

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **241710**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **435180**

(51) Int.Cl.  
**G01R 35/02 (2006.01)**

(22) Data zgłoszenia: **03.09.2020**

---

(54) **Sposób wyznaczania błędów całkowitego,  
napięciowego i kąтового transformacji napięć sinusoidalnych  
i harmonicznnych napięć odkształconych przez przekładniki i dzielniki napięciowe**

---

(43) Zgłoszenie ogłoszono:  
**07.03.2022 BUP 10/22**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:  
**28.11.2022 WUP 48/22**

(73) Uprawniony z patentu:  
**POLITECHNIKA ŁÓDZKA, Łódź, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:  
**MICHAŁ KACZMAREK, Łódź, PL**  
**ERNEST STANO, Budy Dłutowskie, PL**

(74) Pełnomocnik:  
**rzecz. pat. Anna Westrych**

---

**PL 241710 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób wyznaczania błędów całkowitego, napięciowego i kąto-  
wego transformacji napięć sinusoidalnych i harmonicznymi napięć odkształconych przez przekładniki  
i dzielniki napięciowe.

Norma IEC 61869-6: „Przekładniki – Część 6: Dodatkowe wymagania ogólne dla przekładników  
małej mocy” określa wymagania w zakresie dokładności przekładników prądowych i napięciowych  
podczas transformacji sygnałów sinusoidalnych i harmonicznymi sygnałów odkształconych. W normie  
tej przedstawiono koncepcje układów pomiarowych do badania dokładności przekładników prądowych  
i napięciowych na podstawie wartości błędu przekładni i błędu kąto-  
wego. Do ich wyznaczania stosuje się komparator prądów lub napięć lub zsynchronizowane przetworniki analogowo-cyfrowe.

Norma PN-EN 61869-3: „Przekładniki – Część 3: Wymagania szczegółowe dotyczące prze-  
kładników napięciowych indukcyjnych” określa jedynie wymagania w zakresie granicznych wartości  
błędów napięciowego i kąto-  
wego dla danych klas dokładności indukcyjnych przekładników napięcio-  
wych podczas transformacji napięć sinusoidalnych o częstotliwości 50 Hz.

Z opisu patentowego wynalazku PL225861 znany jest sposób wyznaczania błędów napięcio-  
wego i kąto-  
wego indukcyjnych przekładników i dzielników napięciowych dla napięć sinusoidalnych  
o częstotliwościach 50 Hz (60 Hz) i wyższych, bez przekładnika wzorcowego. Z uwagi na konieczność  
zastosowania odmiennej procedury pomiarowej nie znajduje on jednak zastosowania do wyznaczania  
błędów całkowitego, napięciowego i kąto-  
wego transformacji harmonicznymi napięć odkształconych przez przekładniki i dzielniki napięciowe. Ponadto, w sposobie tym wartości błędów napięciowego  
i kąto-  
wego wyznaczane są na podstawie jednoczesnych pomiarów porównywanych napięć dzielnika  
wzorcowego i przekładnika lub dzielnika badanego.

Ze zgłoszenia patentowego P.430626 znany jest sposób wyznaczania błędów całkowitego,  
prądowego i kąto-  
wego transformacji prądów sinusoidalnych i harmonicznymi prądów odkształconych  
przez przekładniki prądowe. Z uwagi na konieczność zastosowania odmiennego układu pomiarowego  
nie znajduje on jednak zastosowania do wyznaczania błędów całkowitego, napięciowego i kąto-  
wego transformacji harmonicznymi napięć odkształconych przez przekładniki i dzielniki napięciowe.

Wynalazek umożliwia wyznaczenie błędów całkowitego, napięciowego i kąto-  
wego transformacji  
harmonicznymi napięcia odkształconego i napięć sinusoidalnych także o częstotliwościach wyższych  
niż typowe występujące w sieci elektroenergetycznej 50 Hz\60 Hz\120 Hz. Bezpośredni pomiar napię-  
cia różnicowego zapewnia wysoką dokładność wyznaczania błędów całkowitego, napięciowego i ką-  
to-  
wego w szerokim zakresie częstotliwości. Sposób wyznaczania błędów całkowitego, napięciowego  
i kąto-  
wego transformacji napięć sinusoidalnych i harmonicznymi napięć odkształconych przez prze-  
kładniki i dzielniki napięciowe **według wynalazku polega na tym, że** wyznacza się błędy całkowite,  
napięciowy i kąto-  
wy poprzez podłączenie badanego przekładnika napięciowego lub dzielnika napię-  
ciowego do układu pomiarowego, w którym dokonuje się zsynchronizowanego pomiaru wartości sku-  
tecznej napięcia sinusoidalnego lub wartości skutecznej danej harmonicznymi odkształconego napięcia  
wtórnego dzielnika wzorcowego oraz wartości skutecznej harmonicznymi podstawowej lub także warto-  
ści skutecznych danych wyższych harmonicznymi napięcia różnicowego między punktami o wysokim  
potencjale napięcia wyjściowego dzielnika wzorcowego i napięcia wtórnego badanego przekładnika  
lub napięcia wyjściowego badanego dzielnika napięciowego, jednocześnie wyznacza się wzajemne  
przesunięcia fazowe między sinusoidalnymi napięciami lub poszczególnymi harmonicznymi odkształ-  
conego napięcia wyjściowego dzielnika wzorcowego i harmoniczną podstawową lub harmonicznymi  
tych samych rzędów odkształconego napięcia różnicowego, następnie oblicza się błąd całkowity ba-  
danego przekładnika lub dzielnika napięciowego zgodnie z zależnością:

$$\varepsilon_{U_{kh}} = \frac{U_{rkh}}{U_{wkh}} \cdot 100\% \quad (1)$$

gdzie:

$\varepsilon_{U_{kh}}$  – oznacza wartość błędu całkowitego transformacji sygnału sinusoidalnego lub danej harmo-  
nicznymi sygnału odkształconego przez badany przekładnik lub dzielnik napięciowy,

$U_{wkh}$  – oznacza wartość skuteczną sinusoidalnego napięcia lub danej harmonicznymi odkształconego  
napięcia wtórnego dzielnika wzorcowego,

$U_{rkh}$  – oznacza wartość skuteczną sinusoidalnego napięcia lub danej harmonicznego odkształconego napięcia różnicowego zmierzonego między punktami o wysokim potencjale napięcia wyjściowego dzielnika wzorcowego i napięcia wtórnego badanego przekładnika lub napięcia wyjściowego badanego dzielnika napięciowego,

oraz wartość skuteczną sinusoidalnego napięcia lub danej harmonicznego odkształconego napięcia wtórnego przekładnika badanego lub napięcia wyjściowego badanego dzielnika napięciowego wyznacza się zgodnie z zależnością:

$$U_{2kh} = \sqrt{U_{wkh}^2 + U_{rkh}^2 - 2 \cdot U_{wkh} \cdot U_{rkh} \cdot \cos(\varphi_{wrkh})} \quad (2)$$

gdzie:

$U_{2kh}$  – oznacza wartość skuteczną sinusoidalnego napięcia lub danej harmonicznego odkształconego napięcia wtórnego przekładnika badanego lub napięcia wyjściowego dzielnika badanego,

$\varphi_{wrkh}$  – oznacza przesunięcie fazowe sinusoidalnego napięcia lub danej harmonicznego odkształconego napięcia wtórnego dzielnika wzorcowego względem sinusoidalnego napięcia lub danej harmonicznego odkształconego napięcia różnicowego,

następnie wyznacza się procentową wartość błędu napięciowego badanego przekładnika lub dzielnika napięciowego według zależności:

$$\Delta U_{kh} = \frac{n_{Uzn} U_{2kh} - U_{wkh}}{U_{wkh}} \cdot 100\% \quad (3)$$

gdzie:

$\Delta U_{kh}$  – oznacza wartość błędu napięciowego transformacji sinusoidalnego napięcia lub danej harmonicznego odkształconego napięcia pierwotnego przez badany przekładnik lub dzielnik napięciowy,

$n_{Uzn}$  – oznacza znamionową przekładnię napięciową badanego przekładnika lub dzielnika napięciowego,

oraz wartość błędu kąтового badanego przekładnika lub dzielnika napięciowego według zależności:

$$\delta_{Ukh} = \arcsin \left( \frac{\sqrt{U_{0\%}^2 U_{kh}^2 - \Delta U_{kh}^2}}{100\%} \right) \quad (4)$$

gdzie:

$\delta_{Ukh}$  – oznacza wartość błędu kąтового transformacji sygnału sinusoidalnego sygnału lub danej harmonicznego sygnału odkształconego przez badany przekładnik lub dzielnik napięciowy.

Sposób według wynalazku ilustruje poniższy przykład z powołaniem się na rysunek, na którym Fig. 1 przedstawia schemat ideowy układu pomiarowego do wyznaczania błędów całkowitego, napięciowego i kąтового transformacji napięć sinusoidalnych i harmonicznymi napięć odkształconych przez przekładniki lub dzielniki napięciowe.

Wynalazek umożliwia wyznaczenie błędów całkowitego, napięciowego i kąтового transformacji harmonicznymi napięcia odkształconego i napięć sinusoidalnych podwyższonej częstotliwości przez przekładniki i dzielniki napięciowe względem szerokopasmowego napięciowego dzielnika wzorcowego.

Przykład

W celu wyznaczenia błędów całkowitego, napięciowego i kąтового transformacji napięć sinusoidalnych i harmonicznymi napięć odkształconych przez przekładniki lub dzielniki napięciowe badany przekładnik lub dzielnik napięciowy 1A i dzielnik wzorcowy 1B przyłącza się do układu pomiarowego przedstawionego na Fig. 1, w którym obwody pierwotne zasila się z transformatora napięciowego 3, który jest zasilany ze wzmacniacza mocy 4 sterowanego przez generator arbitralny 5. Urządzenie pomiarowe 6 wyznacza w sposób zsynchronizowany wartość skuteczną napięcia sinusoidalnego lub wartości skuteczne danych harmonicznymi odkształconego napięcia wtórnego dzielnika wzorcowego oraz wartość skuteczną harmonicznego podstawowej lub także wartości skuteczne danych wyższych harmonicznymi napięcia różnicowego między punktami o wysokim potencjale napięcia wyjściowego dzielnika wzorcowego i napięcia wtórnego badanego przekładnika lub napięcia wyjściowego badanego dzielnika napięciowego, jednocześnie wyznacza wzajemne przesunięcia fazowe między

sinusoidalnymi napięciami lub poszczególnymi harmonicznymi odkształconego napięcia wyjściowego dzielnika wzorcowego i harmoniczną podstawową lub harmonicznymi tych samych rzędów odkształconego napięcia różnicowego.

Następnie dokonuje się obliczenia błędu całkowitego badanego przekładnika lub dzielnika napięciowego zgodnie z zależnością:

$$\varepsilon_{\%U_{kh}} = \frac{U_{rkh}}{U_{wkh}} \cdot 100\% \quad (1)$$

gdzie:

$\varepsilon_{\%U_{kh}}$  – oznacza wartość błędu całkowitego transformacji sygnału sinusoidalnego lub danej harmonicznnej sygnału odkształconego przez badany przekładnik lub dzielnik napięciowy,

$U_{wkh}$  – oznacza wartość skuteczną sinusoidalnego napięcia lub danej harmonicznnej odkształconego napięcia wtórnego dzielnika wzorcowego,

$U_{rkh}$  – oznacza wartość skuteczną sinusoidalnego napięcia lub danej harmonicznnej odkształconego napięcia różnicowego zmierzonego między punktami o wysokim potencjale napięcia wyjściowego dzielnika wzorcowego i napięcia wtórnego badanego przekładnika lub napięcia wyjściowego badanego dzielnika napięciowego,

oraz wartość skuteczną sinusoidalnego napięcia lub danej harmonicznnej odkształconego napięcia wtórnego przekładnika badanego lub napięcia wyjściowego badanego dzielnika napięciowego wyznacza się zgodnie z zależnością:

$$U_{2kh} = \sqrt{U_{wkh}^2 + U_{rkh}^2 - 2 \cdot U_{wkh} \cdot U_{rkh} \cdot \cos(\varphi_{wrkh})} \quad (2)$$

gdzie:

$U_{2kh}$  – oznacza wartość skuteczną sinusoidalnego napięcia lub danej harmonicznnej odkształconego napięcia wtórnego przekładnika badanego lub napięcia wyjściowego dzielnika badanego,

$\varphi_{wrkh}$  – oznacza przesunięcie fazowe sinusoidalnego napięcia lub danej harmonicznnej odkształconego napięcia wtórnego dzielnika wzorcowego względem sinusoidalnego napięcia lub danej harmonicznnej odkształconego napięcia różnicowego,

następnie wyznacza się procentową wartość błędu napięciowego badanego przekładnika lub dzielnika napięciowego według zależności:

$$\Delta U_{kh} = \frac{n_{Uzn} U_{2kh} - U_{wkh}}{U_{wkh}} \cdot 100\% \quad (3)$$

gdzie:

$\Delta U_{kh}$  – oznacza wartość błędu napięciowego transformacji sinusoidalnego napięcia lub danej harmonicznnej odkształconego napięcia pierwotnego przez badany przekładnik lub dzielnik napięciowy,

$n_{Uzn}$  – oznacza znamionową przekładnię napięciową badanego przekładnika lub dzielnika napięciowego,

oraz wartość błędu kąтового badanego przekładnika lub dzielnika napięciowego według zależności:

$$\delta_{U_{kh}} = \arcsin \left( \frac{\sqrt{\varepsilon_{\%U_{kh}}^2 - \Delta U_{kh}^2}}{100\%} \right) \quad (4)$$

gdzie:

$\delta_{U_{kh}}$  – oznacza wartość błędu kąowego transformacji sygnału sinusoidalnego lub danej harmonicznnej sygnału odkształconego przez badany przekładnik lub dzielnik napięciowy.

## Zastrzeżenie patentowe

1. Sposób wyznaczania błędów całkowitego, napięciowego i kąтового transformacji napięć sinusoidalnych i harmoniczných napięć odkształconych przez przekładniki i dzielniki napięciowe, **znamienny tym**, że wyznacza się błędy całkowity, napięciowy i kątowy poprzez podłączenie badanego przekładnika napięciowego lub dzielnika napięciowego do układu pomiarowego, w którym dokonuje się zsynchronizowanego pomiaru wartości skutecznej napięcia sinusoidalnego lub wartości skutecznej danej harmoniczných odkształconego napięcia wtórnego dzielnika wzorcowego oraz wartości skutecznej harmoniczných podstawowej lub także wartości skutecznych danych wyższych harmoniczných napięcia różnicowego między punktami o wysokim potencjale napięcia wyjściowego dzielnika wzorcowego i napięcia wtórnego badanego przekładnika lub napięcia wyjściowego badanego dzielnika napięciowego, jednocześnie wyznacza się wzajemne przesunięcia fazowe między sinusoidalnymi napięciami lub poszczególnymi harmonicznymi odkształconego napięcia wyjściowego dzielnika wzorcowego i harmoniczną podstawową lub harmonicznymi tych samych rzędów odkształconego napięcia różnicowego, następnie oblicza się błąd całkowity badanego przekładnika lub dzielnika napięciowego zgodnie z zależnością:

$$\varepsilon_{\%U_{kh}} = \frac{U_{rkh}}{U_{wkh}} \cdot 100\% \quad (1)$$

gdzie:

$\varepsilon_{\%U_{kh}}$  – oznacza wartość błędu całkowitego transformacji sygnału sinusoidalnego lub danej harmoniczných sygnału odkształconego przez badany przekładnik lub dzielnik napięciowy,

$U_{wkh}$  – oznacza wartość skuteczną sinusoidalnego napięcia lub danej harmoniczných odkształconego napięcia wtórnego dzielnika wzorcowego,

$U_{rkh}$  – oznacza wartość skuteczną sinusoidalnego napięcia lub danej harmoniczných odkształconego napięcia różnicowego zmierzonego między punktami o wysokim potencjale napięcia wyjściowego dzielnika wzorcowego i napięcia wtórnego badanego przekładnika lub napięcia wyjściowego badanego dzielnika napięciowego,

oraz wartość skuteczną sinusoidalnego napięcia lub danej harmoniczných odkształconego napięcia wtórnego przekładnika badanego lub napięcia wyjściowego badanego dzielnika napięciowego wyznacza się zgodnie z zależnością:

$$U_{2kh} = \sqrt{U_{wkh}^2 + U_{rkh}^2 - 2 \cdot U_{wkh} \cdot U_{rkh} \cdot \cos(\varphi_{wrkh})} \quad (2)$$

gdzie:

$U_{2kh}$  – oznacza wartość skuteczną sinusoidalnego napięcia lub danej harmoniczných odkształconego napięcia wtórnego przekładnika badanego lub napięcia wyjściowego dzielnika badanego,

$\varphi_{wrkh}$  – oznacza przesunięcie fazowe sinusoidalnego napięcia lub danej harmoniczných odkształconego napięcia wtórnego dzielnika wzorcowego względem sinusoidalnego napięcia lub danej harmoniczných odkształconego napięcia różnicowego,

następnie wyznacza się procentową wartość błędu napięciowego badanego przekładnika lub dzielnika napięciowego według zależności:

$$\Delta U_{kh} = \frac{n_{Uzn} U_{2kh} - U_{wkh}}{U_{wkh}} \cdot 100\% \quad (3)$$

gdzie:

$\Delta U_{kh}$  – oznacza wartość błędu napięciowego transformacji sinusoidalnego lub danej harmoniczných odkształconego napięcia pierwotnego przez badany przekładnik lub dzielnik napięciowy,

$n_{Uzn}$  – oznacza znamionową przekładnię napięciową badanego przekładnika lub dzielnika napięciowego,

oraz wartość błędu kąтового badanego przekładnika lub dzielnika napięciowego według zależności:

$$\delta_{U_{kh}} = \arcsin \left( \frac{\sqrt{\varepsilon_{\%U_{kh}}^2 - \Delta U_{kh}^2}}{100\%} \right) \quad (4)$$

gdzie:

$\delta_{U_{kh}}$  – oznacza wartość błędu kąowego transformacji sygnału sinusoidalnego lub danej harmonicznej sygnału odkształconego przez badany przekładnik lub dzielnik napięciowy.

Rysunek

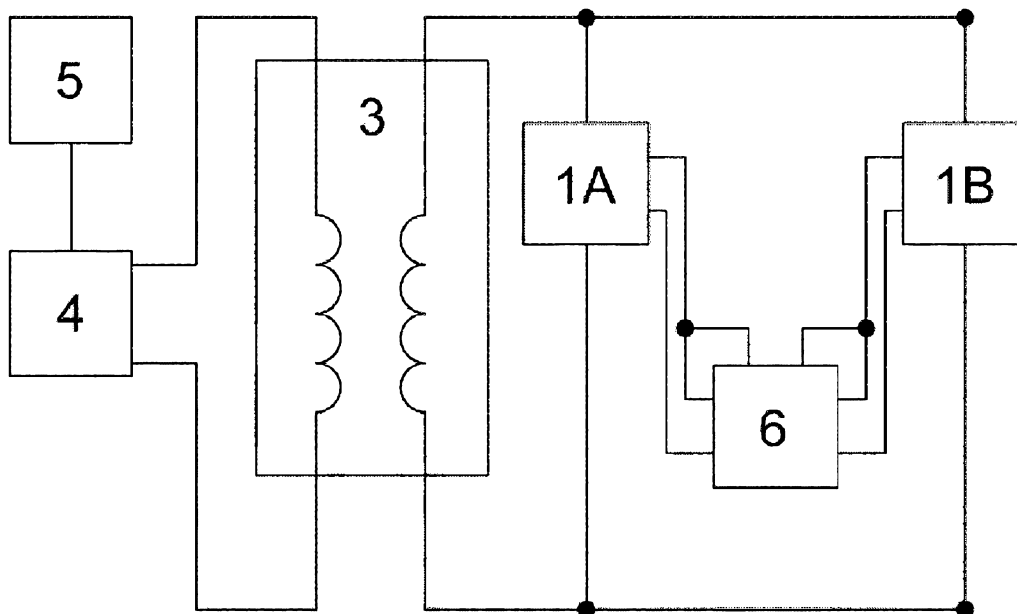


Fig. 1