



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 113784

(13) C2

(51) МПК

G01R 19/25 (2006.01)

G01N 17/02 (2006.01)

C23F 13/04 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки: а 2015 04833

(22) Дата подання заявки: 18.05.2015

(24) Дата, з якої є чинними
права на винахід: 10.03.2017(41) Публікація відомостей
про заявку: 25.11.2016, Бюл.№ 22(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: 10.03.2017, Бюл.№ 5

(72) Винахідник(и):

Джала Роман Михайлович (UA),
Вербенець Богдан Ярославович (UA),
Мельник Мар'ян Ігорович (UA)

(73) Власник(и):

ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Г.В.
КАРПЕНКА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ
НАУК УКРАЇНИ,
вул. Наукова, 5, м. Львів, 79060 (UA)(56) Перелік документів, взятих до уваги
експертизою:Джала Р. М., Вербенець Б. Я., Мельник М. І.
Вимірювання поляризаційного потенціалу з
вилученням омичного складника // Вісник
східноукраїнського національного
університету імені Володимира Даля №14
(203) 2013. – С.147-151
UA 95895 U, 12.01.2015
RU 2069861 C1, 27.11.1996
US 4383900 A, 17.05.1983
GB 1516011 A, 28.06.1978

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАНЬ ПОСТІЙНИХ І ЗМІННИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ НАПРУГ ТА ПОЛЯРИЗАЦІЙНОГО ПОТЕНЦІАЛУ

(57) Реферат:

Пристрій належить до засобів діагностичних обстежень і контролю електрохімічного захисту (ЕХЗ) від корозії і призначений для вимірювань електричних потенціалів підземних (підводних) металевих споруд (трубопроводів, резервуарів, кабелів, інших металевих конструкцій) та може використовуватись для контролю їх ізоляції в електропровідному середовищі. Пристрій для вимірювань постійних і змінних електричних напруг та поляризаційного потенціалу містить у собі чотири канали вимірювань (двох постійних і двох змінних електричних напруг), які відповідно мають високоомні дільники, підсилювачі, детектори постійних напруг, детектори полярності і роздільні конденсатори, вхідні підсилювачі змінних напруг, смугові фільтри, випрямлячі змінних напруг, аналого-цифровий перетворювач, модуль позиціонування, мікропроцесор, пам'ять, інтерфейс, цифровий індикатор і блок живлення, скомпоновані у малогабаритному корпусі з трьома вхідними клемми та клавіатурою. Технічний результат полягає у забезпеченні можливості контролювати протикорозійний захист: виявляти пошкодження ізоляції за методом Пірсона і методом Джали визначати поляризаційний потенціал з автоматичною фіксацією місця і часу вимірювань.

UA 113784 C2

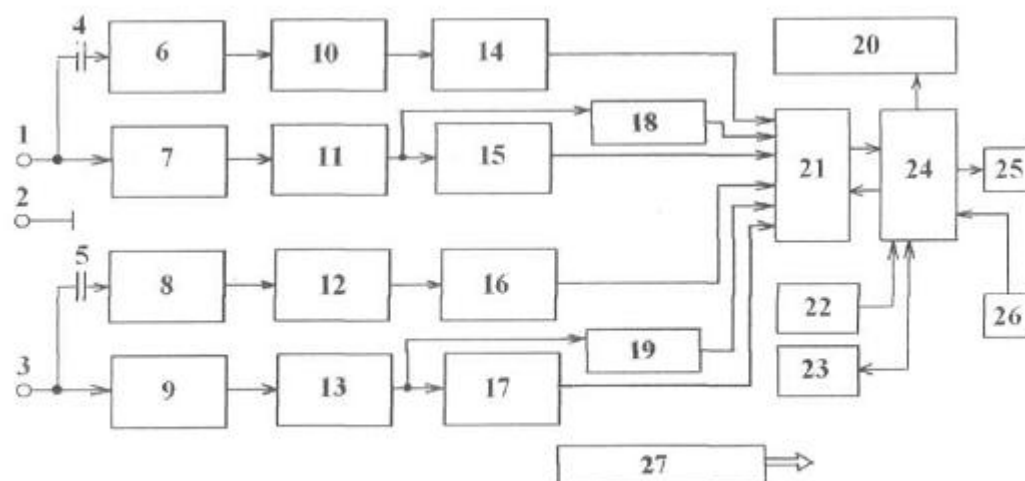


Рис. 1

Пристрій належить до засобів діагностичних обстежень і контролю електрохімічного захисту (ЕХЗ) від корозії і призначений для вимірювань електричних потенціалів підземних (підводних) металевих споруд (трубопроводів, резервуарів, кабелів, інших металевих конструкцій) та може використовуватись для контролю їх ізоляції в електропровідному середовищі.

Відомі пристрої вимірювань постійних і змінних електричних напруг - вольтметри, які широко використовують в електротехніці. Для вимірювань поляризаційних потенціалів ЕХЗ застосовують електроди порівняння (ЕП). Відомі пристрої для вимірювань потенціалів підземних металевих споруд, трубопроводів [1-7], характерними ознаками яких є переривач поляризації (комутатор, ключ), вимірювальний підсилювач, синхронізатор. Недоліками цих пристроїв (які діють за релаксаційним методом [8]) є потреба синхронізації вимірювача з переривачем (комутатором) та питання вибору часу поляризації, інтервалів затримки і вимірювання потенціалу після вимкнення поляризації, які залежать від реактивних параметрів (індуктивності, ємності) об'єкта контролю (ОК), тобто потребують відповідних налаштувань пристрою для роботи на різних об'єктах, що ускладнює процедуру і може спричинити похибки вимірювань. Ці недоліки усуваються застосуванням вимірювачів постійних і змінних електричних напруг [8-10].

Відомий пристрій [11] (аналог) для вимірювань складових потенціалу підземної металевої споруди в зонах дії установок катодного захисту, до складу якого входять блок вимірювання і розрахунку з автономним джерелом живлення, з пам'яттю і інтерфейсами, мультиплексор аналогових сигналів і модуль сполучення. Мультиплексор аналогових сигналів підключений до входів вимірювального приладу та для вибору режиму вимірювань (на постійному струмі або на змінному струмі) підключений до аналогового вимірювального каналу постійного струму, аналогового вимірювального каналу змінного з частотою 100 Гц струму і до блока вимірювання і розрахунку та під управлінням блока вимірювання і розрахунку забезпечує комутацію входів вимірювального приладу з аналоговими вимірювальними каналами постійного струму або змінного струму. До складу блока вимірювання і розрахунку входять пам'ять, інтерфейси для підключення мультиплексора аналогових сигналів і модуля сполучення та цифрові інтерфейси для сполучення з персональним комп'ютером. Цей блок відповідно до заданого алгоритму забезпечує вимірювання складових потенціалу почерговим підключенням входів вимірювального приладу до відповідних аналогових вимірювальних каналів - у режимах вимірювань на постійному або змінному струмі і розрахунок омичної і поляризаційної складових за відомими формулами. Модуль сполучення має вбудовані інтерфейси для підключення малогабаритної промислової клавіатури і рідкокристалічного індикатора, що забезпечує введення з клавіатури команд оператора і виведення на індикатор результатів вимірювань.

Недоліком відомого пристрою (аналога) є відсутність можливості одночасного вимірювання на постійному і змінному струмі по двох входах. Почергові вимірювання чотирьох величин (за якими визначають поляризаційний потенціал) потребують затрат певного часу, протягом якого значення вимірюваних величин чи співвідношення між ними може змінитись що призводить до похибок визначення поляризаційного потенціалу.

Найближчим до заявленого (прототип) вибрано пристрій для визначення розміщення та контролю протикорозійного захисту підземних трубопроводів [12], який у частині вимірювача потенціалів складається з двох вхідних клем, з'єднаного з ними високоомного дільника, вихід якого з'єднано з входом підсилювача каналу вимірювання постійної напруги, роздільного конденсатора, з'єднаного з вхідними клемми, та послідовно з'єднаних з ним вхідного підсилювача змінної напруги, смугового фільтра і випрямляча каналу вимірювання змінної напруги, ключа з двома входами і одним виходом, послідовно з'єднаного з ним аналого-цифрового перетворювача і цифрового індикатора. Перший вхід ключа з'єднано з виходом підсилювача каналу вимірювання постійної напруги а другий вхід з'єднано з виходом випрямляча каналу вимірювання змінної напруги. Пристрій скомпонований у малогабаритному корпусі і містить у собі блок живлення, який через перемикач режимів роботи з'єднаний з підсилювачами, активними фільтром і випрямлячем та з ключем.

Для вимірювань потенціалу підземного трубопроводу (ПТ, чи іншого металевого об'єкта) проводом з'єднують з ним плюсову клему пристрою, а мінусову клему - з ЕП. У першому положенні ключа відомого пристрою міряють постійну напругу (різницю потенціалів) "метал-земля" U_{mq} а у другому змінну напругу V_m . За приєднання клем пристрою до двох встановлених на поверхні землі ЕП міряють постійну і змінну напруги "земля-земля" U_{qq} і V_{qq} . Ці виміри використовують для визначення місць пошкоджень ізоляції ПТ за методом Пірсона (V_{mq} і V_{qq}), для контролю ЕХЗ за різницею потенціалів труба-земля U_{mq} (з омичною складовою) і "поперечним градієнтом" U_{qq} та поляризаційним потенціалом (ПП), який обчислюють за відомою формулою Джали [9, 10]

$$U_p - U_{mq} - V_{mq}(U_{aq}/V_{aq}),$$

де другий член є омичною складовою різниці потенціалів "метал-ЕП". Таким чином відомий пристрій (прототип) дає змогу проводити різні виміри, за якими можна контролювати як пасивний (ізоляційні покриття), так і активний (ЕХЗ - катодну поляризацію) захист від корозії ПТ.

Недоліком відомого пристрою (прототипу, як і аналога) є відсутність можливості одночасних вимірювань постійних і змінних напруг та їх автоматичного опрацювання, що знижує продуктивність обстежень і може призводити до похибок визначення поляризаційного потенціалу, спричинених можливими змінами вимірюваних компонент та помилками обчислень.

Технічною задачею є підвищення продуктивності та зменшення похибок вимірювань поляризаційного потенціалу (створення нового пристрою) для діагностичних обстежень і контролю ЕХЗ підземних (підводних) металевих споруд шляхом введення у пристрій визначення розміщення та контролю протикорозійного захисту підземних трубопроводів додаткових каналів вимірювань постійної і змінної електричних напруг, мікропроцесора обчислень ПП, модуля визначення координат, пам'яті й інтерфейсу з метою підвищення експлуатаційних характеристик засобів обстежень і контролю стану протикорозійного захисту (ізоляції і ЕХЗ) підземних трубопроводів і споруд в електропровідному середовищі.

Для вирішення поставленої задачі у пристрій визначення розміщення та контролю протикорозійного захисту підземних трубопроводів, який складається з двох вхідних клем, з'єднаного з ними першого високоомного дільника, вихід якого з'єднано з входом підсилювача першого каналу вимірювання постійної напруги, першого роздільного конденсатора, з'єднаного з першою вхідною клемою, та послідовно з'єднаних з ним перших вхідного підсилювача змінної напруги, смугового фільтра і випрямляча першого каналу вимірювання змінної напруги, аналого-цифрового перетворювача (АЦП), цифрового індикатора і блока живлення, скомпонованих у малогабаритному корпусі, додатково введено третю вхідну клему, з'єднані з нею послідовно другий високоомний дільник і підсилювач другого каналу вимірювання постійної напруги, перший та другий детектори постійної напруги, входи яких з'єднані з виходами підсилювачів відповідних (першого та другого) каналів вимірювання постійних напруг, а виходи з'єднані з третім і шостим входами АЦП, перший і другий детектори полярності, з'єднані відповідно з виходами першого і другого підсилювачів постійної напруги та другим і п'ятим входами АЦП, другий роздільний конденсатор, з'єднаний з третьою вхідною клемою, та послідовно з'єднані з ним другі вхідний підсилювач змінної напруги, смуговий фільтр і випрямляч другого каналу вимірювання змінної напруги, виходи випрямлячів першого та другого каналів вимірювання змінної напруги з'єднані відповідно з першим і четвертим входами АЦП, з'єднаний з виходом і керуючими входами АЦП та з цифровим індикатором мікропроцесор і з'єднані з ним модуль позиціонування, пам'ять, клавіатура та інтерфейс для зв'язку з комп'ютером для документування і подальшого опрацювання вимірів.

Суттєвими ознаками заявленого пристрою є введені елементи - третя вхідна клемка, другі високоомний дільник і підсилювач другого каналу вимірювання постійної напруги, перший та другий детектори постійної напруги, перший і другий детектори полярності, другі роздільний конденсатор, вхідний підсилювач змінної напруги, смуговий фільтр і випрямляч, з яких складається другий канал вимірювання змінної напруги, а також мікропроцесор, модуль глобальної системи позиціонування, пам'ять, клавіатура, цифровий індикатор та інтерфейс з відповідними з'єднаннями.

На відміну від прототипу і аналогів, заявлений пристрій по суті є чотириканальним (містить у собі канали вимірювань постійної і змінної напруг, як у прототипу, та додатково введені канали вимірювань других постійної і змінної напруг), забезпечує одночасне вимірювання двох постійних і двох змінних електричних напруг та обчислення за ними у мікропроцесорі поляризаційного потенціалу, визначення модулем позиціонування координат і часу виміру та запис усіх результатів у електронну пам'ять з можливістю виводу кожної виміряної величини на цифровий індикатор пристрою чи передачі результатів через інтерфейс у персональний комп'ютер для документування та подальшого опрацювання.

У техніці обстежень ПТ відомі застосування різних вольтметрів, які можуть виконувати функцію введених елементів. Проте описів застосування введених елементів (додаткових вольтметрів постійної і змінної напруг) у портативних пристроях для одночасних вимірювань потенціалів ПТ, як і введення модуля позиціонування у вольтметри для фіксації місця і часу вимірювань потенціалів, до створення заявленого пристрою у літературі не виявлено; не відомі вони ні в аналогів, ні у прототипу.

Таким чином, названі суттєві ознаки заявленого пристрою і їх сукупність не відомі ні в аналогах, ні у прототипу, отже відповідають критеріям "новизна" і "суттєві відмінності".

Запропонований пристрій та його будову пояснює рисунок 1, на якому зображена функціональна блок-схема запропонованого пристрою. Застосування пристрою для вимірювань постійних і змінних електричних напруг та поляризаційного потенціалу пояснює рисунок 2, на якому зображено схему підключення вхідних клем пристрою ВПП до об'єкта контролю.

На рисунку 1 показані три вхідні клем 1, 2 і 3, два роздільні конденсатори 4 і 5, вхідні підсилювачі першого і другого каналів вимірювання змінних напруг 6 і 8, високоомні дільники першого і другого каналів вимірювання постійних напруг 7 і 9, смугові фільтри першого і другого каналів вимірювання змінної напруги 10 і 12, підсилювачі першого і другого каналів вимірювання постійних напруг 11 і 13, випрямлячі першого і другого каналів вимірювання змінних напруг 14 і 16, перший і другий детектори постійної напруги 15 і 17, перший і другий детектори полярності 18 і 19, цифровий індикатор 20, аналого-цифровий перетворювач 21, модуль позиціонування 22, пам'ять 23, мікропроцесор 24, інтерфейс 25, клавіатура 26, блок живлення з акумулятором 27.

На рисунку 2 показані пристрій вимірювань постійних і змінних електричних напруг та поляризаційного потенціалу (ВПП), його вхідні клем: 1 з'єднана проводом з металом (М) об'єкта контролю (ОК), 2 - з електродом порівняння (ЕП), 3 - з допоміжним електродом (ДЕ).

Приклад конкретного виконання.

Три вхідні клем 1, 2 і 3 встановлюють на корпусі з можливістю приєднання до них електричних проводів від вимірювальних контактів (від металу ОК та від електродів); біля клем відповідно нанесено мітки "М", "ЕП" і "ДЕ". Вхідні підсилювачі першого і другого каналів вимірювання змінних напруг 6 і 8 з високим вхідним опором ($>2 \text{ МОм}$) підсилюють змінні напруги з вхідних клем 1 і 3 до рівня, необхідного для правильної роботи АЦП 21. Підсилені змінні напруги подаються відповідно на смугові фільтри 10 і 12 для виділення вимірюваних сигналів на фоні завад. Випрямлячі 14 і 16 виділяють амплітуди змінних напруг. Високоомні дільники першого і другого каналів вимірювання постійних напруг 7 і 9 забезпечують високий вхідний опір (10 МОм) вимірювачів різниці потенціалів (постійної напруги) для зменшення падіння напруги на вхідних клемх приладу (чим зменшується похибка вимірювань). Підсилювачі постійної напруги 11 і 13 підсилюють напруги з виходів високоомних дільників 7 і 9 до рівня, необхідного для правильної роботи АЦП 21, що дає можливість підвищити чутливість вимірювань різниць потенціалів. Підсилювачі 6, 8, 11, 13, фільтри 10 і 12 та випрямлячі 14 і 16 пристрою виконують на основі операційних підсилювачів за відомими в літературі схемами. Активні смугові фільтри 10 і 12 першого і другого каналів вимірювання змінних напруг настроюють на частоту змінної складової електричної напруги між ОК і середовищем. Перший і другий детектори постійної напруги 15 і 17 дають можливість вимірювати напруги різної полярності (вхід АЦП розрахований на напругу одної полярності). Знак полярності вхідних напруг визначають перший і другий детектори полярності 18 і 19. Чотириканальний аналого-цифровий перетворювач (АЦП) 21 одночасно перетворює рівні аналогових квазіпостійних сигналів у цифрову форму, які разом з сигналами полярності подаються на вхід мікропроцесора 24. Мікропроцесор керує схемами вибірки-зберігання АЦП, проводить математичні операції розрахунку поляризаційного потенціалу, записує дані у пам'ять 23 з одночасним формуванням номера виміру, виводить інформацію на рідкокристалічний цифровий індикатор 20 (дисплей). Модуль позиціонування 22 забезпечує визначення географічних координат місця вимірювання. Клавіатура 26 змонтована з кнопок на передній панелі корпусу пристрою і забезпечує керування режимами роботи пристрою. Блок живлення 27 містить акумулятор і перетворювач однополярної напруги у двополярну для живлення операційних підсилювачів. Для живлення мікроконтролера та цифрової частини використовується стабілізатор $+5 \text{ В}$.

Усі чотири канали (вимірювань двох постійних і двох змінних напруг) разом з іншими елементами (перетворення сигналів, обчислень ПП та управління) пристрою змонтовані в одному корпусі. Монтаж електричних схем виконано на друкованих платах. Усі каскади пристрою виконані на мікропотужних операційних підсилювачах, що забезпечують мале енергоспоживання і стабільність роботи в польових умовах.

Робота пристрою відбувається наступним чином.

Підсилювачі і фільтри обох каналів вимірювань змінних електричних напруг настроюють на частоту змінної складової електричної напруги між ОК і середовищем. Вибирають частоту гармоніки випрямленого пульсуючого струму установки катодного захисту (УКЗ), чи частоту генератора, який збуджує змінну напругу між ОК і середовищем.

До клем 1 підключають вивід М до металу ОК - підземної (підводної) металевої споруди чи трубопроводу через контрольно-вимірювальний пункт. До клем 2 підключають мідносльфатний електрод порівняння ЕП, розміщений у середовищі біля ОК (чи на поверхні ґрунту над трубопроводом). До клем 3 підключають мідносльфатний електрод ДЕ,

розміщений у середовищі на відстані від ОК, більшій ніж ЕП, (чи на поверхні фунту на відстані порядку 2...6 значень глибини залягання трубопроводу).

Після увімкнення пристрою значення чотирьох вимірюваних напруг (з урахуванням полярності постійних напруг) виводяться на цифровий індикатор (дисплей). При цьому мікропроцесор розраховує значення поляризаційного потенціалу (за наведеною вище формулою) та виводить його на індикатор. За командою оператора (з клавіатури) усі виміряні величини (дві напруги постійні, дві змінні, поляризаційний потенціал, координати і час вимірювання) заносяться у пам'ять з присвоєнням чергового номера вимірювань.

Відтворення записаної інформації на індикаторі можна проводити безпосередньо на трасі, або в камеральних умовах у режимі зчитування, який встановлює оператор за допомогою клавіатури. Перевід даних з пам'яті пристрою у комп'ютер здійснюється через інтерфейс спеціальною програмою.

Заявлений пристрій реалізований авторами у приладі ВПП [13], який призначений для обстежень підземних трубопроводів і металевих конструкцій у зоні дії УКЗ. За відсутності УКЗ використовують генератор або модулятор напруги, підключений до заземлення і металевої споруди (трубопроводу).

Заявлений пристрій ВПП, як і аналог, можна використовувати для вимірювань електричних потенціалів металоконструкцій в електропровідному середовищі. ВПП, як і прототип, дає змогу вимірювати постійну і змінну електричні напруги між металевою конструкцією і електродом порівняння та між двома електродами в електропровідному середовищі. За цими вимірами визначається поляризаційний потенціал поверхні металу в електропровідному середовищі з вилученням омичного складника, що дає можливість контролювати стан електрохімічного захисту металоконструкції від корозії. Названі виміри змінних напруг використовують для визначення місць пошкоджень ізоляції ПТ за методом Пірсона. Виміри постійних напруг застосовують для контролю ЕХЗ за різницею потенціалів труба-земля (з омичною складовою) і "поперечним градієнтом"; за цими ж вимірами також виявляють місця наскрізних пошкоджень ізоляції ПТ. Поляризаційний потенціал є основним показником ЕХЗ; за названими вимірами його значення обчислюють за наведеною вище формулою Джали [9-10]. Таким чином, заявлений пристрій (як і прототип) дає змогу проводити різні виміри, за якими можна контролювати як пасивний (ізоляцію), так і активний (поляризацію) захист від корозії.

Перевагами заявленого пристрою у порівнянні з прототипом і аналогами є забезпечені можливості одночасних вимірювань постійних і змінних напруг та їх оперативного автоматичного опрацювання, що підвищує продуктивність вимірювань і зменшує імовірність помилок визначення поляризаційного потенціалу, спричинених можливими змінами вимірюваних компонент та помилками обчислень. Додатково введений модуль позиціонування дозволяє автоматично визначати координати місця і фіксувати час вимірювання, що також підвищує продуктивність обстежень, зменшує імовірність помилок та полегшує подальше опрацювання і документування результатів обстежень підземних трубопроводів та інших металоконструкцій.

Джерела інформації:

1. Авторское свидетельство SU 832485 А. Устройство для измерения потенциала подземного металлического сооружения, поляризуемого пульсирующим током /К.Л. Шамшетдинов, В.А. Ловачев и др. /ВНИИСТ.- Оpubл. 23.05.1981, Бюл. № 19.

2. Patent 4823072 United States. G01R 27/20. Measurement of the polarized potential of buried pipeline having impressed current cathodic protection /Kenneth J. Walcott, Nell G. Thompson, George T. Ruck, Steven B. Helton /Application number: 43040. Date of publication of application: 18.04.1989.

3. Патент 2229704 RU. МПК 7 G01N27/00, G01R19/00. Устройство для измерения потенциалов подземных трубопроводов /Кулаков И.Г., Логвинов А.И., Енин А.А. /Заявка: 2002128305/28, 21.10.2002. - Опубликовано 27.05.2004.

4. Patent 2006-257532 Japan. C23F 13/00. Method for measuring potential of corrosion-prevented body by cathodic protection, device for measuring potential, cathodic protection method and device /Kodama Toshiaki, Kimura Shigenori, Mochizuki Noriyasu, Shinoda Yoshihisa /Applic: 2005-080350. Date of publ.: 28.09.2006

5. Патент 2308702 RU. G01N17/02. Устройство измерения потенциалов электрохимической защиты /Распопов Е.В., Юнусов А.Р., Балахонцев В.Е., Филиппов В.О. /Заявка: 2005104200/28, 16.02.2005. - Оpubл. 20.10.2007. Бюл. 29.

6. Патент 2353941 RU. МПК G01R27/20. Способ измерения поляризационного потенциала металлических подземных сооружений /Орлов П.С., Гусев В.П., Голдобина Л.А. /Заявка: 2006137911/28, 26.10.2006. - Оpubл. 27.04.2008.

7. Патент 2421737 RU. МПК G01R19/00, G01N17/02. Способ измерения потенциала подземного сооружения и устройство для его осуществления /Юдаков М.А., Анашкин А.А., Чулючкин В.В., Даянов Т.Р. /Заяв: 2010106940/28, 24.02.2010. - Опубл. 20.06.2011.

8. Джала Р.М., Мельник М.Л. Методи визначення потенціалу поляризації металу в електропровідному середовищі //Фізичні методи та засоби контролю середовищ, матеріалів та виробів: Зб. наук. пр. Вип. 14. - Львів: ФМІ НАНУ, 2009. - С. 125-128.

9. Деклараційний патент на винахід UA 43130 A. GO 1R19/00, C23F13/00. Спосіб визначення поляризаційного потенціалу підземної споруди /Р.М. Джала - № 2001031462; Заявлено 02.03.2001. - Опубл. 15.11.2001. Бюл. № 10.

10. Джала Р.М. Методи і засоби електромагнітних обстежень захисту від корозії підземних трубопроводів /Автореферат дис. ... д. т. н. - Львів: Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, 2002. - с. 24.

11. Патент 2350971 RU. МПК G01R19/00. Устройство для измерения составляющих потенциала (поляризационной и омической) подземного металлического сооружения в зонах действия установок катодной защиты с пульсирующим напряжением на выходе /Валиев А.Х., Мочалов А.К., Григорович К.К., Предущенко А.В., Степанов С.П., Капустин А.Я. /Заявка: 2007145136/28 06.12.2007. - Опубл. 27.03.2009.

12. Патент 95895 UA, МКП G01V3/00, G01R19/00, C23F13/00. Пристрій для визначення розміщення та контролю протикорозійного захисту підземних трубопроводів /Р.М. Джала, Б.Я. Вербенець /ФМІ НАН України - Заявка у 2014 08202 подано 21.07.2014. - Опубліковано 12.01.2015, Бюл. № 1.

13. Джала Р.М., Вербенець Б.Я., Мельник М.І. Визначення поляризаційного потенціалу металу в електропровідному середовищі //Відбір і обробка інформації. Вип. 38 (114), 2013 - С. 82-85.

ФОРМУЛА ВІНАХОДУ

Пристрій для вимірювань постійних і змінних електричних напруг та поляризаційного потенціалу, що складається з двох входних клем, з'єднаного з ними високоомного дільника, вихід якого з'єднано з входом підсилювача першого каналу вимірювання постійної напруги, роздільного конденсатора, з'єднаного з першою входною клемою, та послідовно з'єднаних з ним входного підсилювача змінної напруги, смугового фільтра і випрямляча першого каналу вимірювання змінної напруги, аналого-цифрового перетворювача (АЦП), цифрового індикатора і блока живлення, скомпонованих у малогабаритному корпусі, який відрізняється тим, що додатково введено третю входну клему, послідовно з'єднані з нею високоомний дільник і підсилювач другого каналу вимірювання постійної напруги, перший та другий детектори постійної напруги, входи яких з'єднані з виходами підсилювачів відповідних каналів вимірювання постійної напруги, а виходи з'єднані з третім і шостим входами АЦП, перший і другий детектори полярності, з'єднані відповідно з виходами підсилювачів першого і другого каналів вимірювань постійних напруг та другим і п'ятим входами АЦП, другий роздільний конденсатор, з'єднаний з третьою входною клемою, та послідовно з'єднані з ним входний підсилювач змінної напруги, смуговий фільтр і випрямляч другого каналу вимірювання змінної напруги, виходи випрямлячів першого та другого каналів вимірювання змінної напруги з'єднані відповідно з першим і четвертим входами АЦП, з'єднаний з АЦП і з цифровим індикатором мікропроцесор і з'єднані з ним модуль позиціонування, пам'ять, клавіатура та інтерфейс.

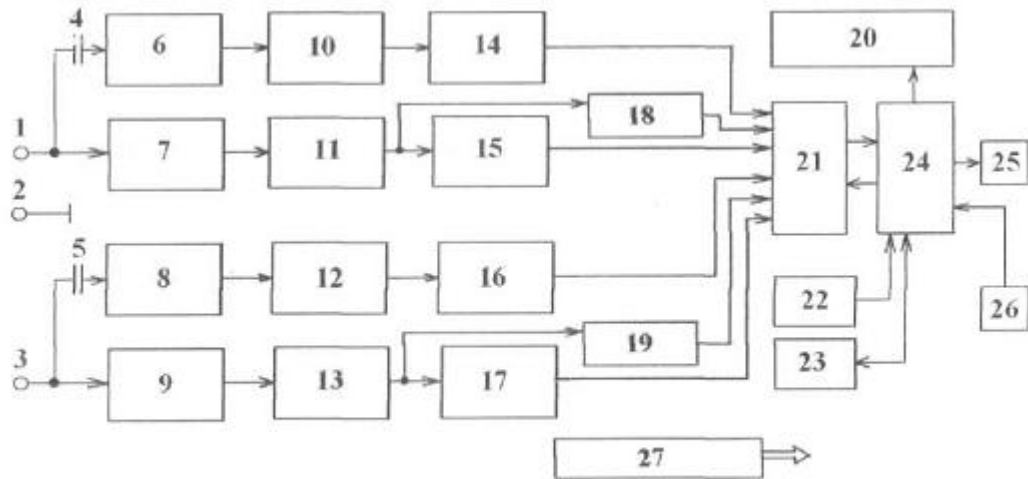


Рис. 1

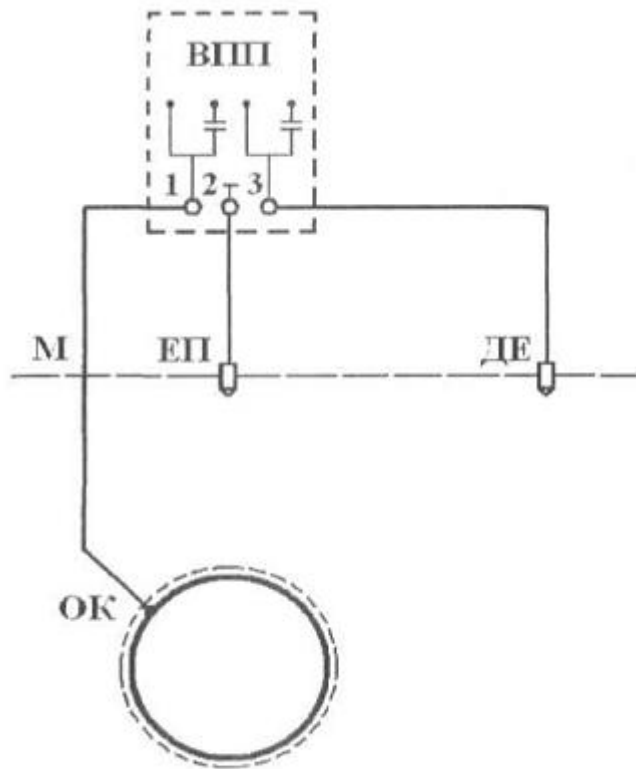


Рис. 2