



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3942015/24-21

(22) 13.08.85

(46) 15.12.86. Бюл. № 46

(72) Р.Д. Тучин

(53) 621.317.733 (088.8)

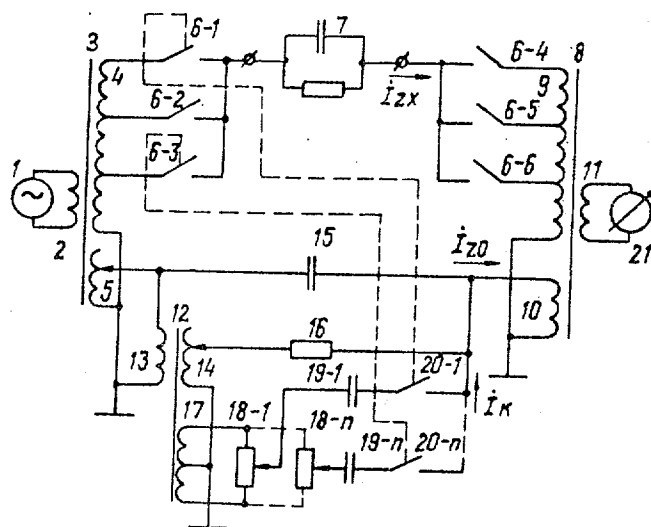
(56) Гриневиц Ф.Б. и др. Трансформаторные мосты переменного тока. М.: Энергия, 1970.

Мост переменного тока автоматический с цифровым отсчетом Р5016. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. 1981.

(54) ТРАНСФОРМАТОРНЫЙ МОСТ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

(57) Изобретение может быть использовано при построении мостов переменного тока, предназначенных для высокочастотных измерений параметров комплексных сопротивлений. Цель изобретения - повышение точности измерения - достигается за счет исклю-

чения влияния остаточных параметров и паразитных связей между элементами моста. Для этого в устройство дополнительно введены вспомогательные ветви, каждая из которых состоит из потенциометра, конденсатора и коммутатора. На чертеже показаны источник 1 питания, первичная обмотка 2, вторичные обмотки 4 и 5 трансформатора 3, переключатель 6 диапазонов с контактами 6.1-6.6, объект 7 измерения, компаратор 8 токов с обмотками 9-11, вспомогательный трансформатор 12 с обмотками 13 и 14, образцовые меры емкости 15, сопротивления 16, дополнительная обмотка 17, трансформатор 12, вспомогательные ветви, состоящие из потенциометров 18.1-18.n, конденсаторов 19.1-19.n и коммутаторов 20.1-20.n, детектор 21 равновесия. 1 ил.



Изобретение относится к электроизмерительной технике и может быть использовано при построении мостов переменного тока, предназначенных для высокоточных измерений параметров комплексных сопротивлений.

Целью изобретения является повышение точности измерения за счет исключения неравномерности погрешности измерения по диапазонам и за счет исключения влияния остаточных параметров и паразитных связей между элементами моста.

На чертеже представлена функциональная схема устройства.

Трансформаторный мост переменного тока содержит источник 1 питания, подключенный к первичной обмотке 2 трансформатора 3 напряжения с двумя вторичными обмотками 4 и 5, переключатель 6 диапазонов с контактами 6.1-6.6, первые выводы переключателя соединены с секциями обмотки 4, а вторые - с зажимом для подключения объекта 7 измерения, компаратор 8 токов с обмотками 9-11, обмотка 9 которого через переключатель 6 соединена с вторым зажимом для подключения объекта 7 измерения, вспомогательный трансформатор 12 напряжения - с первичной обмоткой 13 и вторичной обмоткой 14, первичная обмотка 13 которого соединена с образцовой мерой 15 емкости, а вторичная обмотка 14 - с образцовой мерой 16 сопротивления, дополнительная обмотка 17 вспомогательного трансформатора 12 напряжения подключена к вспомогательным ветвям, состоящим из потенциометров 18.1-18.n, конденсаторов 19.1-19.n и коммутаторов 20.1-20.n, детектор 21 равновесия, подключенный к обмотке 11 компаратора токов.

Устройство работает следующим образом.

При включении источника 1 питания на обмотках 4 и 5 трансформатора 3 напряжения возникают напряжения, под действием которых в ветви объекта 7 измерения и в образцовой ветви создаются токи $\dot{I}_{2x}$ и $\dot{I}_{20}$ соответственно. Эти токи, протекая по обмоткам 9 и 10 компаратора 8 токов, создают в сердечнике последнего соответствующие магнитные потоки, результат сравнения которых воспринимается детектором 21 равновесия. Сигналы, вырабатываемые детектором 21 равновесия,

используются для уравнивания моста.

Выбор диапазона измерений в процессе уравнивания моста осуществляется регулировкой числа витков обмотки 4 трансформатора 3 напряжения и числа витков обмотки 9 компаратора 8 токов при помощи контактов 6.1-6.6 переключателя 6 диапазонов.

Благодаря механической связи синхронно с контактами переключателя 6 диапазона включаются коммутаторы 20.1-20.n вспомогательных ветвей таким образом, что после выбора диапазона измерений включенной остается только та вспомогательная ветвь, которая соответствует выбранному диапазону измерений.

Каждая из вспомогательных ветвей создает корректирующий ток $\dot{I}_k$, который уменьшает влияние на точность измерения паразитных связей между элементами моста, остаточных параметров элементов моста, недостаточной электромагнитной связи между плечевыми обмотками трансформатора напряжения и компаратора токов, а также неравенства значения образцовой меры емкости номинальному (расчетному значению). Регулировка тока $\dot{I}_k$ осуществляется в процессе метрологической настройки моста и состоит в установлении такого положения движков потенциометров вспомогательных ветвей, при котором показания на отсчетном устройстве моста не станут равными паспортному (действительному) значению подсоединяемых к мосту высокоточных мер емкости.

Количественные соотношения между параметрами основной мостовой цепи и вспомогательной ветви могут быть найдены путем вывода уравнения равновесия моста с учетом действия механизма коррекции.

Условие равновесия моста имеет вид

$$w\dot{I}_{n1} = w\dot{I}_{n2}, \quad (1)$$

где $w\dot{I}_{n1}$ - ампервитки ветви объекта измерения;

$w\dot{I}_{n2}$ - ампервитки ветви образцовых мер.

Ампервитки $w\dot{I}_{n1}$ для реактивной составляющей равны

$$w\dot{I}_{n1} = \frac{U_m m_1}{m_0} \omega C_x, \quad (2)$$

где $\dot{U}_r$ - напряжение источника 1 питания;

m_0, m_1 - число витков обмоток 2 и 4 трансформатора 3 напряжения;

n_1 - число витков обмотки 9 компаратора 8 токов;

ω - круговая частота;

C_x - емкость объекта 7 измерения.

Ампервитки ветви образцовых мер (также для реактивной составляющей) определяются выражением

$$WI_{n2} = \frac{\dot{U}_r m_2 n_2 \omega C_0}{m} + \frac{\dot{U}_r m_2 m_4 K_n \omega C_0 n_2}{m_0 m_3} \quad (3)$$

где m_2 - число витков обмотки 5 трансформатора 3 напряжения;

n_2 - число витков обмотки 10 компаратора 8 токов;

m_3, m_4 - число витков обмоток 13 и 17 вспомогательного трансформатора 12 напряжения соответственно;

C_0 - емкость образцовой меры 15;

K_n - коэффициент деления потенциометра 18;

C_{01} - емкость конденсатора 19.

Сравнивая выражения (2) и (3) и решая их относительно C_x , получим

$$C_x = \frac{m_2 n_2}{m_1 n_1} C_0 + \frac{m_2 m_4 n_2 K_n C_{01}}{m_3 n_1} \quad (4)$$

Так как действие погрешностей моста может быть оценено как изменение отношений числа витков $\frac{m_2}{m_1}$, $\frac{n_2}{n_1}$ и емкости C_0 , выражение (4) может быть представлено следующим образом:

$$C_x = \frac{m_2 n_2}{m_1 n_1} C_0 (1 + \delta_{\frac{m_2}{m_1}})(1 + \delta_{\frac{n_2}{n_1}})(1 + \delta_{C_0}) \pm \frac{m_2 m_4 n_2 K_n C_{01}}{m_3 n_1} \quad (5)$$

или

$$C_x = \frac{m_2 n_2}{m_1 n_1} C_0 \pm (\delta_{\frac{m_2}{m_1}} + \delta_{\frac{n_2}{n_1}} + \delta_{C_0}) \frac{m_2 n_2}{m_1 n_1} C_0 \pm \frac{m_2 m_4 n_2 K_n C_{01}}{m_3 n_1} \quad (6)$$

где $\delta_{\frac{m_2}{m_1}}$, $\delta_{\frac{n_2}{n_1}}$, δ_{C_0} - погрешности моста, оцениваемые через изменение отношения витков и емкости образцовой меры 15.

Из выражения (6) видно, что при равенстве

$$(\delta_{\frac{m_2}{m_1}} + \delta_{\frac{n_2}{n_1}} + \delta_{C_0}) C_0 = \frac{m_4 K_n C_{01}}{m_3} \quad (7)$$

которое достигается в процессе регулировки потенциометров 18.1-18.н на каждом из диапазонов измерений, выражение (6) становится равным

$$C_x = \frac{m_2 n_2}{m_1 n_1} C_0, \quad (8)$$

т.е. погрешности измерения устраняются.

Поскольку уровень сигнала коррекции, необходимый для компенсации указанных погрешностей, достаточно мал (он составляет десятые и даже сотые доли процента от корректируемого сигнала), к элементам вспомогательных ветвей не представляется высоких метрологических требований. Ухудшение точности измерения, вызываемое нестабильностью элементов вспомогательных ветвей, определяется выражением

$$\Delta \delta_n = \frac{\delta_n \delta_{\Sigma}}{100} \% \quad (9)$$

где $\Delta \delta_n$ - изменение погрешности измерения моста из-за нестабильности элементов вспомогательных ветвей;

δ_n - погрешность моста, достигнутая в результате корректировки;

δ_{Σ} - суммарная нестабильность элементов вспомогательной ветви, %.

Из (9) видно, что $\Delta \delta_n$ является величиной высокого порядка малости. Например, если в результате регулировки достигнута точность измерений, равная 0,015% (т.е. $\delta_n = 0,015\%$), а $\delta_{\Sigma} = 1\%$, т.е. δ_{Σ} - относительно велика, общая погрешность измерения моста ухудшается на значение

$$\Delta \delta_n = \frac{0,015 \cdot 1}{100} \% = 0,00015\%,$$

т.е. на ничтожно малую величину.

Таким образом, изобретение позволяет простыми средствами повысить точность трансформаторных мостов переменного тока.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Трансформаторный мост переменного тока, содержащий источник питания, выходами подключенный к первичной обмотке трансформатора напряжения, первые выводы первой вторичной обмотки которого через соответствующие контакты переключателя диапазонов соединены с первой клеммой для подключения объекта измерения, первый вывод второй вторичной обмотки трансформатора напряжения соединен с первыми выводами образцовой меры емкости и первичной обмотки вспомогательного трансформатора напряжения, первый вывод первой вторичной обмотки которого соединен с первым выводом образцовой меры сопротивления, второй вывод которой и второй вывод образцовой меры емкости соединены с первым выводом первой обмотки компаратора токов, первые выводы второй обмотки которого через соответствующие контакты переключателя диапазонов соединены с второй клеммой для подключения объекта измерения, к третьей обмотке компаратора токов входами подключен детектор равновесия, а вторые выводы первой и второй вторичных обмоток трансформатора

напряжения, второй вывод первой вторичной обмотки и второй вывод первичной обмотки вспомогательного трансформатора напряжения и вторые выводы первых двух обмоток компаратора токов соединены с общей шиной, отличающийся тем, что, с целью повышения точности измерения за счет исключения неравномерности погрешности измерения по диапазонам и за счет исключения влияния остаточных параметров и паразитных связей между элементами моста, в него введены вспомогательные ветви, каждая из которых состоит из потенциометра, конденсатора и коммутатора, причем конденсатор включен между средними выводами потенциометра и подвижным контактом коммутатора, неподвижные контакты коммутаторов всех ветвей подсоединены к первому выводу первой обмотки компаратора токов, два других вывода потенциометра всех ветвей подсоединены соответственно к выводам дополнительной обмотки вспомогательного трансформатора напряжения, средний вывод которой подсоединен к общей шине, а подвижный контакт каждого из коммутаторов соединен механически с соответствующим контактом переключателя диапазонов.

Редактор К. Волощук Составитель В. Семенчук
 Техред Л. Сердюкова Корректор А. Обручар

Заказ 6661/37 Тираж 728 Подписное
 ВНИИПИ Государственного комитета СССР
 по делам изобретений и открытий
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4