

РЭСПУБЛІКА БЕЛАРУСЬ



ПАТЭНТ

НА ВЫНАХОДСТВА

№ 21192

**Способ определения значения активного сопротивления
двухполюсника, состоящего из параллельно соединенных
сопротивления и емкости**

выдадзены

Нацыянальным цэнтрам інтэлектуальнай уласнасці
ў адпаведнасці з Законам Рэспублікі Беларусь
«Аб патэнтах на вынаходствы, карысныя мадэлі, прамысловыя ўзоры»

Патэнтаўладальнік (патэнтаўладальнікі):

Общество с ограниченной ответственностью "АКВАКОН" (ВУ)

Аўтар (аўтары):

Спектор Михаил Борисович; Еременко Евгений Валерьевич (ВУ)

Заяўка № а 20131508

Дата падачы: 13.12.2013

Зарэгістравана ў Дзяржаўным рэестры
вынаходстваў:

10.04.2017

Дата пачатку дзеяння:

13.12.2013

Генеральны дырэктар

П.М. Броўкін



**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **21192**

(13) **С1**

(46) **2017.08.30**

(51) МПК

G 01R 27/02 (2006.01)

(54)

**СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗНАЧЕНИЯ АКТИВНОГО
СОПРОТИВЛЕНИЯ ДВУХПОЛЮСНИКА, СОСТОЯЩЕГО
ИЗ ПАРАЛЛЕЛЬНО СОЕДИНЕННЫХ СОПРОТИВЛЕНИЯ
И ЕМКОСТИ**

(21) Номер заявки: а 20131508

(22) 2013.12.13

(43) 2015.08.30

(71) Заявитель: Общество с ограниченной ответственностью "АКВАКОН" (ВУ)

(72) Авторы: Спектор Михаил Борисович; Еременко Евгений Валерьевич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Общество с ограниченной ответственностью "АКВАКОН" (ВУ)

(56) RU 2379696 С1, 2010.

ВУ 17554 С1, 2013.

ВУ 8496 С1, 2006.

RU 2348046 С1, 2009.

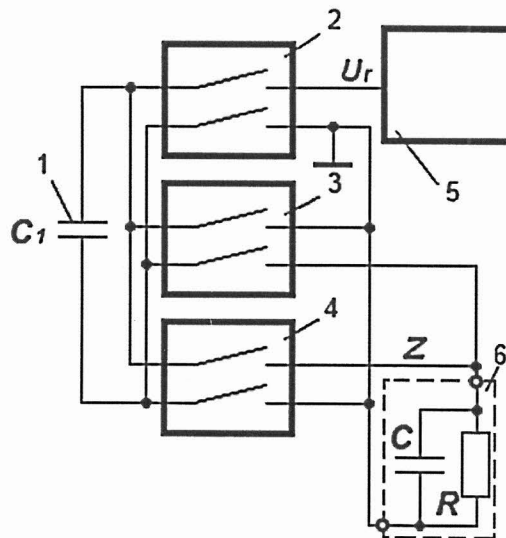
RU 2080609 С1, 1997.

UA 64602 U, 2011.

DE 3313086 A1, 1984.

(57)

Способ определения значения активного сопротивления двухполосника, состоящего из параллельно соединенных сопротивления и емкости, в котором к источнику напряжения постоянного тока подключают конденсатор известной емкости C_1 и заряжают его до заданного напряжения U_r , отключают конденсатор от источника напряжения, частично разряжают его через исследуемый двухполосник в течение фиксированного времени T_e , попеременно подключая двухполосник к противоположным выводам конденсатора с одинаковым временем подключения и заданной частотой, отключают двухполосник от конденсатора, измеряют и фиксируют напряжение U_1 на конденсаторе, далее вторично



Фиг. 1

ВУ 21192 С1 2017.08.30

подключают конденсатор к источнику напряжения постоянного тока и заряжают до напряжения U_r , отключают конденсатор от источника напряжения, частично разряжают его через исследуемый двухполосник в течение времени T_e , попеременно подключая двухполосник к противоположным выводам конденсатора с одинаковым временем подключения и частотой, увеличенной в любое заданное число n раз по сравнению с частотой попеременного подключения при первом разряде, отключают двухполосник от конденсатора, измеряют и фиксируют напряжение U_2 на конденсаторе, а затем определяют искомое значение R активного сопротивления двухполосника путем решения системы уравнений

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{R \cdot X_c}{R + X_c} = - \frac{T_e}{\ln\left(\frac{U_1}{U_r}\right) \cdot C_1} \\ \frac{\frac{1}{n} \cdot R \cdot X_c}{R + \frac{1}{n} \cdot X_c} = - \frac{T_e}{\ln\left(\frac{U_2}{U_r}\right) \cdot C_1} \end{array} \right. ,$$

где X_c - реактивное сопротивление двухполосника при первом разряде.

Настоящее изобретение относится к измерительной технике. Изобретение может быть использовано в электроизмерительных приборах и устройствах для определения значения активного сопротивления пассивных двухполосников, в частности для измерения электропроводности жидкостей.

Широко известен метод трех вольтметров [1], где пассивный двухполосник соединен последовательно с резистором, сопротивление которого известно и соизмеримо с полным сопротивлением двухполосника, и подключен к источнику синусоидального напряжения. По трем напряжениям, измеренным в разных точках цепи, вычисляются параметры двухполосника.

Недостатком данного метода является то, что питание схемы осуществляется от генератора синусоидального напряжения, что предъявляет повышенные требования к коэффициенту гармоник (для сохранения точности) и к стабильности частоты (для устойчивости показаний).

Наиболее близким является способ измерения параметров двухполосников реализованный в мостовом измерителе параметров двухполосников [2], заключающийся в подаче на четырехплечевую мостовую цепь с генератора последовательности разных типов импульсов. Вначале подается последовательность прямоугольных импульсов, затем последовательность импульсов линейно изменяющегося напряжения, потом последовательность квадратичных импульсов. После установления для каждого типа импульсов импульсного сигнала неравновесия с плоской вершиной, однократной регулировкой в каждой из соответствующих плеч цепи приводится плоская вершина импульсного сигнала неравновесия к нулю, т.е. выполняется условие равновесия. Из трех уравнений (условий равновесия) производится расчет искомых параметров двухполосника.

Однако данный метод также предъявляет повышенные требования к генератору электрических сигналов, формирующему последовательности прямоугольных, линейно изменяющихся и квадратичных импульсов. Другим недостатком данного устройства является то, что точность измерений зависит от стабильности уравнивающих элементов диагонали мостовой цепи.

Задачей, на решение которой направлено заявляемое изобретение, является создание способа измерения, позволяющего упростить и улучшить метрологические и эксплуатационные характеристики устройств за счет исключения из их состава многих пассивных и активных электронных компонентов.

Технический результат изобретения заключается в расширении арсенала средств данного назначения - способе определения значения активного сопротивления пассивного двухполосника; в установлении зависимости остаточного напряжения заряда конденсатора, заряженного до определенного напряжения и разряженного в течение фиксированного времени через анализируемый двухполосник от значения активного сопротивления этого двухполосника.

При описании способа определения значения активного сопротивления пассивного двухполосника используются следующие обозначения:

R - активное сопротивление двухполосника;

X_c - реактивное сопротивление двухполосника при первом разряде;

Z_1 - полное сопротивление двухполосника при первом разряде;

Z_2 - полное сопротивление двухполосника при втором разряде;

C_1 - емкость заряжаемого конденсатора;

T_e - время разряда конденсатора (одинаковое при обоих разрядах);

U_r - напряжение, до которого конденсатор заряжается при обоих зарядах;

U_1 - остаточное напряжение на конденсаторе после первого разряда;

U_2 - остаточное напряжение на конденсаторе после второго разряда;

n - отношение частот подключения двухполосника к конденсатору при первом и втором разряде.

Технический результат способа достигается за счет того, что способ определения значения активного сопротивления двухполосника, состоящего из параллельно соединенных сопротивления и емкости, состоит в том, что к источнику напряжения постоянного тока подключают конденсатор известной емкости C_1 , заряжают его до заданного напряжения U_r , отключают конденсатор от источника напряжения, частично разряжают его через исследуемый двухполосник в течение фиксированного времени T_e , попеременно подключая двухполосник к противоположным выводам конденсатора с одинаковым временем подключения и заданной частотой, отключают двухполосник от конденсатора, измеряют и фиксируют остаточное напряжение U_1 на конденсаторе, далее вторично подключают конденсатор к источнику напряжения постоянного тока и заряжают до напряжения U_r , отключают конденсатор от источника напряжения, частично разряжают его через исследуемый двухполосник в течение времени T_e , попеременно подключая двухполосник к противоположным выводам конденсатора с одинаковым временем подключения и частотой, увеличенной в любое заданное число n раз по сравнению с частотой попеременного подключения при первом разряде, отключают двухполосник от конденсатора, измеряют и фиксируют остаточное напряжение U_2 на конденсаторе, а затем определяют искомое значение R активного сопротивления двухполосника путем решения системы уравнений

$$\begin{cases} \frac{R \cdot X_c}{R + X_c} = - \frac{T_e}{\ln\left(\frac{U_1}{U_r}\right) \cdot C_1} \\ \frac{\frac{1}{n} \cdot R \cdot X_c}{R + \frac{1}{n} \cdot X_c} = - \frac{T_e}{\ln\left(\frac{U_2}{U_r}\right) \cdot C_1} \end{cases}$$

Совокупность признаков способа заключается в том, что вначале подключают конденсатор к источнику напряжения постоянного тока и заряжают до заданного напряжения, отключают от источника напряжения, частично разряжают через двухполосник в течение фиксированного времени, подключая двухполосник попеременно к противоположным выводам конденсатора с заданной частотой, остаточное напряжение на конденсаторе из-

меряют и фиксируют. Далее конденсатор вторично подключают к источнику напряжения и заряжают до того же напряжения, что и при первом заряде, отключают от источника напряжения, частично разряжают его через двухполосник в течение того же времени, что и при первом разряде, подключая двухполосник попеременно к противоположным выводам конденсатора с частотой, увеличенной в n число раз от частоты попеременного подключения при первом разряде конденсатора, остаточное напряжение на конденсаторе измеряют и фиксируют. Значение активного сопротивления двухполосника определяют при решении системы уравнений, что позволяет установить зависимость остаточного напряжения заряда конденсатора, заряженного до заданного напряжения и разряженного в течение фиксированного времени через анализируемый двухполосник, от значений параметров этого двухполосника и определить значение активного сопротивления двухполосника, состоящего из параллельно соединенных активного сопротивления и емкости, упростить и улучшить метрологические и эксплуатационные характеристики устройства за счет исключения из его состава многих пассивных и активных электронных компонентов.

Сущность способа поясняется фигурами.

На фиг. 1 показана электрическая схема, реализующая предложенный способ определения значения активного сопротивления двухполосника, состоящего из параллельно соединенных активного сопротивления и емкости.

На фиг. 2 показана временная диаграмма определения значения активного сопротивления двухполосников, состоящих из параллельно соединенных активного сопротивления и емкости.

Устройство, реализующее способ определения значения активного сопротивления двухполосника, состоящего из параллельно соединенных активного сопротивления и емкости (фиг. 1), содержит конденсатор 1, соединенный с управляемыми контактными устройствами 2, 3, 4 (с управляемым контактными устройствами 2 для подключения конденсатора 1 к источнику напряжения постоянного тока 5, с управляемыми контактными устройствами 3, 4 для подключения исследуемого двухполосника 6 к противоположным выводам конденсатора 1). Управляемые контактные устройства 2, 3, 4, в свою очередь, соединены с управляющим и вычислительным устройством, например микропроцессорным устройством или персональным компьютером (не показано), вычисляющим по соответствующим формулам значение активного сопротивления двухполосника.

Реализация способа устройством производится в два цикла.

В первом цикле измерения конденсатор 1 (известной емкости) через управляемое контактное устройство 2 подключают к источнику напряжения постоянного тока 5 и заряжают (фиг. 2) до определенного напряжения U_r . Затем управляемым контактными устройствами 2 отключают конденсатор 1 от источника напряжения 5. Далее конденсатор 1 частично разряжают через двухполосник 6 в течение фиксированного времени T_e с помощью контактных устройств 3 и 4, обеспечивающих подключение двухполосника 6 попеременно с одинаковым временем подключения к противоположным выводам с определенной частотой. Управляемыми контактными устройствами 3 и 4 конденсатор 1 отключают от двухполосника 6, измеряют и фиксируют (заносят в память управляющего и вычислительного устройства) остаточное напряжение на конденсаторе 1 - U_1 .

Зависимость между измеренным значением U_1 , значениями U_r , C_1 и T_e , а также полным сопротивлением двухполосника Z_1 следующая:

$$U_1 = U_r \cdot e^{-\frac{T_e}{Z_1 \cdot C_1}} \quad (1)$$

Из этой формулы можно выразить полное сопротивление двухполосника:

$$Z_1 = -\frac{T_e}{\ln\left(\frac{U_1}{U_r}\right) \cdot C_1} \quad (2)$$

Полное сопротивление двухполосника, состоящего из параллельно соединенных активного сопротивления и емкости, также можно выразить формулой:

$$Z_1 = \frac{R \cdot X_c}{R + X_c}. \quad (3)$$

Приравняв правые части формул (2) и (3), получаем первое уравнение системы уравнений:

$$\frac{R \cdot X_c}{R + X_c} = - \frac{T_e}{\ln\left(\frac{U_1}{U_r}\right) \cdot C_1}. \quad (4)$$

Затем производится второй цикл измерения. Вторично через управляемое контактное устройство 2 конденсатор 1 подключают к источнику напряжения постоянного тока 5 и заряжают (фиг. 1) до определенного напряжения U_r (того же, что и в первом цикле). Затем управляемое контактное устройство 2 отключает конденсатор 1 от источника напряжения 5. Далее конденсатор 1 частично разряжают через двухполосник 6 в течение времени T_e (того же, что и в первом цикле) с помощью управляемых контактных устройств 3 и 4, обеспечивающих подключение двухполосника 6 попеременно к противоположным выводам конденсатора 1 с одинаковым временем подключения и с частотой увеличенной в n раз от частоты подключения двухполосника при первом цикле разряда конденсатора 1. Измеряют и фиксируют остаточное напряжение на конденсаторе 1 - U_2 и заносят в память управляющего и вычислительного устройства.

Зависимость между измеренным значением U_2 , значениями U_r , C_1 и T_e , а также полным сопротивлением двухполосника Z_2 следующая:

$$U_2 = U_r \cdot e^{-\frac{T_e}{Z_2 C_1}}. \quad (5)$$

Из этой формулы можно выразить полное сопротивление двухполосника:

$$Z_2 = - \frac{T_e}{\ln\left(\frac{U_2}{U_r}\right) \cdot C_1}. \quad (6)$$

Во втором цикле измерения полное сопротивление двухполосника, состоящего из параллельно соединенных активного сопротивления и емкости также можно выразить формулой (7), в которой учтено, что изменение (увеличение или уменьшение) частоты разряда пропорционально изменяет (соответственно уменьшает или увеличивает) емкостное сопротивление двухполосника для всех гармоник симметричных прямоугольных импульсов тока, протекающего через двухполосник, а значение активного сопротивления двухполосника при этом остается тем же:

$$Z_2 = \frac{R \cdot \frac{1}{n} X_c}{R + \frac{1}{n} X_c}. \quad (7)$$

Приравняв правые части формул (6) и (7), получаем второе уравнение системы уравнений:

$$\frac{R \cdot \frac{1}{n} X_c}{R + \frac{1}{n} X_c} = - \frac{T_e}{\ln\left(\frac{U_2}{U_r}\right) \cdot C_1}. \quad (8)$$

Значение активного сопротивления двухполосника R определяется управляющим и вычислительным устройством из полученной системы уравнений:

$$\begin{cases} \frac{R \cdot X_c}{R + X_c} = - \frac{T_e}{\ln\left(\frac{U_1}{U_r}\right) \cdot C_1} \\ \frac{\frac{1}{n} \cdot R \cdot X_c}{R + \frac{1}{n} \cdot X_c} = - \frac{T_e}{\ln\left(\frac{U_2}{U_r}\right) \cdot C_1} \end{cases} \quad (9)$$

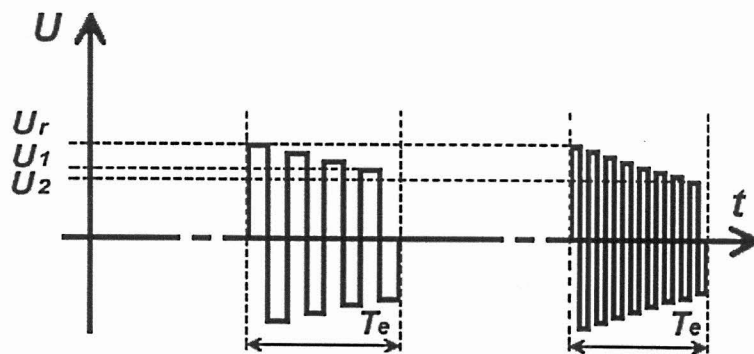
Пример реализации способа.

Определяем активное сопротивление двухполосника, состоящего из параллельно соединенных сопротивления и емкости, равной 100 пФ. Выбираем емкость конденсатора 1 (фиг. 1) $C_1 = 1$ мкФ, напряжение заряда конденсатора 1 - $U_r = 1,2$ В. Производим разряд конденсатора 1 через двухполосник с частотой подключения двухполосника к противоположным выводам конденсатора в первом цикле выбранной из интервала от 200 Гц до 500 мГц, а во втором цикле - с частотой подключения двухполосника увеличенной в два раза ($n = 2$). Время разряда - в диапазоне от 0,1 с до 0,04 мкс. Остаточное напряжение после разряда в диапазоне от 0,6 до 3 В. В первом и втором цикле измеряем и фиксируем напряжение разряда на конденсаторе 1 - U_1 и U_2 и заносим в память управляющего и вычислительного устройства. Вычисляем значение активного сопротивления двухполосника из системы уравнений (9).

Применение способа в устройстве с данными параметрами позволит определять активное сопротивление двухполосника R в пределах от 50 Ом до 4 МОм.

Источники информации:

1. ГОСТ 27955-88. Преобразователи ультразвуковые магнитострикционные. Методы измерения характеристик.
2. Патент RU 2379696 C1, 2010.



Фиг. 2