



(19) **RU** (11) **21 840** (13) **U1**  
(51) МПК  
*H01F 38/28* (2000.01)

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

**(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К СВИДЕТЕЛЬСТВУ**

(21), (22) Заявка: **2001116969/20, 19.06.2001**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**19.06.2001**

(46) Опубликовано: **20.02.2002**

Адрес для переписки:

**432027, г.Ульяновск, ул. Северный Венец, 32,  
Ульяновский государственный технический  
университет, проректору по НИР**

(71) Заявитель(и):

**Ульяновский государственный технический  
университет**

(72) Автор(ы):

**Казаков М.К.,  
Джикаев Г.В.,  
Сазонов С.Ю.**

(73) Патентообладатель(и):

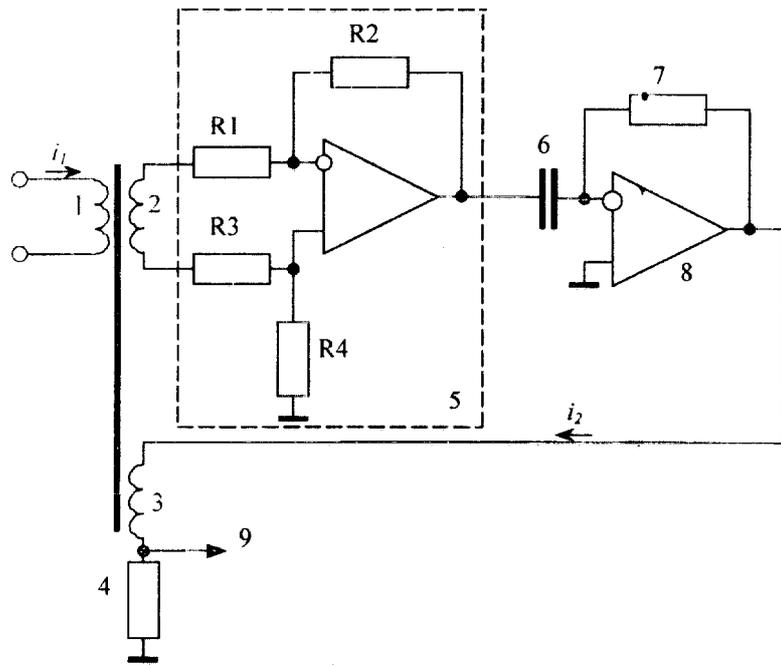
**Ульяновский государственный технический  
университет**

**(54) КОМПЕНСАЦИОННЫЙ ТРАНСФОРМАТОР ТОКА**

**(57) Формула полезной модели**

Компенсационный трансформатор тока, содержащий первую обмотку, включенную в цепь измеряемого тока, вторую обмотку, подключенную между входами дифференциального усилителя на основе первого операционного усилителя (ОУ), третью обмотку, один вывод которой через первый резистор подключен к земляной шине, отличающийся тем, что выход дифференциального усилителя через конденсатор подключен к инвертирующему входу второго ОУ, неинвертирующий вход которого заземлен, а выход подключен к другому выводу третьей обмотки, причем между неинвертирующим входом и выходом второго ОУ включен второй резистор.

RU 21840 U1



RU 21840 U1

2001116969



МПК H01F40/00

## КОМПЕНСАЦИОННЫЙ ТРАНСФОРМАТОР ТОКА

Полезная модель относится к области электрических измерений, в частности, к измерению переменных токов.

Известны измерительные трансформаторы тока (см. К.Л.Куликовский, В.Я.Купер Методы и средства измерений. –М.: Энергоатомиздат, 1986.), недостатком которых является наличие погрешностей вследствие наличия в трансформаторе магнитопровода из ферромагнитного материала.

Известны так называемые компенсационные трансформаторы тока (КТТ) (см. М.Б.Лейтман. Нормирующие измерительные преобразователи электрических сигналов. - М.: Энергоатомиздат, 1986. – С.26-31). Одна обмотка такого трансформатора включается в цепь измеряемого тока, другая является выходной, а третья подсоединяется к входу усилителя с большим коэффициентом усиления. Такие устройства имеют малые погрешности преобразования тока за счет отрицательной обратной связи, но их недостатком является наличие погрешности от влияния синфазной помехи.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому является КТТ трансформатор тока (см. М.Б.Лейтман. Нормирующие измерительные преобразователи электрических сигналов. - М.: Энергоатомиздат, 1986. – С.40, рис.2.9,а), который содержит дифференциальный усилитель, служащий для уменьшения влияния синфазной помехи, возникающей вследствие наличия межобмоточных емкостей трансформатора. Такое устройство принято в качестве прототипа.

Недостатком прототипа является невозможность полного устранения влияния сигнала помехи. Это связано с необходимостью обеспечения большого значения коэффициента усиления дифференциального усилителя (ДУ), что сопровождается выбором различных номиналов сопротивлений резисто-

ров, входящих в состав ДУ. При этом наличие неизбежного разброса их параметров и приводит к возникновению указанного выше недостатка.

Сущность решения состоит в стремлении получить технический результат, заключающийся в повышении точности преобразования тока, за счет снижения влияния синфазной помехи.

Указанный технический результат достигается тем, что в известном компенсационном трансформаторе тока, содержащем первую обмотку, включенную в цепь измеряемого тока, вторую обмотку, подключенную между входами дифференциального усилителя на основе первого операционного усилителя (ОУ), третью обмотку, один вывод которой через первый резистор подключен к земляной шине, особенность заключается в том, что выход дифференциального усилителя через конденсатор подключен к инвертирующему входу второго ОУ, неинвертирующий вход которого заземлен, а выход подключен к другому выводу третьей обмотки, причем между неинвертирующим входом и выходом второго ОУ включен второй резистор.

Проведенный анализ уровня техники позволил установить, что заявителем не обнаружено аналога, характеризующегося признаками, тождественными всем признакам заявленной полезной модели, а определение из перечня аналогов прототипа позволило выявить совокупность существенных по отношению к усматриваемому заявителем техническому результату отличительных признаков в заявленном устройстве, изложенных в формуле полезной модели. Следовательно, заявляемая полезная модель соответствует условию «новизна».

На чертеже представлена схема трансформатора. Он содержит трансформатор с первой 1, второй 2 и третьей 3 обмотками; первый резистор 4; дифференциальный усилитель (ДУ) 5 на основе первого ОУ; конденсатор 6; второй резистор 7; второй ОУ 8. Вывод 9 является выходом компенсационного трансформатора.

Устройство работает следующим образом. Обмотка 1 включается в цепь измеряемого тока  $i_1$ . С обмотки 2 снимается напряжение, подаваемое на ДУ 5. Для обеспечения правильной работы ДУ необходимо выполнение условий:

$$R_1 = R_3 \text{ и } R_2 = R_4, \quad (1)$$

которые позволяют устранить на выходе ДУ напряжение от действия синфазной помехи. Кроме этого, для обеспечения большого коэффициента усиления ДУ 5, в прототипе нужно также выполнить еще два условия:

$$R_2 \gg R_1 \text{ и } R_4 \gg R_3, \quad (2)$$

что необходимо для увеличения глубины отрицательной обратной связи по магнитному потоку в трансформаторе с целью снижения погрешностей преобразования тока.

В реальном случае вследствие разброса параметров резисторов ДУ 5 их сопротивления  $R_i$  ( $i=1,2,3,4$ ) не равны номинальным значениям  $R_{ин}$ :

$$R_i = R_{ин}(1 + \delta R_i), \quad (3)$$

где  $\delta R_i = \Delta R_i / R_{ин}$  — отклонения сопротивлений резисторов от номинальных значений. При этом условия (1) не выполняются:  $R_1 \neq R_3$ ,  $R_2 \neq R_4$  и напряжение помехи на выходе ДУ 5 можно найти по выражению (см. М.Б.Лейтман. Нормирующие измерительные преобразователи электрических сигналов. - М.: Энергоатомиздат, 1986. — С.39):

$$U_{п} = \varphi_{п}(\delta R_1 - \delta R_2 - \delta R_3 + \delta R_4), \quad (4)$$

где  $\varphi_{п}$  — синфазная помеха (сигнал, приложенный к обоим входам ДУ 5). Из (4) видно, что напряжение помехи равно нулю при

$$(\delta R_1 - \delta R_2 - \delta R_3 + \delta R_4) = 0, \quad (5)$$

что легче обеспечить при равенстве всех сопротивлений резисторов ДУ 5:

$$R_1 = R_3 = R_2 = R_4. \quad (6)$$

Этого можно достигнуть, например, с помощью замеров сопротивлений прецизионным омметром. В этом случае отклонения сопротивлений от номинальных значений будут компенсировать друг друга согласно (5).

Но поскольку при условии (6) коэффициент передачи ДУ 5 равен единице, то в схему КТТ включен усилитель напряжения на основе второго ОУ 8. Его коэффициент передачи определяется соотношением сопротивлений второго резистора 7 и конденсатора 6 и может быть выбран достаточно большим для обеспечения глубокой отрицательной обратной связи по магнитному потоку с целью, как отмечалось, снижения погрешностей преобразования тока. В этом случае выходной ток КТТ

$$i_2 = \frac{W_1}{W_3} i_1, \quad (7)$$

где  $W_1$  и  $W_3$  - количества витков соответственно обмоток 1 и 3. При этом конденсатор 6 обеспечивает снижение постоянной составляющей напряжения на выходе ОУ 8, возникающей вследствие наличия напряжения смещения второго ОУ 8.

Таким образом, вышеизложенные сведения свидетельствуют о том, что средство, воплощающее заявленную полезную модель при ее осуществлении, способно обеспечить достижение усматриваемого заявителем технического результата, заключающегося в повышении точности преобразования тока, за счет снижения влияния синфазной помехи. Следовательно, заявленная полезная модель соответствует условию «промышленная применимость».

№ 116969

КОМПЕНСАЦИОННЫЙ ТРАНСФОРМАТОР ТОКА

5.4

