



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 80325

(13) C2

(51) МПК (2006)

G01R 27/02

G01R 31/08

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) АНАЛІЗАТОР ОПОРУ ДВОПРОВІДНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ ДО 1000 В

1

2

(21) а200508664

(22) 12.09.2005

(24) 10.09.2007

(46) 10.09.2007, Бюл. № 14, 2007 р.

(72) Гудим Василь Ілліч, Рудик Юрій Іванович,
Столярчук Петро Гаврилович, Ванько Володимир
Михайлович

(73) ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ МНС УКРАЇНИ

(56) SU 879516, 07.11.1981

US 2003/0112015 A1, 19.06.2003

(57) Аналізатор опору двопровідних електричних мереж до 1000 В, що містить схему підключення, що під'єднується до об'єкта контролю, блок комутації, перший вихід якого під'єднаний до першого входу схеми підключення, джерело струму, з'єднане своїми виходами з першими входами аналізу блока комутації, який **відрізняється** тим, що в нього додатково введені послідовно з'єднані генератор зразкової напруги і схема захисту, послідовно з'єднані інформаційний комутатор, аналого-цифровий перетворювач і блок обчислення, а також пристрій відображення інформації, пристрій оперативної пам'яті, схема задання режиму, перший і другий блоки встановлення, причому другий вихід блока комутації підключений до другого входу схеми підключення, перший та другий виходи якої з'єднані відповідно з першим та другим інформаційними входами інформаційного комутатора, перший і другий входи керування якого підключені відповідно до першого і другого керуючих виходів

блока обчислення, третій керуючий вихід якого з'єднано з входом керування аналого-цифрового перетворювача, а шина даних і керування та шина обміну блока обчислення підключені відповідно до пристрою відображення інформації та пристрою оперативної пам'яті, схема задання режиму через шину керування під'єднана до першого входу керування блока обчислення, четвертий, п'ятий і шостий керуючі виходи блока обчислення підключені відповідно до першого, другого і третього входів першого блока встановлення, а сьомий, восьмий і дев'ятий керуючі виходи блока обчислення аналогічно - до першого, другого і третього входів другого блока встановлення, перший і другий виходи якого з'єднані з першим і другим входом керування джерела струму, а третій, четвертий і п'ятий виходи другого блока встановлення - відповідно з першим входом керування блока комутації та з першим і другим входами керування схеми підключення, другий вхід керування блока обчислення підключено до першого виходу першого блока встановлення, другий, третій, четвертий, п'ятий і шостий виходи якого з'єднані відповідно з першим і другим входами керування генератора зразкової напруги, другим входом керування блока комутації, третім входом керування схеми підключення та четвертим входом другого блока встановлення, керуючий вихід схеми захисту підключено до четвертого входу першого блока встановлення, а десятій керуючий вихід блока обчислення з'єднано з четвертим входом схеми підключення.

Винахід відноситься до області електровимірювальної техніки і може бути використаний для контролю і дослідження функціонального та аварійного стану різного виду електричних мереж, в тому числі адміністративних, громадських, житлових і побутових будинків.

Відомі аналогічні пристрої для дослідження опору електричної мережі. Наприклад, відомий прилад, призначений для вимірювання перехідного опору контактних з'єднань, який має у своєму складі стабілізований перетворювач, пускову схе-

му, комутатор, інтегратор та стрілковий індикатор [Волович Г. І., Клиначев Н. В. Прибор для контроля переходного сопротивления контактных соединений. - М.: Энергоатомиздат, // Энергетик. - 1995. - №2. - с.20-21].

Недоліками даного приладу є низька точність вимірювання опору та обмежені функціональні можливості через відсутність контролю опору ізоляції мережі.

Відомий пристрій для вимірювання опору ізоляції електрообладнання до 1000В, який має у

(13) C2

(11) 80325

(19) UA

своєму складі джерело постійної напруги та мегаомметр [Охрана труда в электроустановках: учебник для вузов / Под ред. Б.А. Князевского. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 336с, рис.10.3, с.119].

Недоліками даного пристрою є низька точність вимірювання опору ізоляції деяких видів мереж (побутових і освітлювальних) через невідповідність умов вимірювань до реальної ситуації, за якої здійснюється робота даної мережі, надмірні енергетичні витрати під час вимірювань та обмежені функціональні можливості через наявність контролю лише параметрів ізоляції.

Найближчим до запропонованого аналізатора є пристрій для вимірювання перехідних опорів контактів комутаційної апаратури мікроомметр М-1 [Переносные устройства для наладки электроустановок / О.А.Гильчер, А.К.Кудрявцев, В.П.Кудряков, В.Г.Попов. - М.: Энергия, 1980. - 88с. - Серия „Библиотека электромонтера“, вып.506, рис.26, с.62-68], що містить схему підключення, з'єднану з об'єктом контролю, блок комутації, перший вихід якого під'єднаний до першого входу схеми підключення, джерело струму, з'єднане своїми виходами з першими входами аналізу блоку комутації.

Структура відомого мікроомметра М-1 забезпечує вимірювання перехідного опору за принципом вольтметра-амперметра по чотирипровідній схемі. При незмінній силі струму $I=1$ А у вимірювальному колі напруга на потенціальних входах пристрою чисельно дорівнює величині опору. Методом безпосереднього відліку знімаються покази вимірюного опору із шкали вольтметра. Це не дає можливості точно оцінити та проаналізувати реальний стан опору розгалуженої розподільчої мережі і виявити місця погіршення стану контактних з'єднань, що дозволило б запобігти роботі електромережі у пожежонебезпечному режимі із значними втратами на нагрівання таких ділянок. Крім того, необхідний одночасний контроль стану ізоляції тієї ж мережі, що дозволить провести комплексний аналіз якості функціонування та протипожежного стану електропроводок розподільчих мереж.

Отже, даний прототип має обмежені функціональні можливості для вимірювань і контролю розгалужених електричних мереж та стосовно перевірки стану ізоляції останніх. На підставі вищевикладеного з'являється потреба у повнішому аналізі різних параметрів електропроводок, які визначають їх стан пожежної безпеки.

В основу винаходу поставлене завдання створити аналізатор опору дво-провідних електричних мереж громадських та житлових будівель із розширеними функціональними можливостями, у якому завдяки введенню нових елементів та зв'язків забезпечується ефективна методика контролю і вимірювання параметрів опору, що свідчать про функціональний стан електромережі, а також гарантується оцінка показників пожежної безпеки електропровідних ліній під час їх експлуатації.

Поставлене завдання досягається за рахунок того, що в аналізатор опору двопровідних електричних мереж, що містить схему підключення,

з'єднану з об'єктом контролю, блок комутації, перший вихід якого під'єднаний до першого входу схеми підключення, джерело струму, з'єднане своїми виходами з першими входами аналізу блоку комутації, згідно винаходу, додатково введені послідовно з'єднані генератор зразкової напруги і схему захисту, послідовно з'єднані інформаційний комутатор, аналого-цифровий перетворювач і блок обчислення, а також, пристрій відображення інформації, пристрій оперативної пам'яті, схему задання режиму, перший і другий блоки встановлення, причому другий вихід блоку комутації підключений до другого входу схеми підключення, перший та другий виходи якої з'єднані відповідно з першим та другим інформаційними входами інформаційного комутатора, перший і другий виходи управління якого підключені відповідно до першого і другого керуючих виходів блоку обчислення, третій керуючий вихід якого з'єднано з входом управління аналого-цифрового перетворювача, а шина даних і управління та шина обміну блоку обчислення підключені відповідно до пристрою відображення інформації та пристрою оперативної пам'яті, схема задання режиму через шину управління під'єднана до першого входу управління блоку обчислення, четвертий, п'ятий і шостий керуючі виходи якого підключені відповідно до першого, другого і третього входів першого блоку встановлення, а сьомий, восьмий і дев'ятий керуючі виходи блоку обчислення аналогічно - до першого, другого і третього входів другого блоку встановлення, перший і другий виходи якого з'єднані з першим і другим входами управління джерела струму, а третій, четвертий і п'ятий виходи другого блоку встановлення відповідно - з першим входом управління блоку комутації та з першим і другим входами управління схеми підключення, другий вхід управління блоку обчислення підключено до першого виходу першого блоку встановлення, другий, третій, четвертий, п'ятий і шостий п'ятий і шостий виходи якого з'єднані відповідно з першим і другим входами управління генератора зразкової напруги, другим входом управління блоку комутації, третім входом управління схеми підключення та четвертим входом другого блоку встановлення, керуючий вихід схеми захисту підключено до четвертого виходу першого блоку встановлення, а десятий керуючий вихід блоку обчислення з'єднано з четвертим входом схеми підключення.

За рахунок введення нових елементів та взаємозв'язків одержана структура аналізатора, що забезпечує розширення функціональних можливостей, а саме - поетапний контроль опору ізоляції на змінному струмі та опорів перехідних контактних з'єднань в розгалуженнях досліджуваної електромережі. Це дозволяє всебічно аналізувати та контролювати функціональний стан мережі з метою виявлення погіршення стану ізоляції та контактних з'єднань у розгалужених мережах, що сприятиме гарантуванню пожежної безпеки у різноманітних розподільчих мережах.

На Фіг.1 представлена функціональна схема аналізатора опору двопровідних електричних мереж, на Фіг.2 - схема задання режиму, на Фіг.3 - схема першого і другого блоків встановлення.

Аналізатор опору двопровідних електричних мереж містить схему підключення 1, об'єкт контролю 2, блок комутації 3, джерело струму 4, генератор зразкової напруги 5, схему захисту 6, інформаційний комутатор 7, аналого-цифровий перетворювач 8, блок обчислення 9, пристрій відображення інформації 10, пристрій оперативної пам'яті 11, схема задання режиму 12, перший 13 і другий 14 блоки встановлення.

Схема підключення 1 з'єднана з об'єктом контролю 2, а перший вихід блока комутації 3 під'єднаний до першого входу схеми підключення 1. Джерело струму 4 з'єднане своїми виходами з першими входами аналізу блока комутації 3. Генератор зразкової напруги 5 і схема захисту 6 з'єднані послідовно, а інформаційний комутатор 7, аналого-цифровий перетворювач 8 і блок обчислення 9 також з'єднані послідовно. При цьому другий вихід блока комутації 3 підключений до другого входу схеми підключення 1, перший та другий виходи якої з'єднані відповідно з першим та другим інформаційними входами інформаційного комутатора 7. Перший і другий виходи управління останнього підключені відповідно до першого і другого керуючих виходів блока обчислення 9, третій керуючий вихід якого з'єднано з входом управління аналого-цифрового перетворювача 8. Шина даних і управління та шина обміну блока обчислення 9 підключені відповідно до пристрою відображення інформації 10 та пристрою оперативної пам'яті 11. Схема задання режиму 12 через шину управління під'єднана до першого входу управління блока обчислення 9. Четвертий, п'ятий і шостий керуючі виходи блока обчислення 9 підключені відповідно до першого, другого і третього входів першого блока встановлення 13, а сьомий, восьмий і дев'ятий керуючі виходи блока обчислення 9 аналогічно - до першого, другого і третього входів другого блока встановлення 14. Перший і другий виходи останнього з'єднані з першим і другим входами управління джерела струму 4, а третій, четвертий і п'ятий виходи другого блока встановлення 14 - відповідно з першим входом управління блока комутації 3 та з першим і другим входами управління схеми підключення 1. Другий вхід управління блока обчислення 9 підключено до першого виходу першого блока встановлення 13, другий, третій, четвертий, п'ятий і шостий виходи якого з'єднані відповідно з першим і другим входами управління генератора зразкової напруги 5, другим входом управління блока комутації 3, третім входом управління схеми підключення 1 та четвертим входом другого блока встановлення 14. Керуючий вихід схеми захисту 6 підключено до четвертого входу першого блока встановлення 13, а десятій керуючий вихід блока обчислення 9 з'єднано з четвертим входом схеми підключення 1.

Схема 12 задання режиму (Фіг.2) містить послідовно з'єднані комутатор 15, лічильник 16 і перший шинний формувач 17.

Перший 13 і другий 14 блоки встановлення мають однакову структуру (Фіг.3), яка містить послідовно з'єднані перший буферний елемент 18, регістр 19 та другий шинний формувач 20, а також другий 21 і третій 22 буферні елементи.

Перший вхід першого 13 чи другого 14 блоків встановлення підключено до входу першого буферного елемента 18, а другий вхід блоків 13 чи 14 через другий буферний елемент 21 до входів скидання регістра 19 і другого шинного формувача 20. Третій вхід блоків 13 чи 14 через третій буферний елемент 22 з'єднано з входом управління другого шинного формувача 20. Перший, другий, третій, четвертий, п'ятий і шостий виходи першого 13 блоку встановлення, а також перший, другий, третій, четвертий і п'ятий виходи другого блока встановлення 14 є відповідними виходами другого шинного формувача 20.

Аналізатор опору двопровідних електричних мереж до 1000 В працює наступним чином.

За умови відсутності змінної напруги у досліджуваній мережі аналізатор під'єднується через схему підключення 1 до входу об'єкта 2. Одразу після цього блоком обчислення 9 ініціюється початкова установка майже всіх вузлів даного аналізатора, а також - основних елементів власне блока 9. При цьому блок комутації 3, перший 13 і другий 14 блоки встановлення відключаються від всіх входів схеми підключення 1, а на виходах джерела струму 4 і генератора зразкової напруги 5 відсутні вихідні сигнали. Крім цього, інформаційний комутатор 7, аналого-цифровий перетворювач 8 і схема задання 12 знаходяться у пасивному стані, про що свідчать відповідні покази і написи пристрою відображення інформації 10.

У пристрої оперативної пам'яті 11 зберігається раніше отримана вимірювальна інформація про попередньо досліджені об'єкти. У разі потреби, оператор дією на схему задання режиму 12 може вибрати процедуру обнулення вмісту пристрою оперативної пам'яті 11, що реалізується певною підпрограмою обміну між останнім і блоком обчислення 9.

Дією на схему задання режиму 12 оператор започатковує перший етап дослідження електричної мережі. У даному випадку оператором за допомогою комутатора 15 встановлюється необхідний код у лічильнику 16 схеми задання режиму 12, котрий через перший шинний формувач 17 зчитується блоком обчислення 9.

Після цього блоком обчислення 9 виконується підпрограма ініціалізації генератора зразкової напруги 5 і схеми захисту 6 через перший блок встановлення 13. Спочатку сигналом на другому вході блока 13 обнулюються регістр 19 і другий шинний формувач 20. Далі у послідовний регістр 19 заноситься певний код, який містить інформацію про амплітуду генератора 5 і тривалість синусоїдної послілки t_c . За командою з третього входу блока 13 код управління через другий шинний формувач 20 подається на генератор зразкової напруги 5.

При цьому генератор зразкової напруги 5, разом із схемою захисту 6, формують високочастотну синусоїдну напругу $U_{вн}$, котра через блок комутації 3 і схему підключення 1 подається на об'єкт контролю 2 протягом певного інтервалу часу t_c . Одночасно в схемі підключення 1 фіксуються миттєві значення струму, що протікає через об'єкт контролю 2. Отримані миттєві значення надходять на інформаційний комутатор 7 і аналого-цифровий

перетворювач 8, завдяки яким за допомогою сигналів управління від блоку обчислення 9 здійснюється дискретизація контрольованого сигналу і перетворення миттєвих значень струму в цифровий код.

У блоку обчислення 9 виконується алгоритм розрахунку усередненої кореляційної функції

$$B_I(\tau) = \lim_{t_{oc} \rightarrow \infty} \left[\frac{1}{t_{oc}} \cdot \int_{-0,5t_{oc}}^{+0,5t_{oc}} B_{IC}(\tau) dt \right]; \quad (1)$$

$$\text{де } B_{IC} = \frac{1}{2\pi} \int_0^\infty \Phi_I(t, \omega) \cos \omega t d\omega \quad - \text{ кореляційна}$$

функція контрольованого струму за узагальненою теоремою Хінчіна-Вінера,

t_{oc} - інтервал осереднення,

ω - колова частота сигналу,

$\Phi_I(t, \omega)$ - миттєва енергетична спектральна густина сигналу на момент часу t вибраної аналізованої випадкової реалізації струму через ізоляцію.

Зі значень $B_I(\tau)$ формується вектор спостереження стану ізоляції, що порівнюється з певним еталонним вектором $B_{let}(\tau)$. Якщо виконується нерівність

$$|B_I(\tau)| - |B_{let}(\tau)| > 0, \quad (2)$$

то в певній ділянці досліджувана мережа (об'єкт контролю 2) має пошкоджену ізоляцію.

У даному випадку схема захисту 6 обмежує значення струму, що забезпечує надійну роботу всього аналізатора.

За умов здійснення перекислених вище операцій, можна вважати виконання першого етапу контролю завершеним. У результаті отримана після відповідних розрахунків у блоку обчислення 9 інформація індикуюється пристроєм відображення інформації 10.

Якщо нерівність (2) не справджується, то оператором проводиться другий етап контролю.

При цьому за допомогою спеціальних контактів закорочуються затискачі 1 об'єкту контролю 2. Потім оператор виставляє в лічильнику 16 схеми задання режиму 12 цифровий код, котрий сприймається блоком обчислення 9 для запуску в останньому підпрограмі другого етапу контролю. Другим блоком встановлення 14 обнулюються послідовний регістр 19 і другий шинний формувач 20. Тоді аналогічно, як і вище, в регістрі 19 виставляється код управління, що через другий шинний формувач 20 сприймається джерелом струму 4 для встановлення амплітуди постійного струму, а блоком обчислення 9 блокується робота вузлів генератора зразкової напруги 5 і схеми захисту 6.

Від джерела струму 4 через блок комутації 3 та схему підключення 1 подається постійний сталий струм I_b . У схемі підключення 1 формується спадок напруги, пропорційний добуткові $I_b \cdot r_{\Sigma 1}$, де $r_{\Sigma 1}$ - сумарний опір ділянки мережі об'єкту контролю 2, що включає в себе контактний опір закоротки затискачів у пункті 1 об'єкту 2. Зазначений спадок постійної напруги через інформаційний комутатор 7 надходить на аналого-цифровий перетворювач 8, вимірюється і запам'ятовується за допомогою блока обчислення 9 і пристроєм оперативної пам'яті 11. Шляхом ділення коду даної напруги на код струму I_b у блоці обчислення 9 знаходять опір частини об'єкту контролю $r_{\Sigma 1}$, який у подальшому показується пристроєм відображення інформації 10 і зберігається в пристрої оперативної пам'яті 11.

Одночасно в блоці обчислення 9 аналізується значення опору даної ділянки $r_{\Sigma 1}$.

У випадку, коли опір даної ділянки

$$r_{\Sigma 1} < r_{оп 1}, \quad (3)$$

тобто, $r_{\Sigma 1}$ менший від певного значення взірцевого опору $r_{оп 1}$, виконується наступний етап контролю. При цьому відмикається закоротка 1 об'єкту контролю 2 і виконується закоротка його ділянки 2.

У подальшому повторюються всі дії другого етапу контролю і перевіряється опір ділянки 2 об'єкту 2. Коли

$$r_{\Sigma 2} < r_{оп 2}, \quad (4)$$

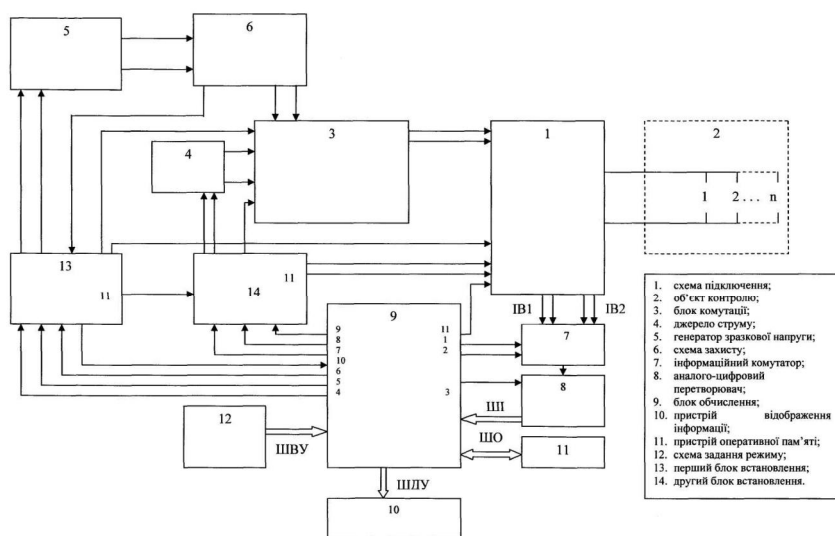
то виконується наступний етап контролю.

І якщо об'єкт контролю крім ділянок 1, 2 має 3, ..., n ділянок, то по чергово перевіряються відповідні опори цих ділянок, починаючи від $r_{\Sigma 2}$, і так далі до $r_{\Sigma n}$.

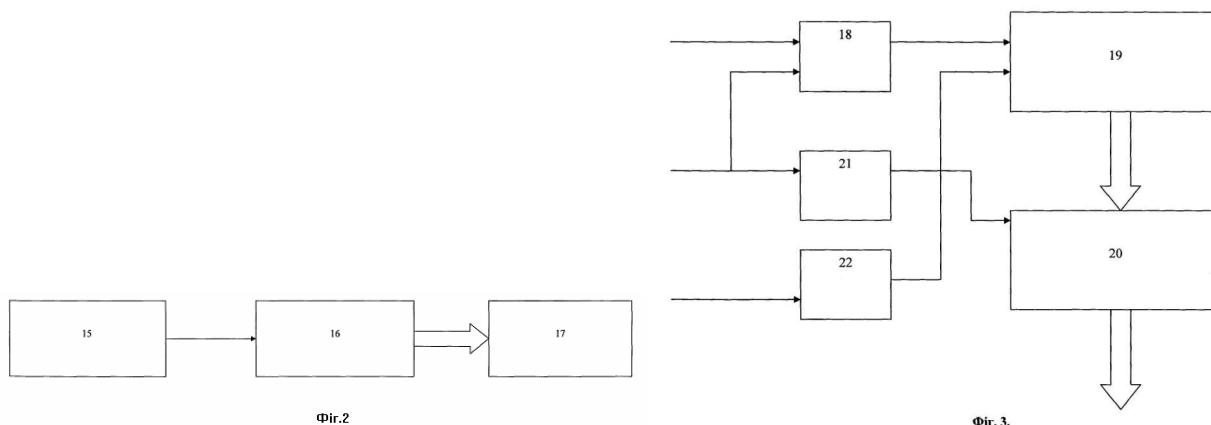
Під час роботи на пристрої відображення інформації 10 виводиться інформація після кожного етапу контролю об'єкту 2, яка також зберігається в пристрої оперативної пам'яті 11.

Отриманий масив даних несе інформацію про сумарний опір ізоляції та опори перехідних контактів з'єднань всіх ділянок досліджуваної мережі. При цьому не лише контролюються значення вказаних опорів, але й аналізується їх поведінка в умовах реальної роботи мережі.

Таким чином, запропонований аналізатор представляє собою універсальну структуру з широкими функціональними можливостями для покращеного експрес-аналізу експлуатаційного стану двопровідних електричних мереж широкого кола об'єктів, в тому числі адміністративних, громадських, житлових і побутових будинків.



Фиг. 1.



Фиг. 2.

Фиг. 3.