



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГКНТ СССР

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

### К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4192094/24-21

(22) 05.02.87

(46) 07.01.89. Бюл. № 1

(71) Харьковский политехнический институт им. В.И. Ленина

(72) В.У. Кизилов, А.Н. Баранов и В.М. Худоков

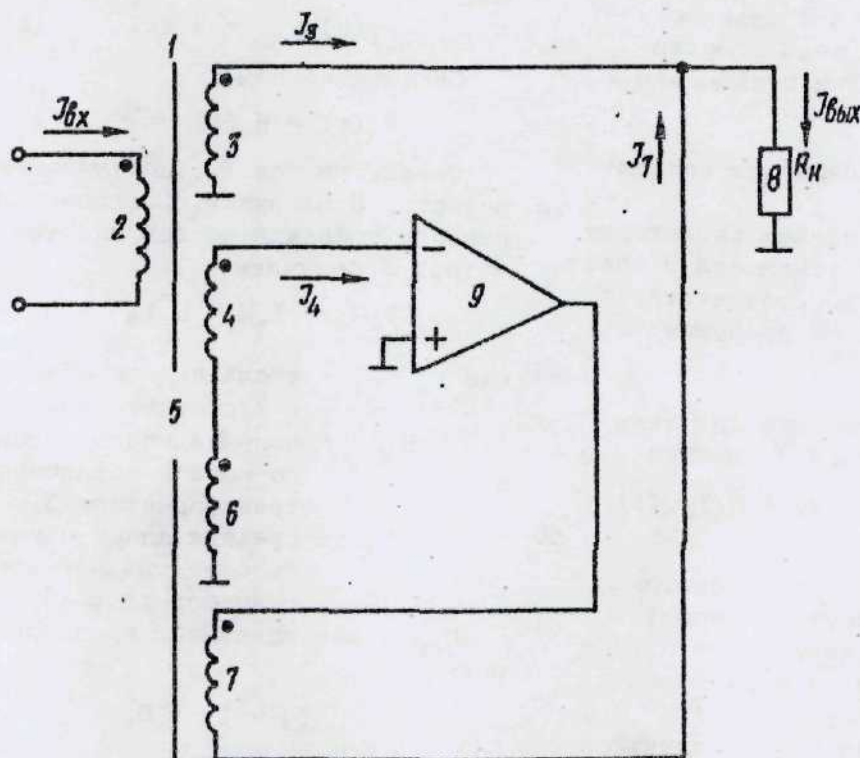
(53) 621.317.3(088.8)

(56) Лавров Г.Н., Тарасов В.П. Устройство гальванического разделения измерительных цепей переменного тока. - Электричество, 1983, № 11, с.66-68.

Гусев В.Г. Трансформаторные цепи в измерительной технике. - Измерительная техника, 1975, № 1, с.73-74.

(54) ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ТОКА

(57) Изобретение может быть использовано в измерительной технике и автоматике. Цель изобретения - повышение динамической точности, устойчивости и снижение потребляемой мощности. Введение дополнительного трансформатора 5 с сердечником из того же материала, что и у основного трансформатора 1, позволяет осуществить цепь обратной связи по сигналу ошибки. В нее входят последовательно соединенные идентичные обмотки 4 и 6 и усилитель 9. 1 ил.





Изобретение относится к устройствам измерительной техники, предназначено для преобразования переменного тока в ток с гальваническим разделением контролируемой и измерительной цепей и может быть использовано в измерительной технике и автоматике.

Цель изобретения - повышение динамической точности, повышение устойчивости и снижение потребляемой мощности.

На чертеже представлена схема преобразователя тока.

Преобразователь содержит первый трансформатор 1 с намотанными на его сердечнике тремя обмотками 2-4, второй трансформатор 5 с двумя обмотками 6 и 7, резистор 8 нагрузки и операционный усилитель 9.

Преобразуемый ток  $I_{вх}$  поступает в первичную обмотку 2 трансформатора 1. Конец обмотки 4 трансформатора 1 соединен с началом обмотки 6 трансформатора 5, другой вывод которой подключен к общей шине, начало же обмотки 4 подключено к инвертирующему входу операционного усилителя 9, выход которого подключен к началу обмотки 7 трансформатора 5, а неинвертирующий вход - к общей шине. Конец обмотки 7 трансформатора 5 подключен к резистору 8 нагрузки, куда подключено и начало обмотки 3 трансформатора 1, другие же выводы обмотки 3 и резистора 8 нагрузки подключены к общей шине.

Преобразователь работает следующим образом.

Для упрощения полагаем характеристики операционного усилителя 9 близкими к идеальным, что соответствует параметрам современных промышленных усилителей.

Из закона полного тока для сердечника трансформатора 1 следует, что

$$I_{вх} W_2 = I_3 W_3 + I_4 W_4 + H_1 l_1, \quad (1)$$

где  $W_2, W_3,$

$W_4$  - числа витков обмоток 2-4 соответственно;

$H_1$  - напряженность магнитного поля в сердечнике трансформатора 1;

$l_1$  - средняя длина магнитной силовой линии сердечника трансформатора 1.

Так как входной ток операционного усилителя 9 весьма мал ( $I_4 = 0$ ), то из (1) следует, что

$$I_3 = \frac{I_{вх} W_2}{W_3} - \frac{H_1 l_1}{W_3}. \quad (2)$$

Ввиду того, что напряжение между дифференциальными входами усилителя 9 близко к нулю, напряжения, наведенные в обмотке 4 трансформатора 1 и в обмотке 6 трансформатора 5, равны. Таким образом

$$W_4 S_1 \frac{dB_1}{dt} = W_6 S_5 \frac{dB_5}{dt}, \quad (3)$$

где  $W_4, W_6$  - числа витков обмоток 4 и 6 соответственно;

$S_1, S_5$  - сечения магнитопроводов трансформаторов 1 и 5 соответственно;

$B_1, B_5$  - индукции в сердечниках трансформаторов 1 и 5 соответственно.

Полагая, что материалы сердечников трансформаторов 1 и 5 одинаковы, а также то, что соблюдается равенство:

$$W_4 S_1 = W_6 S_5, \quad (4)$$

получаем:

$$\frac{dB_1}{dt} = \frac{dB_5}{dt}$$

или

$$B_1(t) \approx B_5(t). \quad (5)$$

Следовательно,

$$H_1(t) = H_5(t). \quad (6)$$

Определим ток  $I_7$ , поступающий на резистор 8 нагрузки. Согласно закона полного тока для сердечника трансформатора 5 получаем

$$I_6 W_6 - I_7 W_7 + H_5 l_5 = 0, \quad (7)$$

где  $W_6, W_7$  - числа витков обмоток 6 и 7 соответственно;

$H_5$  - напряженность магнитного поля в сердечнике трансформатора 5;

$l_5$  - средняя длина магнитной силовой линии сердечника трансформатора 5.

При ранее сделанных предположениях

$$I_6 = I_4 = 0,$$

то

$$I_7 = \frac{H_5 l_5}{W_7}. \quad (8)$$



Выходной ток преобразователя определяется суммой токов  $I_7$  и  $I_3$

$$I_{\text{вых}} = I_7 + I_3. \quad (9)$$

Подставив в выражение (9) значения соответствующих токов из (2) и (8) получаем

$$I_{\text{вых}} = \frac{I_{\text{вх}} W_2}{W_3} - \frac{H_1 l_1}{W_3} + \frac{H_5 l_5}{W_7}. \quad (10)$$

Из выражения (10) при идентичности магнитных характеристик магнитопроводов и выполнении (6), а также условия

$$\frac{l_1}{W_3} = \frac{l_5}{W_7} \quad (11)$$

погрешность преобразования тока отсутствует и

$$I_{\text{вых}} \approx \frac{I_{\text{вх}} W_2}{W_3}. \quad (12)$$

Как следует из выражения (12), величина выходного тока преобразователя пропорциональна входному току  $I_{\text{вх}}$  и не зависит от характеристик магнитного сердечника трансформаторов 1 и 5, что позволяет использовать трансформаторы с магнитопроводом из дешевого и технологичного феррита, причем сердечник трансформатора 5 [выражения (4), (11)] может быть значительно меньше сердечника трансформатора 1, если  $W_7 < W_3$ , а  $W_6 > W_4$ .

## Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Измерительный преобразователь тока, содержащий трансформатор, на сердечнике которого намотаны первичная и две вторичные обмотки, резистор нагрузки и операционный усилитель, к входу которого подключена первая вторичная обмотка, отличающийся тем, что, с целью повышения динамической точности, устойчивости и снижения потребляемой мощности, введен второй трансформатор с двумя обмотками, сердечник которого сделан из того же материала, что и сердечник первого трансформатора, причем первый вывод первой обмотки второго трансформатора соединен с вторым выводом первой вторичной обмотки первого трансформатора, второй вывод которой подключен к первому входу операционного усилителя, второй вывод первой обмотки второго трансформатора соединен с общей шиной и с другим входом операционного усилителя, а вторая обмотка второго трансформатора одним выводом подключена к выходу операционного усилителя, а другим выводом - к общим выводам резистора нагрузки и второй вторичной обмотки первого трансформатора, вторые выводы которых подключены к общей шине.

Редактор Е. Папп

Составитель А. Цыпляков  
Техред М. Дидык

Корректор О. Кравцова

Заказ 6963/45

Тираж 772

Подписное

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

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

