



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **118809** (13) **C2**  
(51) МПК (2019.01)  
**G01R 17/00**  
**G01R 27/00**  
**G01R 17/10** (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО  
ЕКОНОМІЧНОГО  
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ  
УКРАЇНИ

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

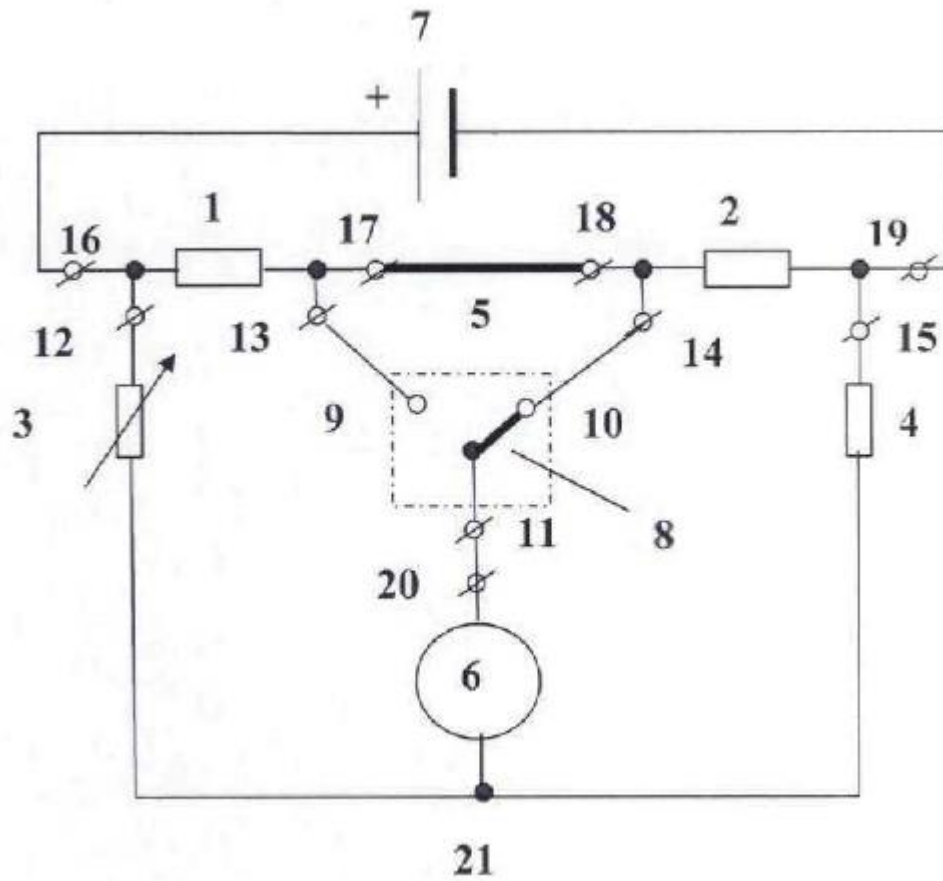
(21) Номер заявки: <b>а 2017 04278</b>	(72) Винахідник(и): <b>Степаняк Михайло Васильович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>28.04.2017</b>	(73) Власник(и): <b>НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА",</b> вул. Ст. Бандери, 12 м. Львів, 79013 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: <b>11.03.2019</b>	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: Основи метрології та вимірювальної техніки: /Підручник: У 2 т. / М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник та ін. За редакцією Б. Стадника. - Львів: Вид. НУ "ЛП" 2005. - Т.2. Вимірювальна техніка - С. 462-465 UA 82855 C2, 26.05.2008 UA 15584 U, 17.07.2006 SU 42632 A1, 30.04.1935 US 4644262 A, 17.02.1987 CN 106291041 A, 04.01.2017 US 2014347072 A1, 27.11.2014 US 4459995 A, 17.07.1984
(41) Публікація відомостей про заявку: <b>10.01.2018, Бюл.№ 1</b>	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>11.03.2019, Бюл.№ 5</b>	

## (54) МІСТ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОПОРУ

### (57) Реферат:

Міст для вимірювання електричного опору належить до електровимірювальної техніки і може бути використаний для перевірки мір електричного опору, шунтів, вимірювання опору резисторів з малими значеннями, створення вузлів вимірювальної техніки на мікроелектронному рівні та при вимірюванні неелектричних величин. Міст складається з послідовно з'єднаних першого плеча моста, опору з'єднання, другого плеча моста та джерела живлення. При цьому додатний вивід джерела живлення з'єднаний з першим струмовим виводом першого плеча моста, а другий струмовий вихід першого плеча з'єднаний з опором з'єднання, який з'єднаний з першим струмовим виводом другого плеча. Другий струмовий вивід цього плеча з'єднаний з від'ємним виводом джерела живлення, а другий потенціальний вивід цього ж плеча з першим виводом четвертого плеча моста, яке з'єднане з другим виводом нуль-індикатора та з другим виводом третього плеча моста, перший вивід якого з'єднаний з першим потенціальним виводом першого плеча моста. Містить перемикач, третій вивід якого з'єднаний з другим виводом четвертого плеча, а його другий вивід з'єднаний з першим потенціальним виводом другого плеча моста. При цьому перший вивід перемикача з'єднаний з другим потенціальним виводом першого плеча моста. Технічним результатом є підвищення точності та надійності вимірювання за рахунок відсутності синхронного обертання плечей порівняння.

UA 118809 C2



Фиг. 1

Винахід належить до електровимірювальної техніки і може бути використаний для перевірки мір електричного опору, шунтів, вимірювання опору резисторів з малими значеннями, створення вузлів вимірювальної техніки на мікроелектронному рівні та при вимірюванні неелектричних величин.

Відомий чотириплечий міст постійного струму для вимірювання опору резистора. У схемі цього моста провідники з'єднань  $r_3$  і  $r_4$  увімкнені послідовно з джерелом живлення та нуль-індикатором і не впливають на результат вимірювання, а вплив провідників з'єднань  $r_1$  і  $r_2$  може бути зменшений порівняно з двопровідною схемою тому, що вони додаються до опорів пліч моста, значення яких можна вибрати значно більшими, ніж вимірювальний резистор. [Основи метрології та вимірювальної техніки: /Підручник: У 2 т. / М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник та ін. За редакцією Б. Стадника. - Львів: Вид. НУ "ЛП"2005. - Т.2. Вимірювальна техніка - 656с. (455 с., рис. 42.2.)].

Однак, в цьому мості через вимірювальний резистор не можна пропустити струм, що необхідний при перевірці шунтів для енергообладнання та отримання високої чутливості мостової схеми та низьку точність вимірювання та надійність.

Найбільш близьким по технічній суті є подвійний міст постійного струму для вимірювання електричного опору Томсона "Лорда Кельвіна", який має послідовно з'єднані перше плеча моста, опір з'єднання, друге плеча моста та джерело живлення, причому додатний вивід джерела живлення з'єднаний з першим струмовим виводом першого плеча моста, а другий струмовий вихід першого плеча, з опором з'єднання, який з'єднаний з першим струмовим виводом другого плеча, другий струмовий вивід цього плеча з'єднаний з від'ємним виводом джерела живлення, а другий потенціальний вивід цього ж плеча з першим виводом четвертого плеча моста, яке з'єднане з другим виводом нуль-індикатора та з другим виводом третього плеча моста, перший вивід якого з'єднаний з першим потенціальним виводом першого плеча моста. [Основи метрології та вимірювальної техніки: /Підручник: У 2 т. / М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник та ін. За редакцією Б. Стадника. - Львів: Вид. НУ "ЛП"2005. - Т.2. Вимірювальна техніка- 656с. (463 с., рис. 42.3.)].

Однак, даний подвійний міст для вимірювання електричного опору має низьку точність та надійність тому, що плече порівняння виконане у вигляді так званих подвійних декад, що обертаються синхронно та рівні між собою, але на практиці таку рівність можна виконати з певною точністю, яка залежить від похибки виготовлення опорів та за рахунок присутності додаткового члена  $d$  в рівнянні для визначення значення електричного опору. Якщо член  $d \neq 0$ , то нехтування ним призводить до виникнення додаткових похибок, що особливо важливо при перевірці шунтів та однозначних мір опору  $10^{-5} \dots 10$  Ом. [Основи метрології та вимірювальної техніки: /Підручник: У 2 т. / М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник та ін. За редакцією Б. Стадника. - Львів: Вид. НУ "ЛП"2005. - Т.2. Вимірювальна техніка - 656с. (463 с. (42.32), 464 с.)]. Крім, цього, виготовлення подвійних декад, що обертаються синхронно та рівні між собою, ускладнює конструкцію моста та зменшує надійність.

В основу винаходу поставлено задачу створити міст для вимірювання електричного опору за рахунок використання нового схемного та конструктивного рішення, яке дозволяє підвищити його точність вимірювання та надійність.

Поставлена задача вирішується тим, що міст для вимірювання електричного опору, який складається: з послідовно з'єднаних першого плеча моста, опору з'єднання, другого плеча моста та джерела живлення, причому додатний вивід джерела живлення з'єднаний з першим струмовим виводом першого плеча моста, а другий струмовий вихід першого плеча, з опором з'єднання, який з'єднаний з першим струмовим виводом другого плеча, другий струмовий вивід цього плеча з'єднаний з від'ємним виводом джерела живлення, а другий потенціальний вивід цього ж плеча з першим виводом четвертого плеча моста, яке з'єднане з другим виводом нуль-індикатора та з другим виводом третього плеча моста, перший вивід якого з'єднаний з першим потенціальним виводом першого плеча моста, який згідно з винаходом, додатково містить перемикач, третій вивід якого з'єднаний з другим виводом четвертого плеча, а його другий вивід з'єднаний з першим потенціальним виводом другого плеча моста, причому перший вивід перемикача з'єднаний з другим потенціальним виводом першого плеча моста.

Запропоноване схемне рішення з додатковим введенням перемикача, третій вивід, якого з'єднаний з другим виводом четвертого плеча, а його другий вивід з'єднаний з першим потенціальним виводом другого плеча моста, причому перший вивід перемикача з'єднаний з другим потенціальним виводом першого плеча моста, що дозволяє підвищити точність вимірювання електричного опору за рахунок відсутності двох плеч моста: порівняння і відношення та двох з'єднувальних провідників, що з'єднують ці плечі потенціальними виводами, а також підвищити його надійність тому, що відсутнє синхронне обертання плеч порівняння.

На фіг. 1 зображено принципову схему чотириплечого моста постійного струму для вимірювання електричного опору, а на фіг. 2 ця схема після зміни положення перемикача з першого потенціального виводу другого плеча моста, еталонна міра на другий потенціальний вивід другого плеча моста вимірювальний опір, де:

1 - перше плече моста, вимірювальний електричний опір, 2 - друге плече моста, еталонна міра, 3 - третє Плече порівняння моста, , 4 - четверте плече, відношень, 5 - опір з'єднання, 6 - нуль-індикатор, 7 - джерело живлення, 8 - перемикач, 9 - перший вивід перемикача, 10 - другий вивід перемикача, 11-третій вивід перемикача, 12 - перший потенціальний вивід першого плеча моста, вимірюваний резистор, 13 - другий потенціальний вивід першого плеча моста, вимірювальний резистор, 14 - перший потенціальний вивід другого плеча моста, еталонна міра, 15 - другий потенціальний вивід другого плеча моста, еталонна міра, 16 - перший струмовий вивід першого плеча моста, вимірювальний електричний опір, 17 - другий струмовий вивід першого плеча моста, вимірювальний електричний опір, 18 - перший струмовий вивід другого плеча моста, еталонна міра, 19 - другий струмовий вивід другого плеча моста, еталонна міра, 20 - перший вивід нуль-індикатора, 21 - другий вивід нуль-індикатора.

Міст для вимірювання електричного опору складається: з послідовно з'єднаних першого плеча моста 1, опору з'єднання 5, другого плеча моста 2 та джерела живлення 7, причому додатний вивід джерела живлення 7 з'єднаний з першим струмовим виводом 16 першого плеча моста 1, а другий струмовий вихід 17 першого плеча, з опором з'єднання 5, який з'єднаний з першим струмовим виводом другого плеча 18, другий струмовий вивід 19 цього плеча 2 з'єднаний з від'ємним виводом джерела живлення 7, а другий потенціальний вивід 15 цього ж плеча 2 з першим виводом четвертого плеча моста 4, яке з'єднане з другим виводом 21 нуль-індикатора 6 та з другим виводом третього плеча моста, перший вивід якого з'єднаний з першим потенціальним виводом 12 першого плеча моста, та містить перемикач 8, третій вивід 11, якого з'єднаний з другим виводом четвертого плеча 4, а його другий вивід 10 з'єднаний з першим потенціальним виводом 14 другого плеча моста 2, причому перший вивід перемикача 9 з'єднаний з другим потенціальним виводом першого плеча моста 1.

Вимірювання електричного опору здійснюється так: зрівноважують міст з допомогою третього плеча порівняння 3 за нуль-індикатором 6 (фіг. 1) та отримуємо значення плеча порівняння  $R_{пор_N}$ . Після цього зрівноважуємо міст за допомогою третього плеча порівняння 3 за нуль-індикатором 6 (фіг. 2) та отримуємо значення плеча порівняння  $R_{пор_X}$ , значення першого плеча  $R_x$ , вимірювальний резистор визначають за рівнянням

$$R_x = \frac{R_N(R_1 + R_{пор_N})R_{пор_X}}{R_1(R_1 + R_{пор_X})},$$

де  $R_x$  - значення опору першого плеча моста, відповідно вимірювальний електричний опір;

$R_N$  - значення опору другого плеча моста, відповідне еталонній мірі;

$R_1$  - значення опору четвертого плеча відношень моста;

$R_{пор_N}$  - значення опору третього плеча порівняння моста, відповідне опору еталонній мірі при положенні перемикача 8, що з'єднує його другий вивід 10 з першим потенціальним виводом другого плеча моста, еталонна міра;

$R_{пор_X}$  - значення опору третього плеча порівняння моста, відповідне опору вимірювальний резистор при положенні перемикача 8, що з'єднує його перший вивід 9 з другим потенціальним виводом 13 першого плеча моста 1, вимірювальний електричний опір. Міст для вимірювання електричного опору дозволяє підвищити точність вимірювання за рахунок відсутності та двох пліч моста: порівняння і відношення та двох з'єднувальних провідників, а також підвищити його надійність тому, що відсутнє синхронне обертання пліч порівняння.

#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Міст для вимірювання електричного опору, що складається з послідовно з'єднаних першого плеча моста, опору з'єднання, другого плеча моста та джерела живлення, причому додатний вивід джерела живлення з'єднаний з першим струмовим виводом першого плеча моста, а другий струмовий вивід першого плеча з'єднаний з опором з'єднання, який з'єднаний з першим струмовим виводом другого плеча, де другий струмовий вивід цього плеча з'єднаний з від'ємним виводом джерела живлення, а другий потенціальний вивід цього ж плеча з'єднаний з першим виводом четвертого плеча моста, яке з'єднане з другим виводом нуль-індикатора та з другим виводом третього плеча моста, перший вивід якого з'єднаний з першим потенціальним виводом першого плеча моста, який **відрізняється** тим, що додатково містить перемикач,

третій вивід якого з'єднаний з другим виводом четвертого плеча, а його другий вивід з'єднаний з першим потенціальним виводом другого плеча моста, причому перший вивід перемикача з'єднаний з другим потенціальним виводом першого плеча моста.

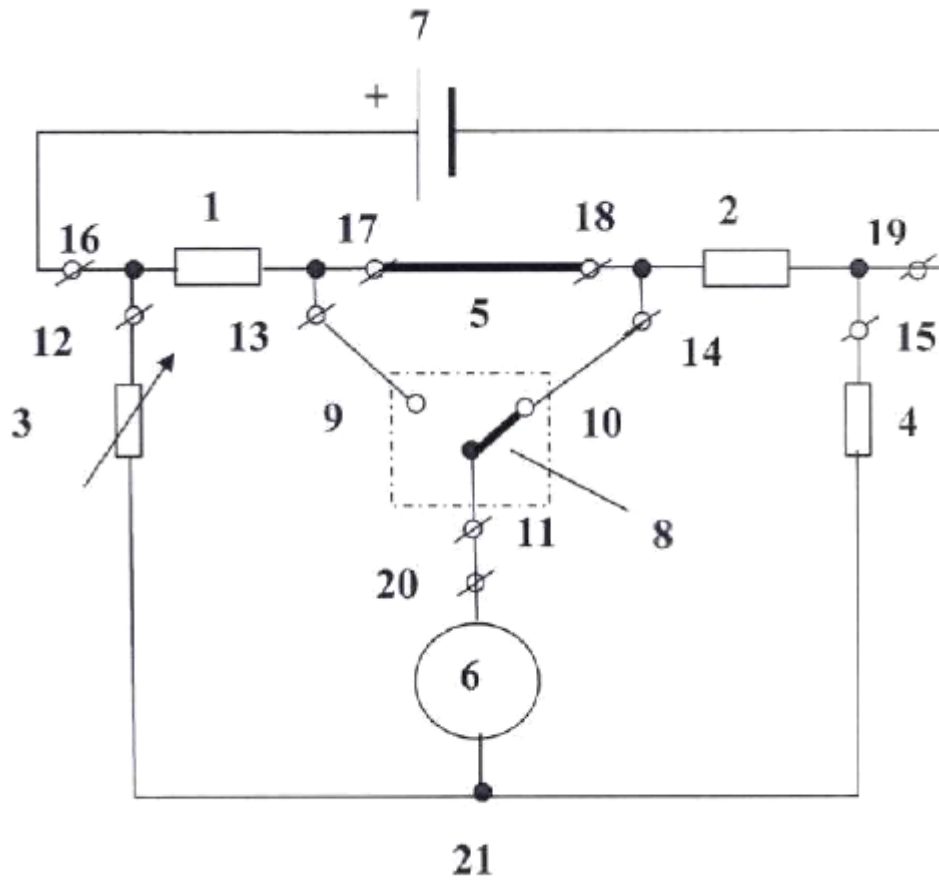


Fig. 1

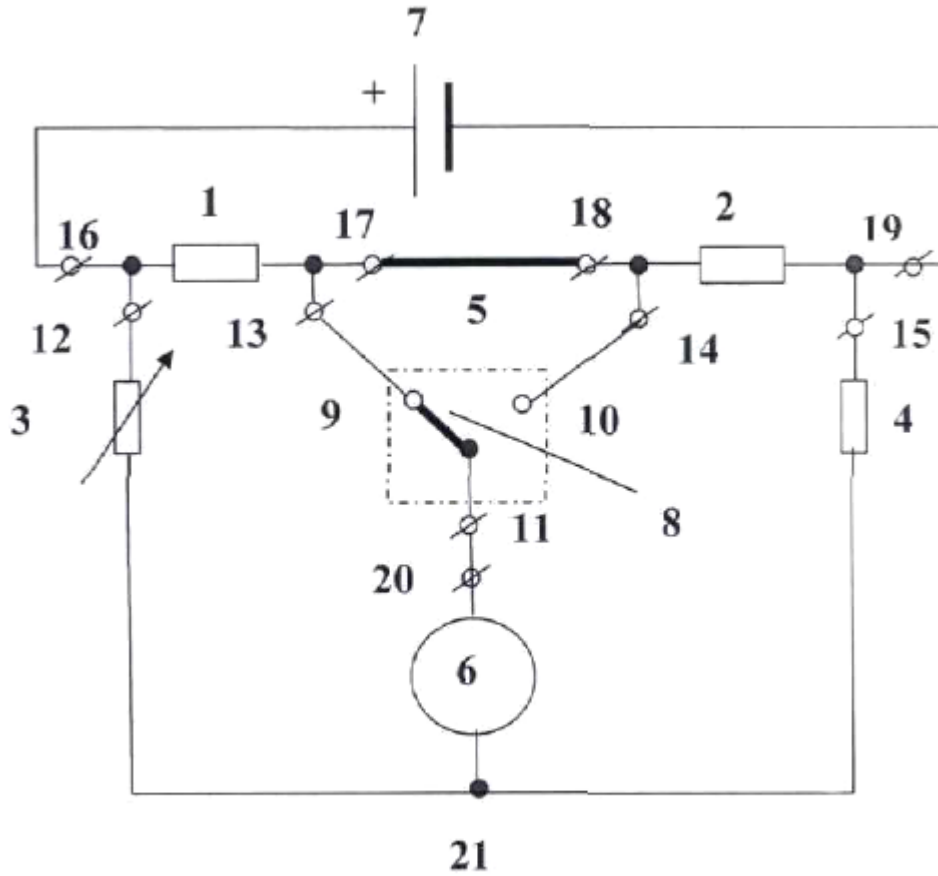


Fig. 2

Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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