



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **102360** (13) **C2**  
(51) МПК (2013.01)  
**H01F 38/00**  
**G01R 21/00**  
**G01R 22/00**  
**H01F 38/20** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД**

- (21) Номер заявки: **а 2012 12137**  
(22) Дата подання заявки: **22.10.2012**  
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: **25.06.2013**  
(41) Публікація відомостей про заяву: **11.03.2013, Бюл.№ 5**  
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: **25.06.2013, Бюл.№ 12**

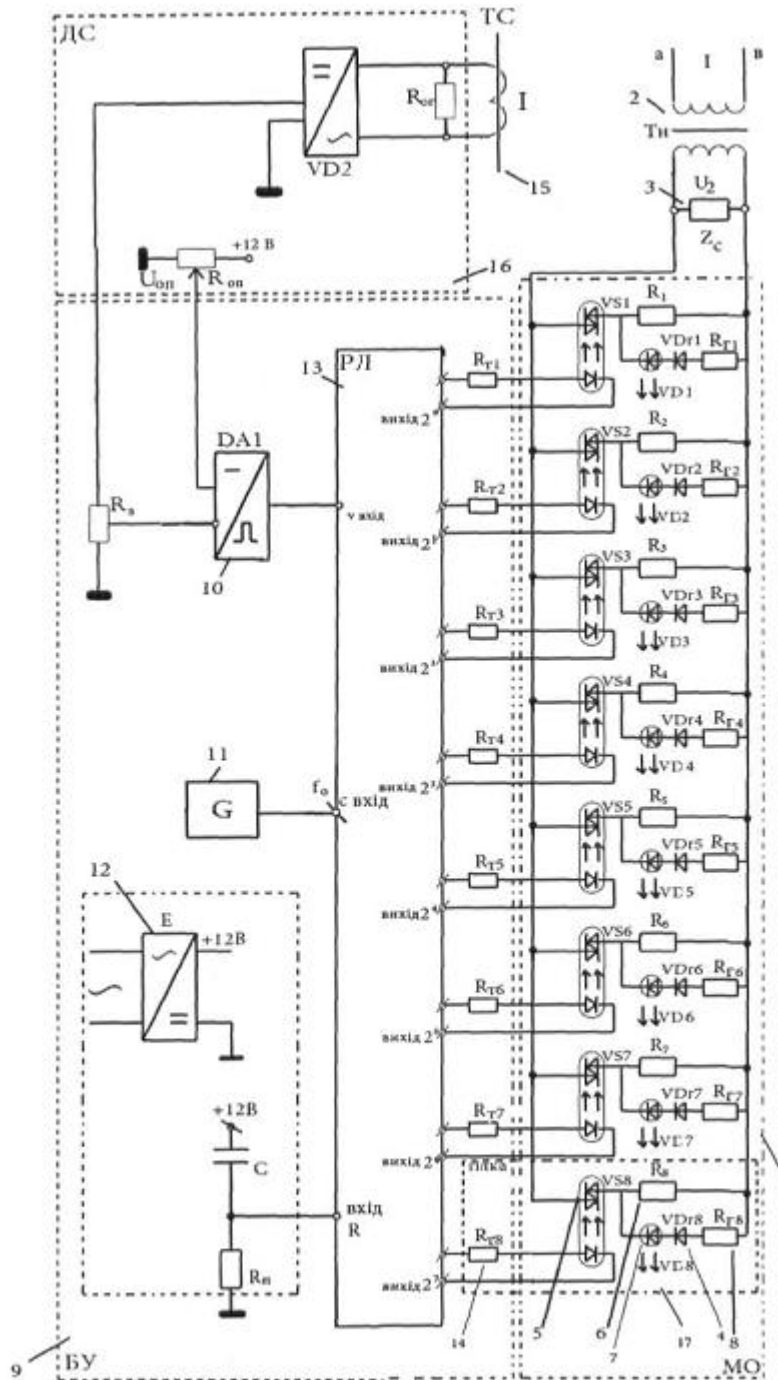
- (72) Винахідник(и):  
**Бутенко Володимир Михайлович (UA),  
Білоусов Дмитро Олександрович (UA),  
Білоусов Олександр Федорович (UA),  
Бондаренко Костянтин Станіславович (UA),  
Головка Олександра Володимирівна (UA),  
Махота Андрій Олексійович (UA),  
Скарговскій Алексєй Олєговіч (RU),  
Терьошин Віктор Миколайович (UA),  
Терьошин Олег Вікторович (UA),  
Федорова Владислава Володимирівна (UA),  
Цехмістро Роман Іванович (UA),  
Чуян Тетяна Олексіївна (UA)**
- (73) Власник(и):  
**УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ  
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ,  
пл. Фейербаха, 7, м. Харків-50, 61050 (UA)**
- (56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:  
**UA 98423 C2; 10.05.2012  
UA 93980 C2; 25.03.2011  
UA 81842 C2; 11.02.2008  
SU 985877 A; 30.12.1982  
EP 0053581 A1; 09.06.1982**

**UA 102360 C2**

**(54) ПРИСТРІЙ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ОБЛІКУ І КОНТРОЛЮ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ**

**(57) Реферат:**

Запропонований пристрій підвищує результуючу сумарну точність корекції фактичної похибки всього вимірювального комплексу у відповідності з фактичними динамічними метрологічними показниками функціонування трансформаторів напруги, струму та лічильника.



Фиг. 1

Винахід належить до електротехніки, зокрема до вимірювальних трансформаторів струму (ТС) і напруги (ТН), а також належить до електровимірювальної техніки.

Відомий спосіб і пристрій для його здійснення підвищення точності обліку і контролю електроенергії інформаційно-вимірювальним комплексом за рахунок корекції похибок трансформаторів струму і трансформаторів напруги, які входять до складу вимірювального комплексу (ВК) електроенергії [Патент UA 63600, МПК G01R 21/09. Спосіб корекції похибки вимірювального комплексу електроенергії і пристрій для його здійснення. Бюл. № 1 від 15.01.2004].

Їх недоліком є незабезпечення високої точності ВК в цілому за рахунок обліку похибок трансформатора струму і трансформатору напруги незалежно один від одного.

Найбільш близьким по технічній суті та результату, що досягається, є пристрій підвищення точності обліку та контролю електроенергії ВК, що включає вимірювання фактичних відносних похибок у діапазоні нормованих величин кожного з вимірювальних трансформаторів та встановлення їх залежностей від навантаження первинних та вторинних кіл вимірювальних трансформаторів, з можливістю отримання різних за величинами та протилежних за знаком похибок за умови виконання зазначених дій на місці встановлення та експлуатації ВК, що має завершальний динамічний етап корекції, при якому автоматично здійснюють періодичне врахування навантаження вторинних кіл трансформатора напруги у відповідальності до струму первинного кола трансформатора струму, що має блок управління (БУ), який здійснює зв'язок між давачем струму ДС, з'єднаним з вторинним колом вимірювального трансформатора струму та електронним магазином опорів МО, з'єданого з вторинним колом вимірювального трансформатора напруги ВК.

Причому блок управління (БУ) включає компаратор ДА1, генератор прямокутних імпульсів G, реверсивний лічильник РЛ, резистивну матрицю ПМ типу R-2R, операційний підсилювач ДА2 і джерело живлення E, а електронний магазин опорів МО включає два транзистора VT1 і VT2 з базо-емітерним управлінням. [Патент UA № 98423, H01F 38/00. Пристрій підвищення точності обліку і контролю електроенергії вимірювальним комплексом. Бюл. № 9 від 10.05.2012].

Недоліком пристрою підвищення точності обліку і контролю електроенергії ВК є: незабезпечення високої і точності ВК в цілому, що відбувається за рахунок обліку похибок трансформатора струму і трансформатора напруги, незалежно один від одного, та за рахунок можливого чистого виходу з строю електронного магазину опорів МО. Це відбувається через те, що регулювання діючого значення змінного струму у вторинній обмотці трансформатора напруги ТН у такому пристрої проходить шляхом зміни провідності (опір) транзистора VT1 з'єданого послідовно з вторинною обмоткою через випрямлювач VD1. Але, як було встановлено експериментом, цей транзистор нагрівається протікаючим через нього струмом, після чого втрачає керування, а в деяких випадках виходить з ладу, так як струм через транзистор VT1 може досягати 4-5 А при напрузі 100 В. В цьому випадку не буде працювати завершальний етап корекції навантаженням вторинних кіл ТН у відповідності до струму первинного кола трансформатора струму ТС. Точність обліку і контролю електроенергії ВК різко погіршиться.

Задачею винаходу є створення пристрою динамічного підвищення точності обліку і контролю електроенергії ВК. Для цього електронний магазин опорів МО 1 включає паралельне з'єднання гілок 17, кожна з яких має послідовне з'єднання оптосемістора 5 та резистора 6, паралельно якому йде послідовне з'єднання світлодіода 7, діода 4 та резистора 8, а його блок управління (БУ) 9 включає компаратор ДА1 10, генератор прямокутних імпульсів G 11 і реверсивний двійковий лічильник РЛ 13, вихід кожного розряду якого підключений через резистор 14 до керуючого кола оптосемістора відповідної гілки електронного магазину опорів МО.

Причинно-наслідковий зв'язок між сукупністю істотних ознак винаходу і технічного результату, який досягається, полягає в наступному. Транзисторний опір електронного магазину опорів МО на двох транзисторах з базо-емітерним управлінням замінюється на резистивний опір з паралельним з'єднанням гілок, кожна з яких має послідовне з'єднання оптосемістора та резистора, паралельно якому йде послідовне з'єднання світлодіода, діода та резистора.

Залежність похибки ТН від потужності навантаження носить лінійний характер і при номінальній потужності навантаження похибка напруги  $\delta_U$  знаходиться в негативній області. При зменшенні потужності до чверті номінальної потужності  $\delta_U$  стає позитивною та прагне до верхньої межі похибки, що припускається, за стандартом на ТН. При такій потужності навантаження похибка ТС  $\delta_I$  може перевищувати мінус 10 %. Враховуючи, що  $\delta_U$  і  $\delta_I$  мають протилежні знаки, то, проводячи корекцію вторинного кола ТН (зміна опору) на місце установки

та експлуатації ВК обліку та контролю електроенергії, можна досягти рівності погрешностей ТС і ТН, тобто  $\delta_U + \delta_I \approx 0$  для конкретного значення струму у колі постачання. При зміні струму в колі постачання необхідна нова корекція вторинного кола ТН, тобто нове значення опору вторинного кола ТН. Таку автоматичну корекцію вторинного кола ТН у залежності від значення струму в колі постачання забезпечує запропонований пристрій.

Таким чином сукупність істотних ознак запропонованого пристрою підвищення точності обліку і контролю електроенергії ВК забезпечує отримання рівних за величинами та протилежних за знаком похибок по всьому діапазоні нормованих струмів ТС за умови виконання зазначених дій на місці встановлення та експлуатації ВК. У цьому випадку систематична похибка всього комплексу визначатиметься похибкою тільки лічильника електроенергії. За рахунок цього підвищується точність обліку електроенергії.

На кресленні приведена функціонально-принципова схема пристрою підвищення точності обліку та контролю електроенергії ВК, яка включає електронний магазин опорів МО 1, з'єднаний з вторинною обмоткою ТН 2 ( $Z_c$  - опір лічильника електроенергії ВК), датчик струму ДС 16, з'єднаний з вторинною обмоткою ТС 15 і з'єднуючий їх блок управління (БУ) 9.

Пристрій працює наступним чином. Електронний магазин опорів МО 1 послідовно з'єднаний з вторинною обмоткою трансформатора напруги ТН 2, що регулює її струм відповідно до струму, що проходить по первинній обмотці трансформатора струму ТС 15. Для підвищення надійності й точності пристрою на кресленні вводиться імпульсно-цифрове управління струмом вторинної обмотки ТН 2. В цій схемі змінний опір МО 1 виконується оптосемісторами VS1÷VS8 5, в анодних колах яких встановлені резистори  $R_1 \div R_8$  6. Величини цих резисторів змінюється дискретно за подвійним законом в 2, 4, 8...128 раз. Оптосемістори VS1÷VS8 5 управляються через резистори  $R_T$  14, входи яких приєднані до розрядних виходів реверсивного лічильника РЛ 13 блока управління (БУ) 9. Причому сигнал з молодшого розряду лічильника РЛ 13 управляє оптосемістором VS1, в анодному колі якого встановлено максимальний по величині опір  $R_1$ . Це дає можливість регулювати струм у вторинній обмотці трансформатора напруги ТН 2 по закону:

$$i = \frac{U_2}{R_1} \cdot (Z_1 + 2Z_2 + 4Z_3 + \dots + 128Z_8),$$

де:  $U_2$  - миттєве значення напруги у вторинній обмотці ТН;

$R_1$  - максимальне значення опору оптосемістора VS1, що управляються через  $R_T$  молодшим розрядом лічильника РЛ;

$Z_1 \div Z_8$  - постійні величини, що залежать від стану відповідних розрядів РЛ і приймають значення 0 або 1.

В цьому випадку похибка регулювання струму може дорівнювати:

$$\delta = \pm \frac{U_2}{R_1}.$$

Генератор імпульсів G 11, працюючого з частотою  $f_0$  визначає темп роботи пристрою. Частота  $f_0$  може знаходитися в межах 0,1 до 10 Гц.

По входу "V" реверсивний лічильник РЛ 13 переходить у режим накопичення або зменшення значення. Коли компаратор DA1 10 на вході "V" видає логічну одиницю  $V=1$  РЛ 13 збільшує значення подвійного числа імпульсів, що прийшли з генератора G 11. В випадку  $V=0$  відбувається зменшення значення подвійного числа. Вихідний канал з компаратора DA1 (0 або 1) залежить від співвідношення напруги  $U_{оп}$  і  $U_T$  пропорціональних опорній напрузі й величині струму у вторинній обмотці трансформатора струму ТС 15.

Струм в оптосемісторах пульсуючий, змінюється від нуля до максимального значення по синусоїдальному закону і потім знову до нуля. Виключення оптосемісторів відбувається в момент, коли анодний струм становиться менше струму утримання.

Для візуального контролю процесу регулювання паралельно обмежувальним резисторам  $R_1 \div R_8$  6 під'єднані гілки індикації стану, що складаються з світлодіоду VD8 7, діоду VD<sub>г8</sub> 4 і обмежувальних резисторів  $R_{г8}$  8.

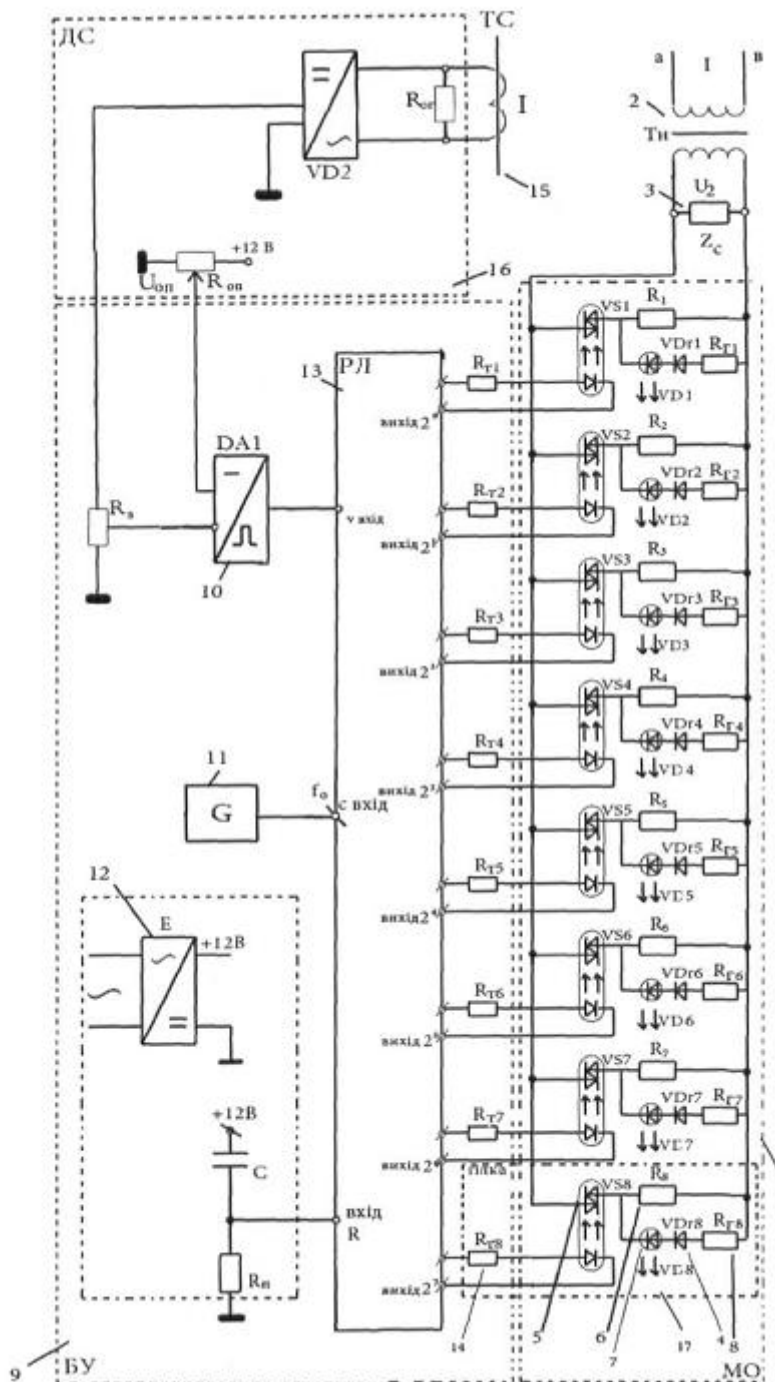
Таким чином запропонований пристрій автоматично здійснює зв'язок між опором вторинної обмотки ТН з величиною струму, що протікає в колі електропостачання через кожні

$$\frac{1}{2^8} = \frac{1}{256} \text{ с} \approx 3.9 \text{ мс} \quad (\text{при } n=8). \quad \text{Якщо } n=4, \text{ то зв'язок буде здійснюватися через}$$

$$\frac{1}{2^4} = \frac{1}{16} \text{ с} \approx 62.5 \text{ мс}.$$

## ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Пристрій підвищення точності обліку та контролю електроенергії вимірювальним комплексом, що включає блок управління (БУ), який здійснює зв'язок між давачем струму (ДС), з'єднаним з вторинним колом вимірювального трансформатора струму та електронним магазином опорів (МО), з'єднаним з вторинним колом вимірювального трансформатора напруги вимірювального комплексу, при цьому виконання вимірювання фактичних відносних похибок у діапазоні нормованих величин кожного з вимірювальних трансформаторів та встановлення їх залежностей від навантаження первинних та вторинних кіл вимірювальних трансформаторів, з можливістю отримання різних за величинами та протилежних за знаком похибок, здійснюється за умови автоматичного періодичного врахування навантаження вторинних кіл трансформатора напруги у відповідності до струму первинного кола трансформатора струму, який **відрізняється** тим, що електронний магазин опорів (МО) має паралельне з'єднання гілок, кожна з яких має послідовне з'єднання оптосемістора та резистора, паралельно якому підключено послідовне з'єднання резистора, діода і світлодіода.
2. Пристрій підвищення точності обліку та контролю електроенергії за п. 1, який **відрізняється** тим, що включає компаратор DA1, генератор прямокутних імпульсів G, джерело живлення E і реверсивний двійковий лічильник (РЛ) з'єднаний з резистором R<sub>T</sub>, другий кінець якого підключений до управляючого електроду оптосемістора відповідної гілки електронного магазину опорів (МО).



Комп'ютерна верстка А. Крулевський

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601