



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **98423** (13) **C2**
(51) МПК (2012.01)
H01F 38/00
H01F 38/20 (2006.01)
G01R 21/00
G01R 22/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

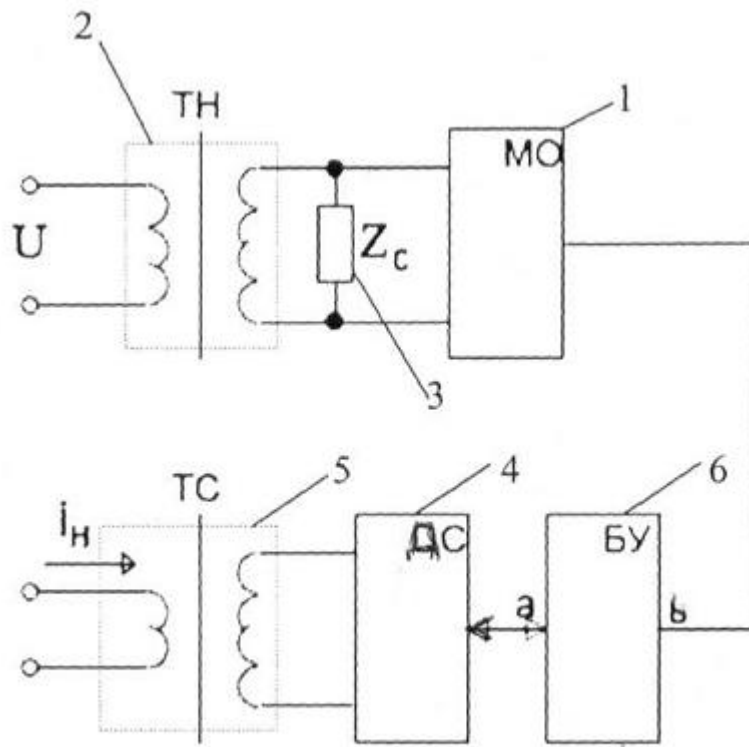
<p>(21) Номер заявки: а 2011 05679</p> <p>(22) Дата подання заявки: 04.05.2011</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 10.05.2012</p> <p>(41) Публікація відомостей про заявку: 10.01.2012, Бюл.№ 1</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.05.2012, Бюл.№ 9</p>	<p>(72) Винахідник(и): Бутенко Володимир Михайлович (UA), Білоусов Олександр Федорович (UA), Головко Олександра Володимирівна (UA), Терьошин Віктор Миколайович (UA), Скарговский Алексєй Олегович (RU), Терьошин Олег Вікторович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ, пл. Фейєрбаха, 7, м. Харків-50, 61050, Україна (UA)</p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 93980 C2, 25.03.2011 UA 91804 C2, 25.08.2010 UA 63600 A, 15.01.2004 US 7305310 B2, 04.12.2007 US 7212931 B2, 01.05.2007 US 4896106 A, 23.01.1990 JP 59031457 A, 20.02.1984</p>
---	---

(54) ПРИСТРІЙ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ОБЛІКУ І КОНТРОЛЮ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

(57) Реферат:

Винахід належить до електровимірювальної техніки, а більш конкретно - до взаємодії вимірювальних трансформаторів струму (ТС) і напруги (ТН). Пристрій підвищення точності обліку та контролю електроенергії підвищує результуючу сумарну точність корекції фактичної похибки всього вимірювального комплексу у відповідності з фактичними динамічними метрологічними показниками трансформаторів напруги, струму та лічильника. Це дозволяє зменшити сумарну похибку вимірювання обсягу електроенергії практично до похибки, що залежить тільки від похибки лічильника електроенергії.

UA 98423 C2



Фиг. 1

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

Відомий спосіб підвищення точності обліку і контролю електроенергії інформаційно-вимірювальним комплексом за рахунок корекції похибок трансформаторів струму і трансформаторів напруги, які входять до складу вимірювального комплексу електроенергії [Деклараційний патент UA 63600, МПК G01 R21/09. Спосіб корекції похибки вимірювального комплексу електроенергії і пристрій для його здійснення. Бюл. №1 від 15.01.2004].

Їх недоліками є незабезпечення високої точності вимірювального комплексу в цілому за рахунок обліку похибок трансформатора струму і трансформатора напруги незалежно один від одного.

Відомий спосіб підвищення точності обліку та контролю електроенергії вимірювальним комплексом, 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 урахуванням яких корегують величини навантаження вторинних кіл або за допомогою виткової корекції вимірювальних трансформаторів, з можливістю отримання рівних за величинами та протилежних за знаком похибок за умови виконання зазначених дій на місці встановлення та експлуатації вимірювального комплексу, окрім того, завершальний етап корекції проводять навантаженням вторинних кіл трансформатора напруги ТН у відповідності до струму первинного кола трансформатора струму ТС [Патент UA 91804, МПК (2009) H01F 38/00. Спосіб підвищення точності обліку і контролю електроенергії вимірювальним комплексом. Бюл. №18 від 25.08.2010].

Недоліком такого способу підвищення точності обліку і контролю електроенергії вимірювальним комплексом належить те, що його точність залежить від значення струму в колі електропостачання. Так як похибка вимірювання трансформатора струму ТС на нормованій ділянці залежності первинного струму (0,2 - 1,2) від номінального практично не змінюється, то похибка вимірювання трансформатора напруги ТН на такій ділянці змінювання первинного струму значно змінюється. Тобто для підтримання рівних за величинами та протилежних за знаком похибок вимірювальних трансформаторів необхідно для кожного значення первинного струму у вимірювального ТС змінювати опір вторинного кола вимірювального ТН. Але пристрою для такого змінювання немає.

Найбільш близьким по технічній суті та результату, що досягається, є пристрій підвищення точності обліку та контролю електроенергії вимірювальним комплексом ВК, що має лічильник електроенергії, вимірювальні трансформатори струму ТС і напруги ТН, давач струму ДС, з'єднаний з вторинним колом вимірювального трансформатора струму ТС, електронний магазин опорів МО, з'єднаний з вторинним колом вимірювального трансформатора напруги ТН і блок управління БУ, який автоматично здійснює зв'язок між давачем струму ДС та електронним магазином опорів МО [Патент UA № 93980, МПК⁹ H01F 38/00; H01F 38/20; H01F 38/28; G01R 21/00; G01R 21/06; G01R 22/00 // Спосіб підвищення точності обліку і контролю електроенергії вимірювальним комплексом Бутенко Володимир Михайлович (UA); Білоусов Олександр Федорович (UA); Скарговский Алексей Олегович (RU); Терьюшин Олег Вікторович заявл, № а 2010 09448 від 28.07.2010; Опубл. 25.03.2011, Бюл. № 6, 2011 - 6 с].

Недоліком такого пристрою підвищення точності обліку й контролю електроенергії вимірювальним комплексом ВК належить те, що немає структурної та принципової схеми блока управління БУ, що автоматично здійснює періодичне врахування та включення навантаження вторинних кіл трансформатора напруги ТН у відповідності до струму первинного кола трансформатора струму ТС.

Задачею винаходу є створення пристрою динамічного підвищення точності обліку і контролю електроенергії вимірювальним комплексом ВК. Для цього блок управління БУ включає компаратор ДА1, генератор прямокутних імпульсів G, реверсивний двійковий лічильник імпульсів РЛ, резистивну матрицю РМ типу R-2R, операційний підсилювач ДА2 і джерело живлення Е та з'єднані таким чином, що вхід "а" приєднаний через резистор R₁₀ на перший вхід компаратора ДА1, вихід останнього через резистор R₁₃ приєднаний на вхід лічильника імпульсів РЛ, що виходами приєднаний до резистивної матриці РМ, яка в свою чергу приєднана до входу компаратора ДА2, а вихід ДА2 через резистор R₁₅ на інвертуючий вхід компаратора ДА2 та через резистор R₁₆ на корпус, а також з виходу ДА2 через резистор R₁₁ на другий інвертуючий вхід компаратора ДА1 та через R₁₂ на корпус, а також вихід ДА2 на вихід блока "b". БУ по встановлених у результаті метрологічних вимірювань залежностях похибок вимірювального ТС від величини струму в лінії електропостачання та похибок вимірювального трансформатора напруги ТН від величини навантаження його вторинних кіл, в якому за рахунок автоматичної

корекції опором вторинних кіл вимірювального ТН забезпечується динамічне зменшення їх сумарної алгебраїчної похибки вимірювання до рівня, близького нулю.

Причинно-наслідковий зв'язок між сукупністю істотних ознак винаходу і технічного результату, який досягається, полягає в наступному. Залежність похибки ТН від потужності навантаження носить лінійний характер і при номінальній потужності навантаження похибки напруги δ_U знаходиться в негативній області. При зменшенні потужності до чверті номінальної потужності δ_U стає позитивною та наближається до верхньої межі похибки, що припускається, за стандартом на ТН. При такій потужності навантаження похибка ТС δ_I може перевищувати мінус 10 %. Враховуючи, що δ_U і δ_I мають протилежні знаки, то проводячи корекцію вторинного кола ТН (зміна опору) на місце установки та експлуатації вимірювального комплексу обліку та контролю електроенергії можна досягти рівності похибок ТС і ТН тобто $\delta_U + \delta_I \approx 0$ для конкретного значення струму у колі постачання. При зміні струму у 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 вимірювальним комплексом забезпечує отримання рівних за величинами та протилежних за знаком похибок по всьому діапазону нормованих струмів ТС за умови виконання зазначених дій на місці встановлення та експлуатації вимірювального комплексу. У цьому випадку систематична похибка всього комплексу визначатиметься похибкою тільки лічильника електроенергії. За рахунок цього підвищується точність обліку електроенергії.

Фіг. 1 - функціональна схема пристрою підвищення точності обліку та контролю електроенергії вимірювальним комплексом ВК.

Фіг. 2 - принципова схема електронного магазину опорів МО.

Фіг. 3 - принципова схема датчика струму ДС.

Фіг. 4 - принципова схема блока управління БУ.

Пристрій підвищення точності обліку та контролю електроенергії вимірювальним комплексом ВК, складається з електронного магазину опорів МО 1, який з'єднаний з вторинною обмоткою ТН 2 (Z_c - опір лічильника електроенергії ВК 3), датчика струму ДС 4, який з'єднаний з вторинною обмоткою ТС 5 і з'єднуючий їх блок управління БУ 6. Електронний магазин опорів МО 1 з навантаженням 3 - вторинної обмотки ТН 2, яка складається з двох транзисторів VT1 - 7 і VT2 8 та поєднана з діодним мостом 9, низькочастотним фільтром R_5C_2 10. Датчик струму ДС 4 складається з двопівперіодного випрямляча 11 та навантаженого опором R_6 12 фільтруючим конденсатором C_3 13, дільником $R_7-R_8-R_9$ 14. Блок управління БУ 6 включає компаратор DA1 27, опір R_{10} 15, обмежуючий резистор R_{13} 16, стабілітрон VD3 17, генератор прямокутних імпульсів G 18, реверсивний двійковий лічильник РЛ 19, резистивну матрицю PM 20 типу R-2R, підключену через електронні ключі, опорною напругою $U_{оп}$ 21, операційний підсилювач DA2 22 та джерела живлення E 23, резистивний дільник $R_{11}-R_{12}$ 24, вихідний потенціал блока управління $U_{упр}$ 25, диференційне коло C_4R_{14} 26.

Пристрій працює наступним чином. Біполярний транзистор VT1 7, що регулює струм вторинної обмотки трансформатора напруги ТН 2 (фіг. 2), відмінно струму, що проходить по первинній обмотці трансформатора струму ТС 5, управляється по базоемітерному колу транзистором VT2 8. Управляючий сигнал на цей транзистор 8 приходить з блока управління БУ 6 через вихід «b» (фіг. 1) та низькочастотний фільтр R_5C_2 10 (фіг. 2). Управління відбувається так, що струм через транзистор VT1 7 (фіг. 2) завжди пропорційний струму I_n . Джерело струму складається з навантаженого опору R_6 12 та двопівперіодного випрямляча VD2 11 з фільтруючим конденсатором C_3 13, підключеного до дільника $R_7-R_8-R_9$ 14 (фіг. 3). Сигнал, що знімається з дільника $R_7-R_8-R_9$ 14, подається на вхід «а» БУ 6 (фіг. 3), а саме через опір R_{10} 15 на неінвертуючий вхід компаратора DA1 27 (вихід «а» фіг. 4). Вихід компаратора DA1 27 через обмежуючий резистор R_{13} 16 - стабілітрон VD3 17 приєднуються до управляючого входу V реверсивного двійкового лічильника РЛ 19 (фіг. 4). В тому випадку, коли $U_a > U_{a1}$ на виході компаратора DA1 27 з'являється логічна одиниця і РЛ 19 переходить в режим накопичувача імпульсів, що надходять з генератора G 18. Кожний розряд РЛ 19 підключений до відповідних резисторів резистивної матриці PM 20 через електронні ключі. Електронний ключ буде знаходитися у замкнутому стані в тому випадку, коли у відповідному розряді РЛ 19 буде записана логічна одиниця. Величина опорів PM 20 залежить від рангу двійкових розрядів РЛ 19. Чим більше двійкове число буде записане в РЛ 19, тим менше буде опір PM 20. Отже, струм через матрицю буде визначатися двійковим числом імпульсів, записаних в РЛ 19 та опорною напругою $U_{оп}$ 21.

Підсумування вихідних струмів матриці та подальше перетворення струму в напругу виконує операційний підсилювач DA2 22 (фіг. 4). Вихідна напруга на виході DA2 22 завжди буде рівною,

$$U_{\text{впр}} = \Delta U \cdot N,$$

де: $\Delta U = \frac{U_{\text{оп}}}{2^n}$ - напруга, що з'являється на виході при вмиканні наймолодшого розряду РЛ;

5 N - значення двійкового коду, що записаний в даний момент в РЛ;

n - число двійкових розрядів РЛ.

Вихідний сигнал DA2 22 одночасно подається на вихід «b» та на інвертуючий вхід компаратора DA1 27 через резистивний дільник R₁₁-R₁₂ 24 (фіг. 4). Збільшення числа імпульсів в РЛ 19 приводить до збільшення U_{впр} 25, при цьому більше відкриваються транзистори VT2 8, VT1 7 (фіг. 2). Збільшується струм у вторинній обмотці ТН 2 (зменшується опір).

10

Збільшення U_{впр} 25 приводить до збільшення U_{а1}. В момент, коли U_а < U_{а1}, на виході компаратора DA1 27 (фіг. 4), з'явиться логічний нуль, який переведе РЛ 19 в режим зменшення числа імпульсів. Цей стан РЛ 19 приведе до зменшення U_{впр} 25 та струму у вторинній обмотці ТН 2 (збільшується опір).

15

При незмінному значенні I_н настане стан динамічної рівності, коли струм у вторинній обмотці ТН 9 не буде змінюватися.

Таким чином блок управління БУ 6 стежить за будь-якою зміною струму навантаження I_н та автоматично регулює відповідний струм (опір) у вторинній обмотці ТН 9.

20

Початкова установка лічильника РЛ 19 по пріоритетному входу R здійснюється диференційним колом C₄R₁₄ 26 (фіг. 4) у момент включення джерела живлення E 23.

Виникає струм заряду ємкості C₄, який обумовлює появу короткого імпульсу напруги на резисторі R₁₄ 26 та вході R (фіг. 4). Після закінчення дії імпульсу лічильник РЛ 19 розпочинає рахування імпульсів, що приходять з генератора G 18 на вхід С 28 (фіг. 4).

25

Таким чином запропонований пристрій автоматично здійснює зв'язок між опором вторинної обмотки ТН 2 з величиною струму, що протікає в колі електропостачання через кожні

$$\frac{1}{2^8} = \frac{1}{256} \text{ с} \approx 3,9 \text{ мс} \text{ (при } n=8\text{)}. \text{ Якщо } n=4, \text{ то зв'язок буде здійснюватися через } \frac{1}{2^4} = \frac{1}{16} \text{ с} \approx 62,5 \text{ мс}.$$

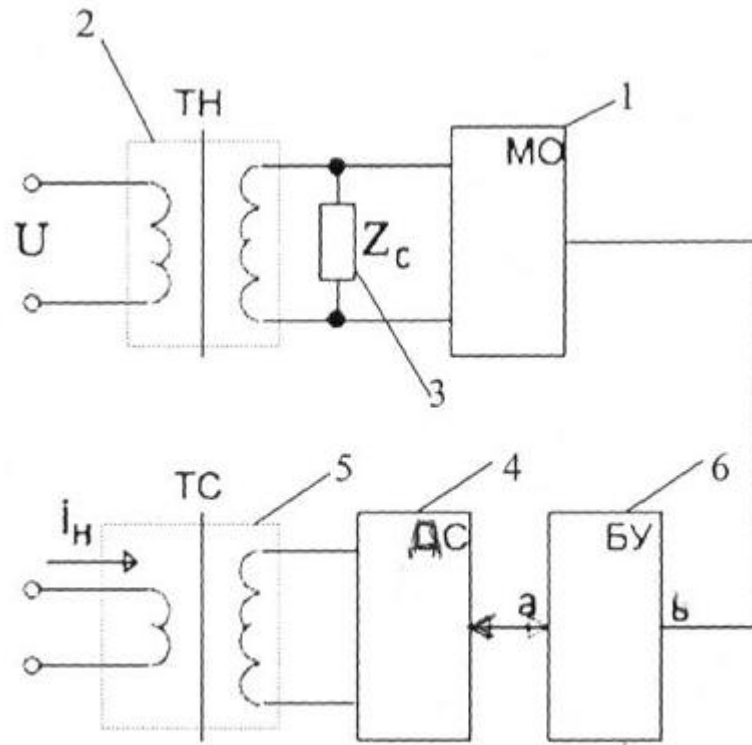
ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

30

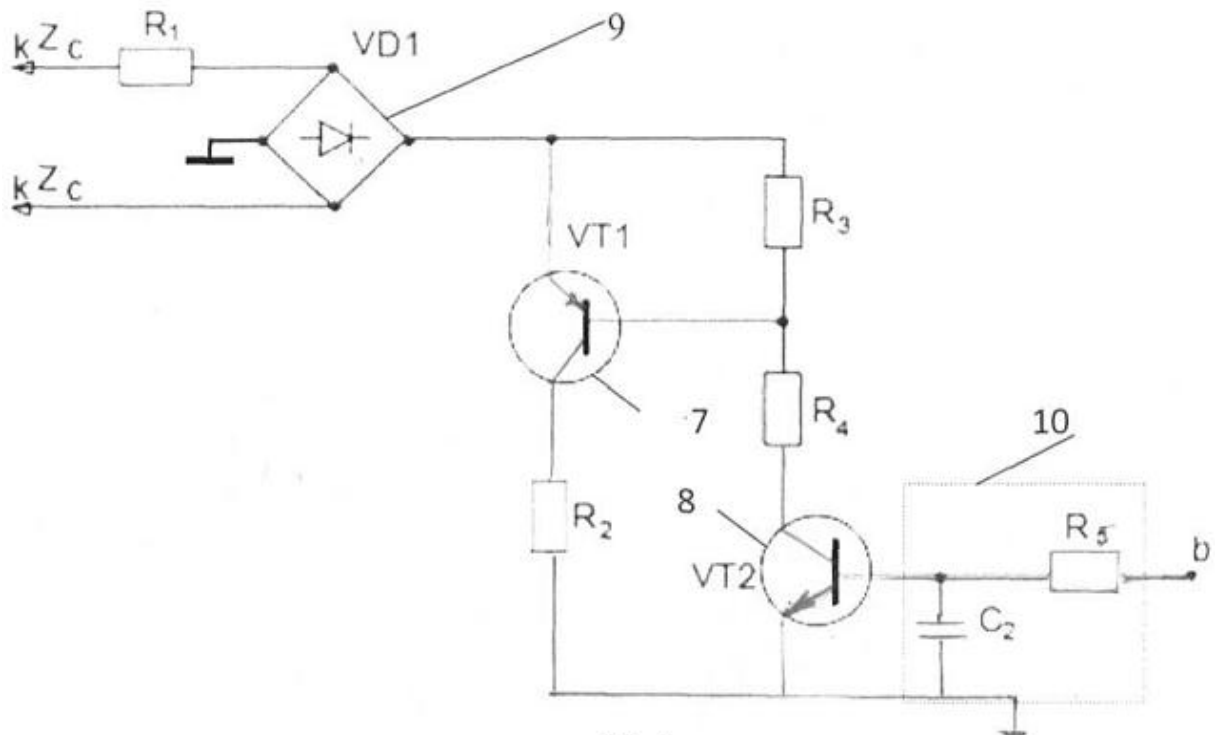
Пристрій підвищення точності обліку та контролю електроенергії вимірювальним комплексом (ВК), що має лічильник електроенергії, вимірювальні трансформатори струму (ТС) і напруги (ТН), давач струму (ДС), з'єднаний з вторинним колом вимірювального трансформатора струму (ТС), електронний магазин опорів (МО), з'єднаний з вторинним колом вимірювального трансформатора напруги (ТН) і блок управління (БУ), який автоматично здійснює зв'язок між давачем струму (ДС) та електронним магазином опорів (МО), який **відрізняється** тим, що блок управління (БУ) включає компаратор DA1, генератор прямокутних імпульсів G, реверсивний двійковий лічильник імпульсів РЛ, резистивну матрицю РМ типу R-2R, операційний підсилювач DA2 і джерело живлення E, з'єднані таким чином, що вхід "a" приєднаний через резистор R₁₀ на перший вхід компаратора DA1, вихід останнього через резистор R₁₃ приєднаний на вхід лічильника імпульсів (РЛ), що виходами приєднаний до резистивної матриці (РМ), яка в свою чергу приєднана до входу компаратора DA2, а вихід DA2 через резистор R₁₅ - до інвертуючого входу компаратора DA2 та через резистор R₁₆ - до корпусу, а також з виходу DA2 через резистор R₁₁ до другого інвертуючого входу компаратора DA1 та через R₁₂ - до корпусу, а також вихід DA2 - до виходу блока "b".

35

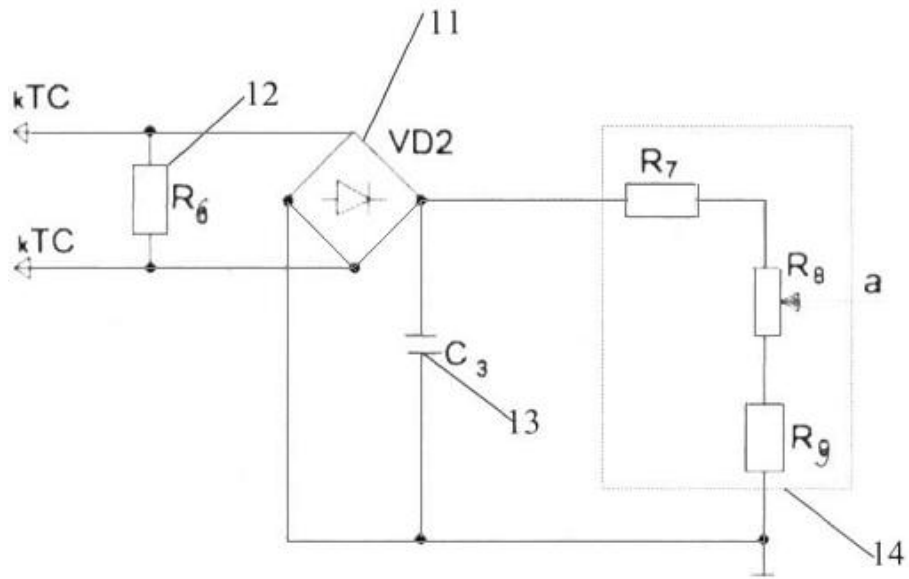
40



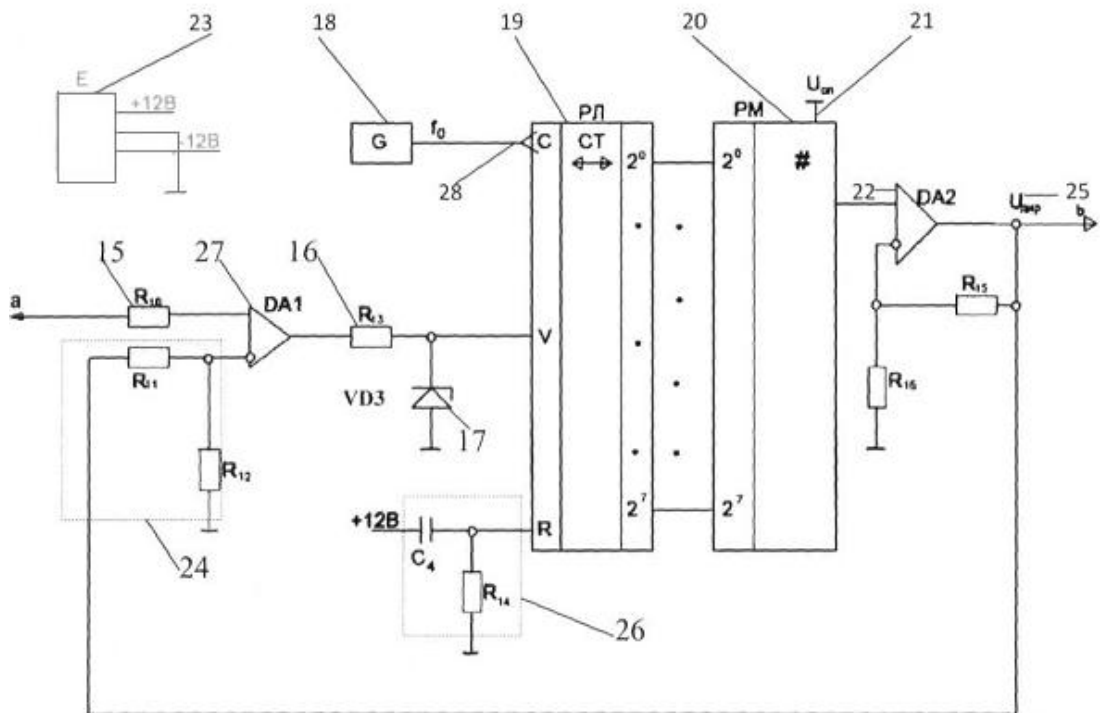
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

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