



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
G01B 7/14 (2021.02)

(21)(22) Заявка: 2020139030, 27.11.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
27.11.2020

Дата регистрации:
13.04.2021

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 27.11.2020

(45) Опубликовано: 13.04.2021 Бюл. № 11

Адрес для переписки:
308015, Белгородская обл., г. Белгород, ул.
Победы, 85, НИУ "БелГУ", ОИС, Токтаревой
Т.М.

(72) Автор(ы):

Кузичкин Олег Рудольфович (RU),
Васильев Глеб Сергеевич (RU),
Суржик Дмитрий Игоревич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет" (НИУ "БелГУ") (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 151194 U1, 27.03.2015. RU 104731
U1, 20.05.2011. RU 2204839 C2, 20.05.2003.

(54) Устройство формирования выходного сигнала дифференциального измерительного преобразователя

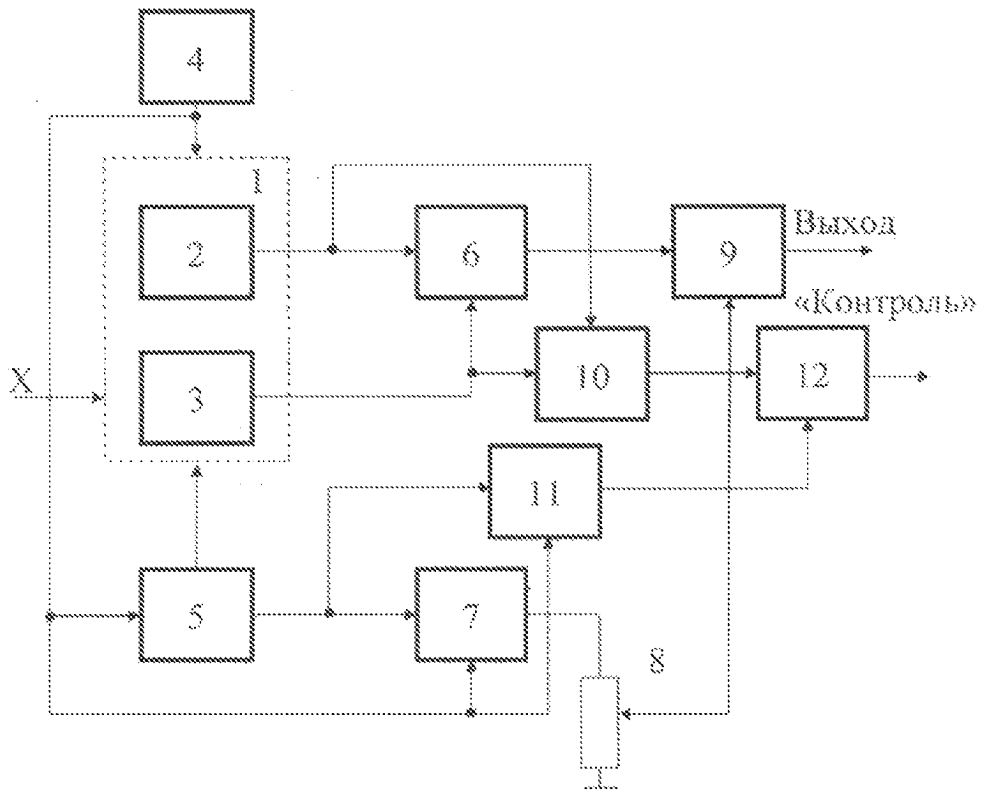
(57) Реферат:

Полезная модель относится к области электрических измерений и может быть использована для измерения электрических и неэлектрических величин с помощью дифференциальных, мостовых, измерительных преобразователей, питаемых переменным током. Устройство формирования выходного сигнала дифференциального измерительного преобразователя, питаемого переменным током, содержащего дифференциальный измерительный преобразователь 1, дифференциальный усилитель 9, переменный резистор 8, подключенный к входу дифференциального усилителя 9, фазовращатель 5, вход которого подключен к источнику переменного тока 4, два фазовых детектора 6, 7, входы первого фазового детектора 6 соединены с выходами ветвей 2, 3 измерительного преобразователя 1, а выход подключен ко второму входу дифференциального усилителя 9,

входы второго фазового детектора 7 подключены к источнику переменного тока 4 и к выходу фазовращателя 5, а выход подключен к переменному резистору 8. Дополнительно введен третий фазовый детектор 12, входы которого подключены к выходам двух сумматоров 10, 11, причем входы первого сумматора 10 подключены к выходам ветвей 2, 3 измерительного преобразователя 1, а входы второго сумматора 11 подключены к источнику переменного тока 4 и к выходу фазовращателя 5. Устройство позволяет проводить текущий оперативный контроль за работоспособностью дифференциального измерительного преобразователя, с одновременным проведением измерений, что повышает надежность измерений с помощью дифференциальных измерительных преобразователей, питаемых переменным током.

RU
203601
U1

RU
203601
U1



Фиг. 1

Полезная модель относится к области электрических измерений и может быть использована для измерения электрических и неэлектрических величин с помощью дифференциальных, например мостовых, измерительных преобразователей, питаемых переменным током.

5 Известно устройство формирования выходного сигнала дифференциального измерительного преобразователя [Патент РФ № 64342 (РФ) МПК G 01 В 7/14 от 27.06.2007.], питаемого переменным током и обладающее повышенной точностью измерений и возможностью устранения мультипликативной помехи вследствие действия
10 внешних возмущающих факторов (температуры, влажности и т.п.). Указанная задача решается тем, что в устройство формирования выходного сигнала дифференциального измерительного преобразователя, содержащего дифференциальный измерительный преобразователь, дифференциальный усилитель, переменный резистор, подключенный к входу дифференциального усилителя дополнительно введены фазовращатель, вход которого подключен к источнику переменного тока, а выход к измерительному
15 преобразователю и к второму фазовому детектору, два фазовых детектора, входы первого фазового детектора соединены с выходами ветвей измерительного преобразователя, а выход подключен ко второму входу дифференциального усилителя, входы второго фазового детектора подключены к источнику переменного тока и к выходу фазовращателя, а выход подключен к переменному резистору. При такой
20 реализации формирователя с помощью переменного резистора в нормальных условиях при несимметричном дифференциальном измерительном преобразователе выходной сигнал дифференциального усилителя можно сделать нулевым. Также это дает возможность выполнять периодическую балансировку измерительного преобразователя при расположении последнего в местах, труднодоступных для обслуживающего
25 персонала. Кроме этого использование в цепи компенсации второго фазового детектора позволяет скомпенсировать возможную нестабильность работы фазовращателя и неточность установки фазового сдвига.

Недостатком этого устройства является то, что в нем нет возможности диагностировать технологический износ и неисправность ветвей дифференциального
30 измерительного преобразователя. В случаях невозможности оперативного тестирования преобразователя эта проблема носит серьезный характер и приводит к неправильной работе преобразователя, а в некоторых случаях к внезапным отказам оборудования, в состав которых входит дифференциальный измерительный преобразователь.

За прототип выбрано устройство формирования выходного сигнала измерительного
35 преобразователя [Патент РФ №151194 (РФ) МПК G 01 В 7/14 от 27.03.2015], направленное на осуществление текущего оперативного контроля за работоспособностью дифференциального измерительного преобразователя с одновременным проведением измерений. Данное устройство содержит дифференциальный измерительный преобразователь, дифференциальный усилитель,
40 переменный резистор, подключенный к входу дифференциального усилителя, фазовращатель, вход которого подключен к источнику переменного тока, два фазовых детектора, входы первого фазового детектора соединены с выходами ветвей измерительного преобразователя, а выход подключен к второму входу дифференциального усилителя, входы второго фазового детектора подключены к
45 источнику переменного тока и к выходу фазовращателя, а выход подключен к переменному резистору, отличающееся тем, что дополнительно введены второй дифференциальный усилитель, устройство фиксации ошибки и два дополнительных фазовых детектора, входы первого из них подключены к выходу источника переменного

тока и к первому выходу дифференциального измерительного преобразователя, входы второго дополнительного фазового детектора подключены к выходу фазовращателя и ко второму выходу дифференциального измерительного преобразователя, а выходы дополнительных фазовых детекторов подключены ко второму дифференциальному усилителю, выход которого подключен к устройству фиксации ошибки. В случае технологического износа и появления неисправности ветвей дифференциального измерительного преобразователя на выходе дифференциального усилителя повысится сигнал рассогласования, пропорциональный разбросу коэффициентов чувствительности ветвей дифференциального измерительного преобразователя. Данный сигнал регистрируется устройством фиксации ошибки, настроенным в соответствии с технологическими особенностями дифференциального измерительного преобразователя и вырабатывает сигнал ошибки.

Недостатком этого устройства является то, что в нем выходной сигнал дифференциального усилителя канала формирования сигнала ошибки пропорционален измеряемой физической величине x :

$$U_D = K_D(U_1 - U_2) = K_D K_\Phi (K_1 - K_2)x, \quad (1)$$

где K_D - коэффициент усиления дифференциального усилителя, U_1 и U_2 - выходные сигналы с фазовых детекторов канала формирования сигнала ошибки, K_Φ - коэффициент усиления фазового детектора, K_1 и K_2 - коэффициенты чувствительности к измеряемой величине x ветвей преобразователя.

Задача, решаемая полезной моделью, направлена на устранение данного недостатка.

Технический результат заключается в том, что сигнал контроля, в отличие от прототипа, не зависит от измеряемой физической величины и определяется только параметрами самого устройства.

Согласно полезной модели, предложено устройство формирования выходного сигнала дифференциального измерительного преобразователя, питаемого переменным током, содержащее дифференциальный измерительный преобразователь, дифференциальный усилитель, переменный резистор, подключенный к входу дифференциального усилителя, фазовращатель, вход которого подключен к источнику переменного тока, два фазовых детектора, входы первого фазового детектора соединены с выходами ветвей измерительного преобразователя, а выход подключен к второму входу дифференциального усилителя, входы второго фазового детектора подключены к источнику переменного тока и к выходу фазовращателя, а выход подключен к переменному резистору. В устройство дополнительно введен третий фазовый детектор, входы которого подключены к выходам двух сумматоров, причем входы первого сумматора подключены к выходам ветвей измерительного преобразователя, а входы второго сумматора подключены к источнику переменного тока и к выходу фазовращателя.

Структурная схема предлагаемого устройства приведена на фиг. 1.

Устройство содержит дифференциальный измерительный преобразователь 1, включающий, по крайней мере, две ветви 2 и 3. Питание измерительного преобразователя 1 осуществляется от источника переменного тока 4 через два входа, причем на второй вход измерительного преобразователя питающее напряжение подается через фазовращатель 5. Фазовый сдвиг, формируемый фазовращателем должен находиться в пределах от $\pi/6$ до $5\pi/6$, но оптимальным является значение $\pi/2$,

которое обеспечивает питание измерительного преобразователя квадратурными составляющими. Измеряемые напряжения с выходов ветвей 2 и 3 поступают на входы фазового детектора 6, выход которого подключен к входу дифференциального усилителя 9, формирующего выходное постоянное напряжение. Переменный резистор 8
 5 присоединен к выходу второго фазового детектора 7, к входам которого подключены источник питающего тока 4 и выход фазовращателя 5. Движок переменного резистора 8 соединен со вторым входом дифференциального усилителя 9. Контроль за работоспособностью дифференциального измерительного преобразователя осуществляется с помощью дополнительного фазового детектора 12, подключенного
 10 к выходам сумматоров 10 и 11. На входы первого сумматора 10 поступают выходные сигналы измерительных ветвей 2 и 3, на входы второго сумматора 11 – выходные сигналы источника переменного тока 4 и фазовращателя 5.

Рассмотрим работу предлагаемого устройства для случая фазового сдвига на $\pi/2$, формируемого фазовращателем 5. В результате на выходах ветвей 2 и 3 создаются
 15 переменные напряжения U_1 и U_2 . В общем случае для линейных характеристик преобразования ветвей 2 и 3 измерительного преобразователя 1 (или линеаризованных для нелинейных характеристик ветвей 2 и 3) эти напряжения могут быть записаны в виде:

$$20 \quad U_1 = U_{\text{ном}}(1 + Y_1)\alpha_1[1 + K_1x]\cos\omega t + U_{\text{ном}}(1 + Y_1)\alpha_1[1 - K_1x]\sin\omega t, \\ U_2 = U_{\text{ном}}(1 + Y_2)\alpha_2[1 - K_2x]\cos\omega t + U_{\text{ном}}(1 + Y_2)\alpha_2[1 + K_2x]\sin\omega t, \quad (2)$$

где ω - частота источника питания преобразователя.

Фазы измеряемых сигналов определяются следующими соотношениями

$$25 \quad \varphi_1 = \arctg[(1 - K_1x)/(1 + K_1x)], \quad \varphi_2 = \arctg[(1 + K_2x)/(1 - K_2x)] \quad (3).$$

Напряжение с выхода первого фазового детектора 6 определится на основании уравнений (2-3) как

$$30 \quad U_\phi = K_\phi \sin(\varphi_2 - \varphi_1) = K_\phi \frac{2(K_1 + K_2)x}{\sqrt{(1 + K_1^2x^2)(1 + K_2^2x^2)}}, \quad (4)$$

где K_ϕ - коэффициент усиления фазового детектора.

Для практического применения можно воспользоваться приближением для линейного
 35 режима работы преобразователя ($K_i x \ll 1$)

$$U_\phi \approx 2K_\phi(K_1 + K_2)x.$$

Окончательно на выходе предлагаемого устройства можно записать сигнал

$$U_{\text{вых}} = U_\phi + U_k = 2K_\phi(K_1 + K_2)x + U_k, \quad (5)$$

40 где U_k - напряжение компенсации, снимаемое с переменного резистора 8.

Далее рассмотрим процесс формирования сигнала контроля за работоспособностью дифференциального измерительного преобразователя.

Выходной сигнал сумматора 10 определяется как

$$45 \quad U_{c1} = U_1 + U_2, \quad (6)$$

а сумматора 11 как

$$U_{c2} = U_{\text{ном}} + U_{\phi\beta}, \quad (7)$$

где $U_{\Phi B}$ - выходной сигнал фазовращателя.

Фазы данных сигналов определяются следующими соотношениями

$$\varphi_{c1} = \arctg \left[\frac{((1+Y_1)\alpha_1[1-K_1x]) + ((1+Y_2)\alpha_2[1+K_2x])}{((1+Y_1)\alpha_1[1+K_1x]) + ((1+Y_2)\alpha_2[1-K_2x])} \right], \quad \varphi_{c2} = \arctg[1] = \frac{\pi}{4} \quad (8).$$

Тогда напряжение с выхода фазового детектора 12 по аналогии с (4) будет определяться на основании уравнений как

$$U_{\Phi} = K_{\Phi} \sin(\varphi_{c2} - \varphi_{c1}), \quad (9)$$

С учетом приближения для линейного режима работы преобразователя ($K_1x \ll 1$) и ряда преобразований (9) напряжение с выхода фазового детектора 12 будет определяться как

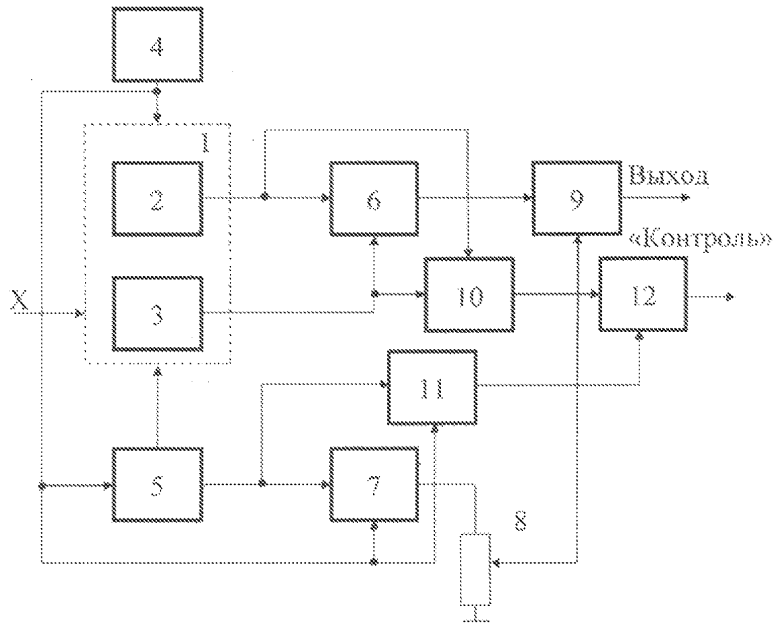
$$U_{\Phi} \approx K_{\Phi}. \quad (10)$$

В случае технологического износа и появления неисправности ветвей дифференциального измерительного преобразователя 1 на выходе фазового детектора 12 будет наблюдаться сигнал, отличный от (10).

Таким образом, предлагаемое устройство позволяет проводить текущий оперативный контроль за работоспособностью дифференциального измерительного преобразователя, с одновременным проведением измерений, при этом сигнал контроля не зависит от измеряемой физической величины и определяется только параметрами самого устройства, что повышает надежность измерений с помощью дифференциальных измерительных преобразователей, питаемых переменным током.

(57) Формула полезной модели

Устройство формирования выходного сигнала дифференциального измерительного преобразователя, питаемого переменным током, содержащее дифференциальный измерительный преобразователь, дифференциальный усилитель, переменный резистор, подключенный к входу дифференциального усилителя, фазовращатель, вход которого подключен к источнику переменного тока, два фазовых детектора, входы первого фазового детектора соединены с выходами ветвей измерительного преобразователя, а выход подключен к второму входу дифференциального усилителя, входы второго фазового детектора подключены к источнику переменного тока и к выходу фазовращателя, а выход подключен к переменному резистору, отличающееся тем, что дополнительно введен третий фазовый детектор, входы которого подключены к выходам двух сумматоров, причем входы первого сумматора подключены к выходам ветвей измерительного преобразователя, а входы второго сумматора подключены к источнику переменного тока и к выходу фазовращателя.



Фигура 1