



УКРАЇНА

(19) UA (11) 94155 (13) C2
(51) МПК (2011.01)
G01R 35/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ПОВІРКИ МАСШТАБНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА НАПРУГИ

1

(21) а200909390

(22) 14.09.2009

(24) 11.04.2011

(46) 11.04.2011, Бюл.№ 7, 2011 р.

(72) БУТЕНКО ОЛЕГ ГРИГОРОВИЧ

(73) ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО ВСЕУКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ НАУКОВО-ВИРОБНИЧИЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦІЇ, МЕТРОЛОГІЇ, СЕРТИФІКАЦІЇ ТА ЗАХИСТУ ПРАВ СПОЖИВАЧІВ

(56) UA 83909 C2; 26.08.2008

SU 1273858 A1; 30.11.1986

SU 1318949 A1; 23.06.1987

SU 935844; 15.06.1982

GB 1428795; 17.03.1976

US 3377555; 09.04.1968

JP 2003021671 A; 24.01.2003

(57) 1. Спосіб повірки масштабного перетворювача напруги, за яким до низьковольтного виводу масштабного перетворювача приєднують вимірювальний прилад, до високовольтного виводу масштабного перетворювача підключають високовольтним виводом джерело високої напруги, а повірку масштабного перетворювача здійснюють при фіксованій вихідній напрузі джерела високої напруги, який відрізняється тим, що попередньо між нульовим виводом масштабного перетворювача та нульовим виводом джерела високої напруги підключають джерело низької напруги, вимірювальний прилад додатково приєднують до виводу джерела низької напруги, а нульовий вивід джерела високої напруги підключають до нульового виводу джерела низької напруги, далі змінюють напругу джерела низької напруги таким чином, щоб отримати значення вихідної напруги джерела низької напруги рівним нулю, після цього вимірюють значення вихідної напруги масштабного перетворювача, а потім зрівнюють значення вихідної напруги джерела низької напруги та значення вихідної напруги масштабного перетворювача, після чого знову вимірюють значення вихідної напруги масштабного перетворювача, а за результатами зазначених двох вимірювань значень вихідної напруги масштабного перетворювача

2

ча визначають коефіцієнт масштабного перетворення масштабного перетворювача.

2. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що зрівнюють значення вихідної напруги джерела низької напруги зі значенням вихідної напруги масштабного перетворювача, що виміряне при рівності нулю значення вихідної напруги джерела низької напруги, після чого вимірюють значення вихідної напруги масштабного перетворювача, а коефіцієнт масштабного перетворення масштабного перетворювача визначають за формулою:

$$K = U_{B1C1} / (U_{B1C1} - U_{B2C2}), \text{ де}$$

U_{B1C1} - значення вихідної напруги масштабного перетворювача при рівності значення вихідної напруги джерела низької напруги нулю;

U_{B2C2} - значення вихідної напруги масштабного перетворювача при рівності значення вихідної напруги джерела низької напруги та значення вихідної напруги масштабного перетворювача, що вимірюване при рівності нулю значення вихідної напруги джерела низької напруги.

3. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що додатково змінюють напругу джерела низької напруги таким чином, щоб зрівняти значення вихідної напруги джерела низької напруги зі значенням вихідної напруги масштабного перетворювача, встановленим при зміні напруги джерела низької напруги, після чого вимірюють нове значення вихідної напруги масштабного перетворювача, а коефіцієнт масштабного перетворення масштабного перетворювача визначають за формулою:

$$K = U_{B2C2} / (U_{B1C1} - U_{B2C2}), \text{ де}$$

U_{B1C1} - значення вихідної напруги масштабного перетворювача при рівності значення вихідної напруги джерела низької напруги нулю;

U_{B2C2} - нове значення вихідної напруги масштабного перетворювача при рівності значення вихідної напруги джерела низької напруги та значення вихідної напруги масштабного перетворювача, встановленого при зміні напруги джерела низької напруги.

(13) C2

(11) 94155

(19) UA

Винахід належить до електровимірювальної техніки та може застосовуватись для повірки масштабних перетворювачів електричної напруги.

Відомий спосіб повірки масштабного перетворювача (а. с. СРСР №1273858, кл. МПК: G01R 35/00), оснований на досягненні рівності вихідних напруг масштабних перетворювачів, що повіряється, і еталонного, та вимірювання різниці їх напруг живлення, причому для розширення функціональних можливостей шляхом врахування кутової похибки перетворювача, що повіряється, при живленні напругою змінного струму, змінюють напругу живлення одного з перетворювачів по амплітуді і фазі, вимірюють кут зсуву фаз між напругами живлення обох перетворювачів і за результатами вимірів визначають відносну амплітуду похибки за формулою.

Зазначений спосіб дозволяє проводити вимірювання амплітудної і кутової похибки масштабних перетворювачів та може бути застосований для повірки масштабних перетворювачів.

Недоліком відомого способу повірки масштабного перетворювача є необхідність використання допоміжного масштабного перетворювача, який повинен бути еталонним, що не завжди є можливим.

Відомий спосіб повірки масштабного перетворювача (а.с. СРСР №1318949 А1, кл. МПК: G01R 35/00), в якому вирівнюють потенціали виходів еталонного масштабного перетворювача та масштабного перетворювача, що повіряють. При цьому для визначення амплітудної та кутової похибки перетворювача, що повіряють, при живленні напругою змінного струму, змінюють напругу живлення одного із перетворювачів по амплітуді та фазі при рівності потенціалів їх входів, визначають різницю їх напруг живлення, порівнюють з вхідною або вихідною напругою одного із перетворювачів та по результатах судять про амплітудну і кутову похибки перетворювача, що повіряють.

Недоліком відомого способу повірки масштабного перетворювача є необхідність використання допоміжного масштабного перетворювача, який повинен бути еталонним, що не завжди є можливим.

Відомий спосіб повірки масштабного перетворювача (а.с. СРСР №935844, кл. МПК: G01R 35/00) шляхом порівняння при високій напрузі масштабного перетворювача, що повіряють, з допоміжним масштабним перетворювачем за допомогою вимірювального приладу, приєднаного до низьковольтних виводів вказаних масштабних перетворювачів. Причому при фіксованій напрузі на високовольтних виводах масштабних перетворювачів вимірювальним приладом заміряють величину напруги між низьковольтними виводами перетворювачів і величину напруги на низьковольтних плечах перетворювача, що перевіряється, та допоміжного перетворювача, а потім визначають коефіцієнт масштабного перетворення за формулою.

Зазначений спосіб дозволяє проводити повірку масштабного перетворювача з використанням допоміжного масштабного перетворювача, який повинен бути еталонним, що не завжди є можли-

вим. Згідно зі способом на визначення значення коефіцієнта масштабного перетворення масштабного перетворювача, що повіряється, впливає значення коефіцієнта масштабного перетворення допоміжного масштабного перетворювача. Значення коефіцієнта масштабного перетворення допоміжного масштабного перетворювача присутнє у розрахунковій формулі для визначення значення коефіцієнта масштабного перетворення масштабного перетворювача, що повіряється. Крім того, на визначення значення коефіцієнта масштабного перетворення масштабного перетворювача, що повіряється, впливає значення високої напруги масштабних перетворювачів, що присутнє у розрахунковій формулі. При цьому, вимірювання проводять не тільки при низькій напрузі, але і при високій напрузі масштабних перетворювачів, що ускладнює вказані вимірювання.

Найбільш близьким до способу повірки масштабного перетворювача напруги, що заявляється, є спосіб повірки масштабного перетворювача (патент України на винахід №83909, дата публікації - 26.08.2008р., кл. МПК: G01R 35/00) шляхом порівняння при високій напрузі масштабного перетворювача, що повіряють, із допоміжним масштабним перетворювачем з використанням вимірювальних приладів, які приєднують до виводів вказаних масштабних перетворювачів. При цьому попередньо підключають джерела високої напруги до кожного із масштабних перетворювачів. Причому порівняння проводять шляхом вимірювання напруги між низьковольтними виводами масштабних перетворювачів при фіксованій напрузі на високовольтному виводі допоміжного масштабного перетворювача. Після чого змінюють високу напругу джерела, яке підключене до масштабного перетворювача, що повіряють, таким чином, щоб зрівняти низькі напруги обох масштабних перетворювачів. Далі проводять порівняння шляхом вимірювання напруги на високовольтних виводах масштабних перетворювачів, після чого визначають коефіцієнт масштабного перетворення.

Зазначений спосіб дозволяє проводити повірку масштабного перетворювача при наявності допоміжного масштабного перетворювача. При цьому визначення значення коефіцієнта масштабного перетворення масштабного перетворювача, що повіряють, можливо лише при наявності допоміжного масштабного перетворювача з таким же номінальним значенням коефіцієнта масштабного перетворення та номінальним значенням високої вхідної напруги. Недоліком способу є те, що допоміжний масштабний перетворювач з такими технічними характеристиками може бути відсутнім. Крім того, вимірювання проводять не тільки при низькій напрузі, але і при високій напрузі масштабних перетворювачів. Також, недоліком є те, що для здійснення способу необхідно мати два вимірювальні прилади.

В основу винаходу поставлена задача удосконалення способу повірки масштабного перетворювача напруги, в якому за рахунок запропонованої послідовності повірки масштабного перетворювача виключається необхідність використання допоміжного масштабного перетворювача і двох вимі-

рювальних приладів та забезпечується проведення вимірювань тільки при низькій напрузі.

Поставлена задача вирішується запропонованим способом перевірки масштабного перетворювача напруги із використанням вимірювального приладу, що приєднують до низьковольтного виводу масштабного перетворювача та до виводу джерела низької напруги. Джерело високої напруги підключають високовольтним виводом до високовольтного виводу масштабного перетворювача, а нульовий вивід джерела високої напруги підключають до нульового виводу джерела низької напруги. Джерело низької напруги попередньо підключають між нульовим виводом масштабного перетворювача та нульовим виводом джерела високої напруги. Причому перевірку здійснюють при фіксованій вихідній напрузі джерела високої напруги.

Далі змінюють напругу джерела низької напруги таким чином, щоб отримати значення вихідної напруги джерела низької напруги рівним нулю, після чого вимірюють значення вихідної напруги масштабного перетворювача, а потім зрівнюють значення вихідної напруги джерела низької напруги та значення вихідної напруги масштабного перетворювача, після чого вимірюють значення вихідної напруги масштабного перетворювача, та за результатами зазначених двох вимірювань значень вихідної напруги масштабного перетворювача визначають коефіцієнт масштабного перетворення масштабного перетворювача.

Причому, зрівнюють значення вихідної напруги джерела низької напруги зі значенням вихідної напруги масштабного перетворювача, що виміряне при рівності нулю значення вихідної напруги джерела низької напруги, після чого вимірюють значення вихідної напруги масштабного перетворювача, а коефіцієнт масштабного перетворення масштабного перетворювача визначають за формулою:

$$K = U_{B1C1} / (U_{B1C1} - U_{B2C2}), \text{ де}$$

U_{B1C1} - значення вихідної напруги масштабного перетворювача при рівності значення вихідної напруги джерела низької напруги нулю;

U_{B2C2} - значення вихідної напруги масштабного перетворювача при рівності значення вихідної напруги джерела низької напруги та значення вихідної напруги масштабного перетворювача, що вимірюване при рівності нулю значення вихідної напруги джерела низької напруги.

В іншому випадку виконання винаходу додатково змінюють напругу джерела низької напруги таким чином, щоб зрівняти значення вихідної напруги джерела низької напруги зі значенням вихідної напруги масштабного перетворювача, встановленим при зміні напруги джерела низької напруги, після чого вимірюють нове значення вихідної напруги масштабного перетворювача, а коефіцієнт масштабного перетворення масштабного перетворювача визначають за формулою:

$$K = U_{B2C2} / (U_{B1C1} - U_{B2C2}), \text{ де}$$

U_{B1C1} - значення вихідної напруги масштабного перетворювача при рівності значення вихідної напруги джерела низької напруги нулю;

U_{B2C2} - нове значення вихідної напруги масштабного перетворювача при рівності значення вихідної напруги джерела низької напруги та значення вихідної напруги масштабного перетворювача, встановленого при зміні напруги джерела низької напруги.

Краще, коли низьку та високу напруги масштабного перетворювача фіксують по амплітуді та фазі.

Краще, коли низьку та високу напруги масштабного перетворювача порівнюють по амплітуді та фазі.

Краще, коли низьку та високу напруги масштабного перетворювача зрівнюють по амплітуді та фазі.

Підключення джерела високої напруги до високовольтного виводу масштабного перетворювача та до нульового виводу джерела низької напруги забезпечує можливість подачі та підтримання стабільної високої напруги необхідного значення.

Підключення джерела низької напруги між нульовим виводом масштабного перетворювача та нульовим виводом джерела високої напруги забезпечує можливість зміни значення високої напруги, яка прикладена до масштабного перетворювача, при фіксованому значенні вихідної напруги джерела високої напруги.

Проведення вимірювання значення напруги між нульовим виводом масштабного перетворювача та нульовим виводом джерела високої напруги при рівності значення вихідної напруги джерела низької напруги нулю дозволяє отримати значення низької вихідної напруги масштабного перетворювача при рівності значення вихідної напруги масштабного перетворювача значенню його номінальної вхідної напруги.

Зміна значення напруги джерела низької напруги, що підключене між нульовим виводом масштабного перетворювача та нульовим виводом джерела високої напруги, дозволяє зрівняти значення вихідної напруги джерела низької напруги зі значенням низької вихідної напруги масштабного перетворювача.

Проведення вимірювання значення напруги між нульовим виводом масштабного перетворювача та нульовим виводом джерела високої напруги дозволяє встановити значення низької вихідної напруги масштабного перетворювача при рівності значення вихідної напруги джерела низької напруги значенню вихідної напруги масштабного перетворювача.

Обчислення дозволяють визначити значення коефіцієнта масштабного перетворення масштабного перетворювача, що перевіряється.

Запропонована послідовність перевірки масштабного перетворювача дозволяє виключити необхідність використання допоміжного масштабного перетворювача та двох вимірювальних приладів, а також дозволяє проводити вимірювання тільки при низькій електричній напрузі.

Запропонований винахід пояснюється кресленнями, де зображено на:

Фіг.1 - принципова блок-схема, що реалізує спосіб, який заявляють, де:

- 1 - масштабний перетворювач;
- 2 - джерело високої напруги;
- 3 - вимірювальний прилад;
- 4 - джерело низької напруги;

Фіг.2 - векторна діаграма напруг при масштавному перетворюванні напруг змінної сили струму при зрівнянні значення вихідної напруги джерела низької напруги та значення вихідної напруги масштабного перетворювача, що вимірюване при рівності значення вихідної напруги джерела низької напруги нулю;

Фіг.3 - векторна діаграма напруг при масштавному перетворюванні напруг змінної сили струму при зрівнянні значення вихідної напруги джерела низької напруги та значення вихідної напруги масштабного перетворювача, встановленого при зміні напруги джерела низької напруги, де:

U_{AO} - значення високої напруги джерела високої напруги 2, яке дорівнює значенню номінальної високої напруги $U_{НОМ}$ масштабного перетворювача 1 ($U_{AO} = U_{НОМ}$);

U_{BC} - низька напруга масштабного перетворювача 1;

U_{B1C1} - значення низької вихідної напруги масштабного перетворювача 1 при рівності значення вихідної напруги U_{C1O} джерела низької напруги 4 нулю ($U_{C1O} = 0$);

U_{B2C2} - значення низької вихідної напруги масштабного перетворювача 1 при рівності значення вихідної напруги U_{C2O} джерела низької напруги 4

значенню низької напруги U_{B1C1} масштабного перетворювача 1, яке було визначене при рівності нулю значення напруги U_{C1O} джерела низької напруги 4 ($U_{C1O} = 0$), або новому значенню низь-

кої вихідної напруги U_{B2C2} масштабного перетворювача 1, яке було визначене при рівності значення вихідної напруги U_{C2O} джерела низької напруги 4 значенню вихідної напруги U_{B2C2} масштабного перетворювача 1 ($U_{C2O} = U_{B2C2}$), встановленого при зміні напруги джерела низької напруги;

U_{AC1} - значення високої напруги масштабного перетворювача 1, яке дорівнює значенню високої напруги U_{AO} джерела високої напруги 2 ($U_{AC1} = U_{НОМ}$) при рівності значення напруги U_{C1O} джерела низької напруги 4 нулю ($U_{C1O} = 0$);

U_{AC2} - значення високої напруги масштабного перетворювача 1 при рівності значення вихідної напруги U_{C2O} джерела низької напруги 4 значен-

ню низької вихідної напруги U_{B1C1} масштабного перетворювача 1, яке було визначене при рівності нулю значення напруги U_{C1O} джерела низької напруги 4 ($U_{C1O} = 0$), або новому значенню низької вихідної напруги U_{B2C2} масштабного перетворювача 1, яке було визначене при рівності значення напруги U_{C2O} джерела низької напруги 4 значенню низької вихідної напруги U_{B2C2} масштабного перетворювача 1 ($U_{C2O} = U_{B2C2}$), встановленого при зміні напруги джерела низької напруги 4;

U_{CO} - напруга джерела низької напруги 4;

U_{C2O} - значення напруги між нульовим виводом С масштабного перетворювача 1 та нульовим виводом О джерела високої напруги 2 при рівності значення напруги U_{C2O} джерела низької напруги 4 значенню низької вихідної напруги U_{B1C1} масштабного перетворювача 1, яке було визначене при рівності нулю значення напруги U_{C1O} джерела низької напруги 4 ($U_{C1O} = 0$), або новому значенню низької вихідної напруги U_{B2C2} масштабного перетворювача 1, яке було визначене при рівності значення напруги U_{C2O} джерела низької напруги 4 значенню низької вихідної напруги U_{B2C2} масштабного перетворювача 1 ($U_{C2O} = U_{B2C2}$), встановленого при зміні напруги джерела низької напруги 4.

Запропонований спосіб реалізують наступним чином.

Підключають джерело високої напруги 2 висковольтним виводом до висковольтного виводу А масштабного перетворювача 1, та підключають джерело низької напруги 4 між нульовим виводом С масштабного перетворювача 1 та нульовим виводом О джерела високої напруги 2. Вимірювальний прилад приєднують до низковольтного виводу В масштабного перетворювача 1 та приєднують до виводу джерела низької напруги 4.

Високу напругу масштабного перетворювача 1 (фіг.1) U_{AC1} та високу вихідну напругу U_{AO} джерела високої напруги 2 встановлюють рівними номінальному значенню високої напруги масштабного перетворювача 1. Це фіксують за допомогою вимірювального приладу 3.

Далі, при фіксованому значенні високої вихідної напруги U_{AO} джерела високої напруги 2 змінюють значення напруги U_{CO} джерела низької напруги 4 таким чином, щоб отримати значення вихідної напруги U_{C1O} джерела низької напруги 4 рівним нулю ($U_{C1O} = 0$), після чого вимірюють та запам'ятовують за допомогою вимірювального приладу 3 значення вихідної напруги U_{B1C1} масштабного перетворювача 1. Потім зрівнюють значення вихідної напруги U_{C2O} джерела низької

напруги 4 зі значенням низької вихідної напруги U_{B1C1} масштабного перетворювача 1, що вимірює не при рівності нулю значення вихідної напруги U_{C1O} джерела низької напруги 4 ($U_{C1O} = 0$), та вимірюють і запам'ятовують за допомогою вимірювального приладу 3 значення вихідної напруги U_{B2C2} масштабного перетворювача 1.

В іншому випадку виконання винаходу при фіксованому значенні високої вихідної напруги U_{AO} джерела високої напруги 2 додатково змінюють напругу U_{CO} джерела низької напруги 4 таким чином, щоб зрівняти значення вихідної напруги U_{C2O} джерела низької напруги 4 зі значенням вихідної напруги U_{B2C2} масштабного перетворювача 1 ($U_{C2O} = U_{B2C2}$), встановленим при зміні напруги U_{CO} джерела низької напруги 4, після чого вимірюють нове значення U_{B2C2} вихідної напруги масштабного перетворювача 1.

При фіксованій високій вихідній напрузі U_{AO} джерела високої напруги 2, значення якої дорівнює значенню номінальної високої напруги масштабного перетворювача 1, вимірюють значення напруги U_{C2O} на виході джерела низької напруги 4 між нульовим виводом масштабного перетворювача 1 та нульовим виводом джерела високої напруги 2.

За результатами вимірювань значень U_{B1C1} та U_{B2C2} вихідної напруги масштабного перетворювача 1 визначають коефіцієнт масштабного перетворення за наведеними формулами.

Були проведені експерименти з перевірки масштабних перетворювачів, для яких відомі значення коефіцієнтів масштабного перетворення, за допомогою способу, що заявляють.

1. Була проведена перевірка масштабного перетворювача електричної напруги постійної сили струму при наступних умовах.

Значення номінальної високої напруги - $U_{BH} = 900$ В.

Значення коефіцієнта масштабного перетворення масштабного перетворювача електричних напруг, що перевіряється - $K = 5$.

До масштабного перетворювача 1 (фіг.1) підключають джерело високої напруги 2, напруга якого дорівнює його номінальній напрузі - 900 В, що підтримується незмінною.

При значенні вихідної напруги U_{C1O} джерела низької напруги 4 рівним нулю ($U_{C1O} = 0$) вихідна напруга U_{B1C1} на низьковольтних виводах масштабного перетворювача 1 відповідно:

$$U_{B1C1} = U_{AC1} / K = 900 / 5 = 180 \text{ (В)}.$$

Значення вихідної напруги U_{B1C1} масштабного перетворювача 1 вимірюють та запам'ятовують за допомогою вимірювального приладу 3.

Далі вимірюють значення напруги між низьковольтними виводами масштабного перетворювача

1 при рівності значення вихідної напруги U_{C2O} джерела низької напруги 4 низькій напрузі U_{B1C1} масштабного перетворювача 1, значення якої було визначено попередньо:

$$U_{C2O} = U_{B1C1} = 180 \text{ (В)}.$$

Тоді:

$$U_{AC2} = U_{AO} - U_{C2O} = 900 - 180 = 720 \text{ (В)};$$

$$U_{B2C2} = U_{AC2} / K = 720 / 5 = 144 \text{ (В)}.$$

Визначають коефіцієнт масштабного перетворення масштабного перетворювача за формулою:

$$K = U_{B1C1} / (U_{B1C1} - U_{B2C2}) = 180 / (180 - 144) = 180 / 36 = 5.$$

В іншому випадку здійснення винаходу вимірюють значення між низьковольтних виводів масштабного перетворювача 1 при рівності значення вихідної напруги U_{C2O} джерела низької напруги 4 значенню нової вихідної напруги U_{B2C2} масштабного перетворювача 1, встановленого при зміні напруги джерела низької напруги 4, значення якої безпосередньо контролюється та визначається вимірювальним приладом 3:

$$U_{C2O} = U_{B2C2} = U_{AO} / (K + 1) = 900 / 6 = 150 \text{ (В)}.$$

Тоді:

$$U_{AC2} = U_{AO} - U_{C2O} = 900 - 150 = 750 \text{ (В)};$$

$$U_{B2C2} = U_{AC2} / K = 750 / 5 = 150 \text{ (В)}.$$

Далі визначають коефіцієнт масштабного перетворення масштабного перетворювача за формулою:

$$K = U_{B2C2} / (U_{B1C1} - U_{B2C2}) = 150 / (180 - 150) = 150 / 30 = 5.$$

Таким чином, значення коефіцієнта масштабного перетворення масштабного перетворювача, що визначені при рівності значення вихідної напруги U_{C2O} джерела низької напруги 4 зі значенням вихідної напруги масштабного перетворювача U_{B1C1} , що вимірюване при рівності нулю значення вихідної напруги U_{C1O} джерела низької напруги 4 та при рівності значення вихідної напруги U_{C2O} джерела низької напруги 4 зі значенням вихідної напруги масштабного перетворювача U_{B2C2} , встановленого при зміні напруги джерела низької напруги 4, співпадають та визначені вірно.

2. Була проведена перевірка масштабного перетворювача електричної напруги постійної сили струму при наступних умовах.

Значення номінальної високої напруги - $U_{BH} = 10000$ (В).

Значення коефіцієнта масштабного перетворення масштабного перетворювача, що перевіряється - $K = 100$.

До масштабного перетворювача 1 (фіг.1) підключають джерело високої напруги 2, напруга якого дорівнює його номінальній напрузі - 1000 В та підтримується незмінною.

При вихідній напрузі U_{C1O} джерела низької напруги 4 рівній нулю ($U_{C1O} = 0$) вихідна напруга

U_{B1C1} на низьковольтних виводах масштабного перетворювача 1 відповідно:

$$U_{B1C1} = U_{AC1} / K = 10000 / 100 = 100 \text{ (В)}.$$

Цю напругу вимірюють та запам'ятовують за допомогою вимірювального приладу 3.

Потім проводять вимірювання напруги між низьковольтних виводів масштабного перетворювача 1 при рівності вихідної напруги U_{C2O} джерела низької напруги 4 низькій вихідній напрузі U_{B1C1} масштабного перетворювача 1, значення якої було визначено попередньо:

$$U_{C2O} = U_{B1C1} = 100 \text{ (В)}.$$

Тоді:

$$U_{AC2} = U_{AO} - U_{C2O} = 10000 - 100 = 9900 \text{ (В)};$$

$$U_{B2C2} = U_{AC2} / K = 9900 / 100 = 99 \text{ (В)}.$$

Далі визначають коефіцієнт масштабного перетворення масштабного перетворювача за формулою:

$$K = U_{B2C2} / (U_{B1C1} - U_{B2C2}) = 99.0099 / (100 - 99.0099) = 99.0099 / 0.990099 = 100$$

Таким чином, значення коефіцієнта масштабного перетворення масштабного перетворювача, що визначені при рівності значення вихідної напруги U_{C2O} джерела низької напруги 4 зі значенням вихідної напруги масштабного перетворювача U_{B1C1} , що вимірюване при рівності нулю значення вихідної напруги U_{C1O} джерела низької напруги 4 та при рівності значення вихідної напруги U_{C2O} джерела низької напруги 4 зі значенням вихідної

$$K = U_{B1C1} / (U_{B1C1} - U_{B2C2}) = 100 / (100 - 99) = 100 / 1 = 100.$$

В іншому випадку проводять вимірювання напруги між низьковольтних виводів масштабного перетворювача 1 при рівності вихідної напруги U_{C2O} джерела низької напруги 4 напрузі U_{B2C2} масштабного перетворювача 1, значення якої безпосередньо контролюється та визначається приладом порівняння 3:

$$U_{C2O} = U_{B2C2} = U_{AO} / (K + 1) = 10000 / 101 = 99.01 \text{ (В)}.$$

Тоді:

$$U_{AC2} = U_{AO} - U_{C2O} = 10000 - 99.01 = 9900.99 \text{ (В)};$$

$$U_{B2C2} = U_{AC2} / K = 9900.99 / 100 = 99.0099 \text{ (В)}.$$

Далі визначають коефіцієнт масштабного перетворення масштабного перетворювача за формулою:

напруги масштабного перетворювача U_{B2C2} , встановленого при зміні напруги джерела низької напруги 4, співпадають та визначені вірно.

3. Була проведена перевірка масштабного перетворювача напруги змінної сили струму при наступних умовах.

Значення номінальної змінної високої напруги - $U_{BH} = 360 \text{ В}$.

Значення коефіцієнта масштабного перетворення масштабного перетворювача:

$$\dot{K} = 3\angle 45^\circ = 3\cos 45^\circ + j3\sin 45^\circ = 2.121320343596 + j2.121320343596.$$

До масштабного перетворювача 1 (фіг.1) підключають джерело високої напруги 2, напруга якого дорівнює його номінальній напрузі – 360 В та підтримується незмінною.

При вихідній напрузі \bar{U}_{C1O} джерела низької напруги 4, рівній нулю ($\bar{U}_{C1O} = 0$), вихідна напруга на низьковольтних виводах масштабного перетворювача 1 відповідно:

$$\begin{aligned} \bar{U}_{B1C1} &= \bar{U}_{AC1} / \dot{K} = 360 / 3\angle 45^\circ = 120 \angle -45^\circ = \\ &= 84.8528137423 \text{ } 85 - j84.8528137423 \text{ } 85 \text{ (В)} \end{aligned}$$

$$\bar{U}_{C2O} = \bar{U}_{B1C1} = 120 \angle -45^\circ = 84.85281374285 - j84.85281374285 \text{ (В)}.$$

Тоді:

$$\begin{aligned} \bar{U}_{AC2} &= \bar{U}_{AO} - \bar{U}_{C2O} = 360 - 120 \angle -45^\circ = 360 - 84.8528137423 \text{ } 86 + \\ &+ j84.8528137423 \text{ } 85 = 275.1471962576 \text{ } 14 + j84.8528137423 \text{ } 85 = \\ &= 287.9339525384 \text{ } 6 \angle 17.1392722377 \text{ } 56^\circ \text{ (В)}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{U}_{B2C2} &= \bar{U}_{AC2} / \dot{K} = 287.9339752553 \text{ } 846 \angle 17.1392722377 \text{ } 56^\circ / 3\angle 45^\circ = \\ &= 95.9779917512 \text{ } 82 \angle -27.8607277622 \text{ } 44^\circ = 84.8528137423 \text{ } 85 - j44.8528137423 \text{ } 85 \text{ (В)}; \end{aligned}$$

Цю напругу вимірюють та запам'ятовують за допомогою вимірювального приладу 3.

Далі проводять вимірювання вихідної напруги між низьковольтних виводів масштабного перетворювача 1 при рівності вихідної напруги \bar{U}_{C2O} джерела низької напруги 4 низькій вихідній напрузі \bar{U}_{B1C1} масштабного перетворювача 1, значення якої було визначено попередньо:

Далі визначають коефіцієнт масштабного перетворювання масштабного перетворювача за

формулою:

$$\begin{aligned} \dot{K} &= \bar{U}_{B1C1} / (\bar{U}_{B1C1} - \bar{U}_{B2C2}) = 120 \angle -45^\circ / ((84.8528137423 \text{ } 85 - \\ &- j84.8528374238 \text{ } 5) - (84.8528137423 \text{ } 85 - j44.8528137423 \text{ } 85)) = \\ &= 120 \angle -45^\circ / (0 - 40) = 120 \angle -45^\circ 40 \angle 90^\circ = 3 \angle 45^\circ. \end{aligned}$$

В іншому випадку проводять вимірювання вихідної напруги між низьковольтних виводів масштабного перетворювача 1 при рівності вихідної напруги \bar{U}_{C2O} джерела низької напруги 4 вихідній

напрузі \bar{U}_{B2C2} масштабного перетворювача 1, значення якої безпосередньо контролюється та визначається вимірювальним приладом 3:

$$\bar{U}_{C2O} = \bar{U}_{B2C2};$$

$$(\bar{U}_{AO} - \bar{U}_{B2C2}) / \dot{K} = \bar{U}_{B2C2}; \bar{U}_{AO} - \bar{U}_{B2C2} = \dot{K} \bar{U}_{B2C2}; \bar{U}_{B2C2} (\dot{K} + 1) = \bar{U}_{AO}; \bar{U}_{B2C2} = \bar{U}_{AO} / (\dot{K} + 1).$$

Тоді:

$$\begin{aligned} \bar{U}_{B2C2} &= \bar{U}_{AO} / (\dot{K} + 1) = 360 / (3 \angle 45^\circ + 1) = 360 / (3.1213203435 \text{ } 596 + \\ &+ j2.1213203435 \text{ } 596) = 360 / 3.7739423269 \text{ } 466 \angle 34.2009150815 \text{ } 38^\circ = \\ &= 95.3909648882 \text{ } 379 \angle -34.2009195081 \text{ } 5389^\circ = 78.8951535298 \text{ } 96 - j53.6189419123 \text{ } 746 \text{ (B)}. \end{aligned}$$

Далі визначають коефіцієнт масштабного перетворювання масштабного перетворювача за формулою:

$$\begin{aligned} \dot{K} &= \bar{U}_{B2C2} / (\bar{U}_{B1C1} - \bar{U}_{B2C2}) = 95.3909648882 \text{ } 379 \angle -34.2009195081 \text{ } 538^\circ / \\ &/ ((84.8528137423 \text{ } 857 - j84.8528137423 \text{ } 857) - \\ &- (78.8951535298 \text{ } 96 - j53.6189419123 \text{ } 746)) = \\ &= 95.3909648882 \text{ } 379 \angle -34.2009195081 \text{ } 538^\circ / (5.9576602124861 - \\ &- j31.233871830012) = 95.3909648882 \text{ } 379 \angle -34.2009195081 \text{ } 538^\circ / \\ &/ 31.796988296093 \angle -79.2009195081 \text{ } 538^\circ = 3 \angle 45^\circ. \end{aligned}$$

Отже, значення коефіцієнта масштабного перетворення масштабного перетворювача, що визначені при рівності значення вихідної напруги U_{C2O} джерела низької напруги 4 зі значенням вихідної напруги масштабного перетворювача U_{B1C1} , що вимірюване при рівності нулю значення вихідної напруги U_{C1O} джерела низької напруги 4 та при рівності значення вихідної напруги U_{C2O} джерела низької напруги 4 зі значенням вихідної напруги масштабного перетворювача U_{B2C2} , встановленого при зміні напруги джерела низької напруги 4, співпадають за амплітудою та фазою та визначені вірно.

Таким чином, запропонований спосіб перевірки масштабного перетворювача дозволяє проводити перевірку масштабних перетворювачів без використання допоміжного масштабного перетворювача і двох приладів порівняння при проведенні вимірю-

вань тільки при низькій напрузі. Крім того, запропонований спосіб дозволяє виключити вплив значення коефіцієнта масштабного перетворення допоміжного масштабного перетворювача на визначення значення коефіцієнта масштабного перетворення масштабного перетворювача і тому дозволяє проводити перевірку масштабного перетворювача без еталонних масштабних перетворювачів та дозволяє виключити допоміжний масштабний перетворювач. Крім того, на визначення значення коефіцієнта масштабного перетворення масштабного перетворювача не впливає значення високої напруги, так як його значення не присутнє у розрахункових формулах. Крім того, відпала необхідність використання двох вимірювальних приладів, що також прискорює процес перевірки і робить його значно ефективнішим та дешевшим.

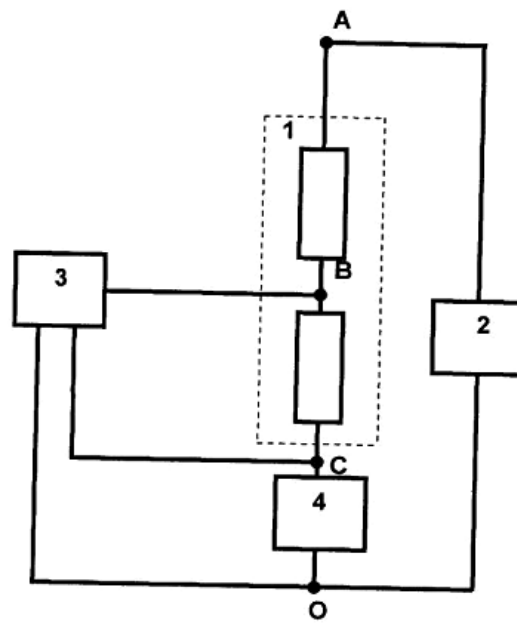
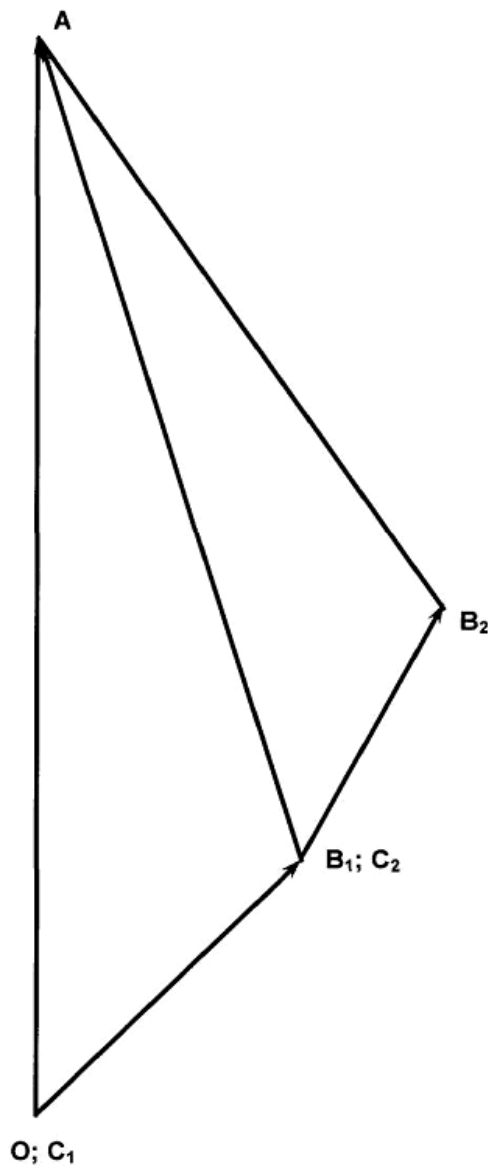
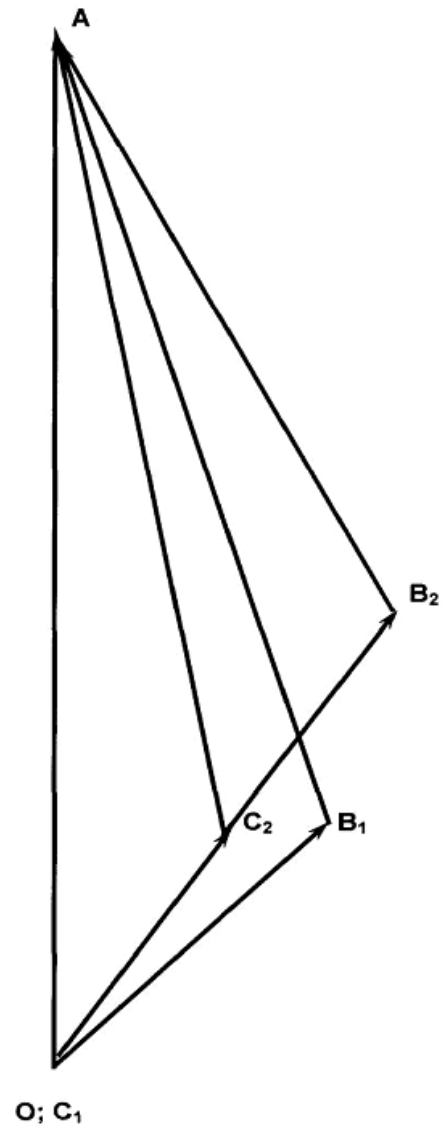


Fig. 1



Фіг. 2



Фіг. 3