poniższą zależnością:

$$B_m = \frac{1}{z_1 S_{Fe}} \int u_1 dt$$

gdzie:

B_m – oznacza wartość maksymalną indukcji magnetycznej w rdzeniu badanego przekładnika prądowego w stanie obciążenia,

u_1 – oznacza wartość chwilową napięcia na otwartym uzwojeniu pierwotnym,

$\int u_1 dt$ – całka nieoznaczona z napięcia chwilowego u_1 po zmiennej czas t ,

i osiąga wartość równą wcześniej wyznaczonej wartości maksymalnej indukcji magnetycznej w rdzeniu w stanie jałowym B_{0m} , jednocześnie w trzecim kanale pomiarowym urządzenia pomiarowego dokonuje się pomiaru wartości maksymalnej prądu wzbudzenia rdzenia I_m badanego indukcyjnego przekładnika prądowego, przy czym wartość maksymalną natężenia pola magnetycznego w rdzeniu H_m w stanie obciążenia impedancją pierwszego uzwojenia wtórnego oblicza się zgodnie z poniższą zależnością:

$$H_m = \frac{I_m z_D}{l_{Fe}}$$

gdzie:

H_m – oznacza wartość maksymalną natężenia pola magnetycznego w stanie obciążenia,

I_m – oznacza wartość maksymalną prądu wzbudzenia rdzenia badanego indukcyjnego przekładnika prądowego w stanie obciążenia,

następnie wyznacza się poprawkę zwojową strony wtórnej badanego indukcyjnego przekładnika prądowego lub różnicę zwojów uzwojeń wtórnych według poniższej zależności:

$$\Delta Z = \frac{I_{0m} \cdot Z_D \cdot \left(\frac{H_m}{H_{0m}} - 1 \right)}{I_m}$$

gdzie:

ΔZ – oznacza poprawkę zwojową strony wtórnej badanego indukcyjnego przekładnika prądowego lub różnicę liczby zwojów między uzwojeniami wtórnymi.

Rysunki

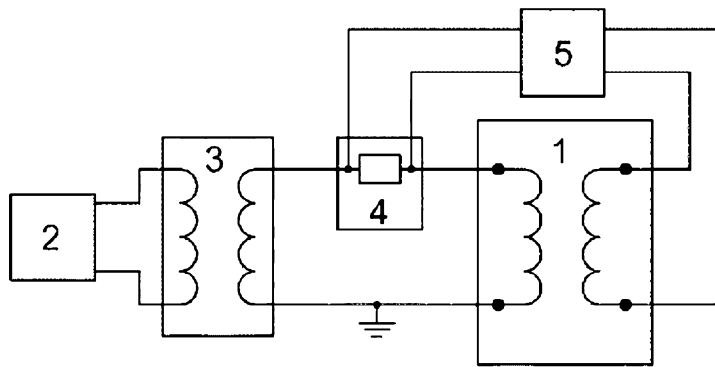


Fig. 1

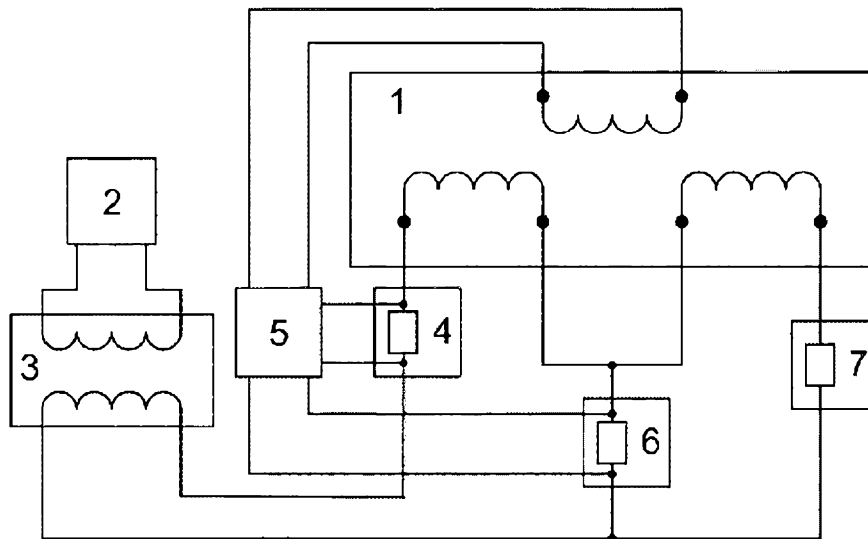


Fig. 2