



SU **1555672** **A1**

(51)5 G 01 R 17/12

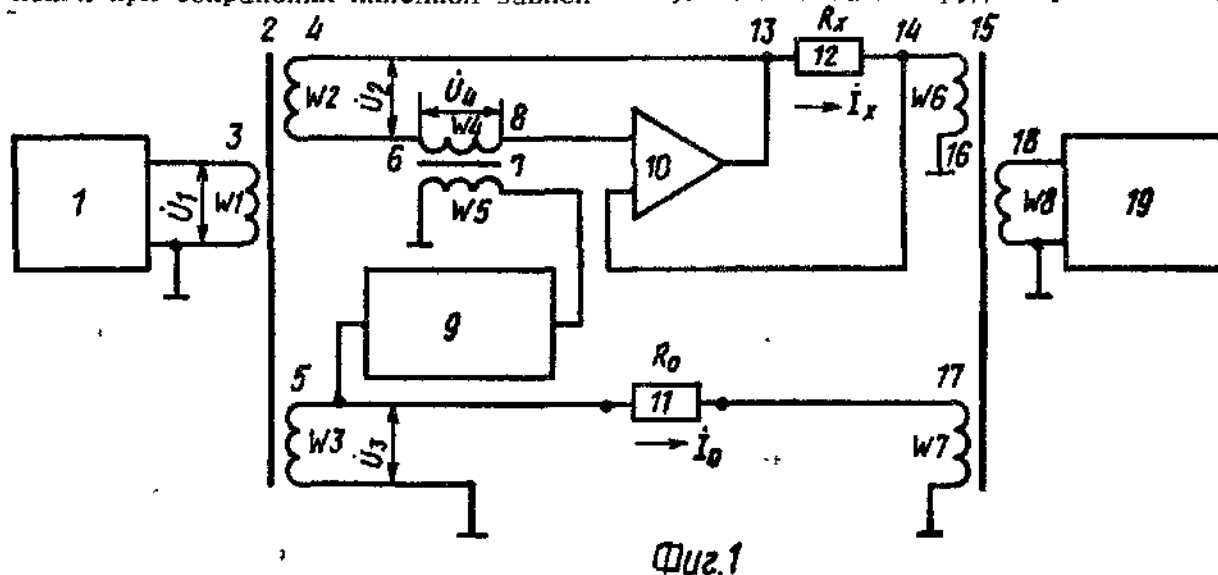
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4473492/24-21
(22) 11.08.88
(46) 07.04.90, Бюл. № 13
(71) Специальное конструкторско-технологическое бюро Морского гидрофизического института АН УССР
(72) Ю.В.Немировский
(53) 621.317.733(088.8)
(56) Авторское свидетельство СССР
№ 291153, кл. G 01 R 17/12, 1969.
Авторское свидетельство СССР
№ 1056060, кл. G 01 R 17/12, 1981.

(57) Изобретение относится к электроизмерительной технике и предназначено для измерения параметров малых комплексных сопротивлений в цепях переменного тока. Целью изобретения является повышение точности измерения за счет устранения погрешности, возникающей в ветви образцового сопротивления при сохранении линейной зависи-

мости, и уменьшение трудозатрат путем замены набора образцовых мер сопротивления одним образцовым резистором. Цель достигается в результате введения регулируемого делителя 9 напряжения и согласующего трансформатора 6 с первичной 7 и вторичной 8 обмотками. При этом вход делителя 9 напряжения подключен к началу обмотки 5, а выход соединен с началом обмотки 7 согласующего трансформатора, конец которой соединен с общей шиной. Конец обмотки 4 подключен к началу вторичной обмотки 8 согласующего трансформатора, конец которой соединен с первым входом усилителя тока. Введение новых узлов и связей позволяет устранить погрешность в ветви образцового сопротивления и повысить точность измерения в три раза. При сохранении линейности зависимости величины измеряемого параметра от результата измерения данное решение позволяет уменьшить также трудозатраты. 2 ил.



SU (11) 1555672 A1

Изобретение относится к электро-
измерительной технике и предназначе-
но для измерения параметров малых ком-
плексных сопротивлений в цепях пере-
менного тока.

Целью изобретения является повыше-
ние точности измерения за счет уст-
ранения погрешности, возникающей в
ветви образцового сопротивления при
сохранении линейной зависимости, и
уменьшение трудозатрат за счет замены
набора образцовых мер сопротивления
одним образцовым резистором.

На фиг. 1 представлена структурная
схема трансформаторного моста для
измерения малых сопротивлений; на
фиг. 2 — структурная схема регулируе-
мого делителя напряжения.

Трансформаторный мост (фиг. 1) со-
держит источник 1 питания, трансфор-
матор 2 напряжения с первичной обмот-
кой 3 (w_1) и вторичными первой обмот-
кой 4 (w_2) и второй обмоткой 5 (w_3),
согласующий трансформатор 6 с первич-
ной обмоткой 7 (w_5) и вторичной об-
моткой 8 (w_4), регулируемый делитель
9 напряжения, усилитель 10 тока, об-
разцовую меру 11 (R_0), измеряемый
объект 12 (R_x) с первым зажимом 13
и вторым зажимом 14, индуктивный ком-
паратор 15 токов с первой входной обмот-
кой 16 (w_6), второй входной обмот-
кой 17 (w_7) и выходной обмоткой 18
(w_8), указатель 19 равновесия. При
этом начало обмотки 4 соединено с
первым зажимом 13 измеряемого объек-
та 12, второй зажим 14 соединен с на-
чалом первой входной обмотки 16 индук-
тивного компаратора 15 токов, конец
которой соединен с общей шиной, концы
обмотки 5 и второй входной обмотки 17
индуктивного компаратора 15 токов со-
единены с общей шиной, образцовая
мера 11 подключена между началом об-
мотки 5 и началом обмотки 17, усили-
тель 10 тока выходом соединен с зажи-
мом 13, а второй вход соединен с за-
жимом 14, указатель 19 равновесия со-
единен с выходной обмоткой 18 индук-
тивного компаратора 15, один конец
которой и один вывод указателя 19 рав-
новесия соединены с общей шиной, вход
делителя 9 напряжения подключен к на-
чалу обмотки 5, а выход соединен с
началом обмотки 7 согласующего транс-
форматора 6, конец которой соединен
с общей шиной, конец обмотки 4 под-
ключен к началу вторичной обмотки 8

согласующего трансформатора, конец
которой соединен с первым входом уси-
лителя тока.

Трансформаторный мост работает
следующим образом.

Индуктивный компаратор 15 токов
дает нулевое напряжение на выходе в
том случае, если выполняется условие
 $I_x \cdot w_6 = I_0 \cdot w_7$. (1)

Образцовый ток

$$I_0 = \frac{U_2}{R_0}, \quad (2)$$

где U_2 — напряжение на обмотке 5.

Усилитель 10 тока поддерживает на
первом 13 и втором 14 зажимах измеряе-
мого объекта 12 напряжение, равное
потенциалу, который поступает на его
первый вход. Этот потенциал складыва-
ется из напряжений U_2 на обмотке 4 и
 U_4 на обмотке 8. Напряжение U_2 неиз-
менно по величине, а U_4 изменяется в
соответствии с коэффициентом деления
регулируемого делителя 9 напряжения.
При этом обмотки 4 и 8 включены после-
довательно между выходом и первым
входом усилителя 10 тока, следователь-
но, по обмотке 8 согласующего транс-
форматора 6 протекает только входной
ток усилителя 10 тока, который прене-
брежимо мал ($10^{-8} \sim 10^{-9}$ А), поэтому мож-
но считать, что согласующий транс-
форматор работает на холостом ходу.
Это значит, что на его коэффициент
трансформации не оказывают влияния
паразитные межвитковые проводимости
и собственное сопротивление обмоток.
Можно записать выражение для измери-
тельного тока

$$I_x = \frac{U_2 + U_4}{R_x}. \quad (3)$$

Напряжение U_4 можно записать в
следующем виде:

$$U_4 = U_3 \cdot N \cdot \frac{w_4}{w_5}, \quad (4)$$

где N — коэффициент деления регули-
руемого делителя 9 напряже-
ния, который изменяется от 0
до 1 (фиг. 2).

Отсюда

$$I_x = \frac{U_2 + U_3 \cdot N \cdot \frac{w_4}{w_5}}{R_x}. \quad (5)$$

Подставляя (5) и (2) в (1) получают

$$\frac{(U_2 + U_3 \cdot N \cdot \frac{w_4}{w_5}) \cdot w_6}{R_x} = \frac{U_2 \cdot w_7}{R_0}. \quad (6)$$

Отсюда находят выражение для из-
меряемого сопротивления

$$R_x = \frac{R_0 w_6 (U_2 + U_3 N \frac{w_4}{w_5})}{U_3 w_7} \quad (7)$$

Начало диапазона измерения сопротивления $R_{x \text{ мин}}$ устанавливается при $N=0$:

$$R_{x \text{ мин}} = \frac{R_0 w_6 U_2}{U_3 w_7} \quad (8)$$

Из выражения (8) видно, что начало диапазона может выбираться с помощью комбинаций числа витков обмоток 16 (w_6) и 17 (w_7), напряжений U_2 и U_3 и величины R_0 , что дает широкие возможности их вариации. Конец диапазона измерения сопротивлений $R_{x \text{ макс}}$ устанавливается при $N=1$:

$$R_{x \text{ макс}} = \frac{R_0 w_6 (U_2 + U_3 \frac{w_4}{w_5})}{U_3 w_7} \quad (9)$$

Из выражения (9) видно, что ширину диапазона измерения сопротивления R_x можно выбирать путем изменения отношения $\frac{w_5}{w_4}$ согласующего трансформатора 6.

При заданных значениях R_0, U_2, U_3, w_4-w_7 выражение (7) может быть представлено в виде

$$R_x = \frac{N K_1 + K_2}{K_3} = N K_4, \quad (10)$$

где $K_1 = U_3 \frac{w_5}{w_4}$;

$$K_2 = U_2 w_6 R_0;$$

$$K_3 = U_3 w_7.$$

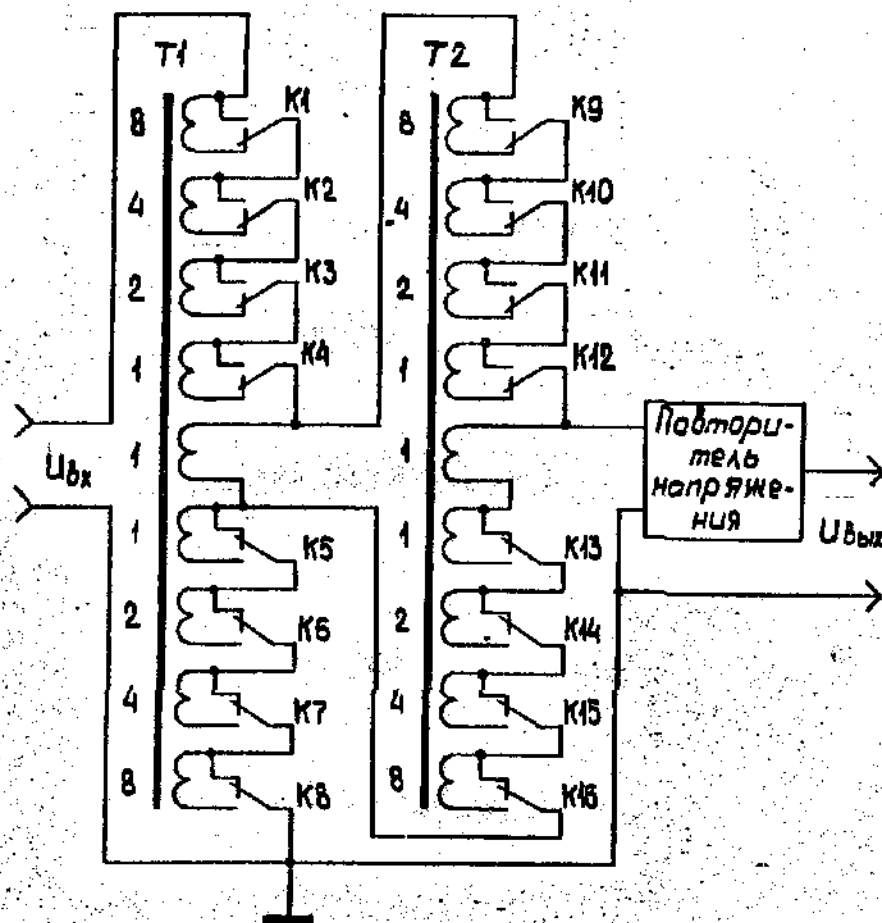
Из выражения (10) видно, что сопротивление R_x измеряемого объекта связано линейной зависимостью с коэффициентом деления N .

Таким образом, предлагаемый мост по сравнению с известным позволяет увеличить точность измерения не менее чем в три раза, устанавливать диапазон измеряемых сопротивлений путем изменения отношения числа витков вспомогательного трансформатора, уменьшить трудозатраты за счет заме-

ны набора образцовых мер сопротивления одним образцовым резистором.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Трансформаторный мост для измерения малых сопротивлений, содержащий источник питания, трансформатор напряжения с двумя вторичными обмотками, начало первой вторичной обмотки которого соединено с первым зажимом для подключения измеряемого объекта, второй зажим для подключения измеряемого объекта соединен с началом первой входной обмотки индуктивного компаратора токов, конец которой соединен с общей шиной, концы второй вторичной обмотки трансформатора напряжения и второй входной обмотки индуктивного компаратора токов соединены с общей шиной, образцовую меру, подключенную между началом второй вторичной обмотки трансформатора напряжения и началом второй входной обмотки индуктивного компаратора токов, усилитель тока, выход которого соединен с первым зажимом для подключения измеряемого объекта, а первый вход соединен с вторым зажимом для подключения измеряемого объекта, указатель равновесия, соединенный с выходной обмоткой индуктивного компаратора токов, один конец которой и один вывод указателя равновесия соединены с общей шиной, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что, с целью повышения точности и уменьшения трудозатрат, в него введены регулируемый делитель напряжения и согласующий трансформатор с первичной и вторичной обмотками, причем вход делителя напряжения подключен к началу второй вторичной обмотки трансформатора напряжения, а выход соединен с началом первичной обмотки согласующего трансформатора, конец которой соединен с общей шиной, конец первой вторичной обмотки трансформатора напряжения подключен к началу вторичной обмотки согласующего трансформатора, конец которой соединен с вторым входом усилителя тока.



Фиг. 2

Редактор Н.Бобкова Составитель В.Семенчук Техред М.Дидык Корректор Н.Ревская

Заказ 554 Тираж 551 Подписное
ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101