



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2005103749/09, 15.02.2005

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
15.02.2005

(45) Опубликовано: 27.08.2006 Бюл. № 24

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: SU 1826836 A1, 27.03.1995. RU 2210184
C1, 10.08.2003. RU 2020752 C1, 30.09.1994. RU
2074514 C1, 27.02.1997. WO 91/11056 A1,
25.07.1991.

Адрес для переписки:

140103, Московская обл., г. Раменское, ул.
Гурьева, 2, ОАО "РПКБ"

(72) Автор(ы):

Глазов Виктор Викторович (RU),
Чернышев Дмитрий Алексеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

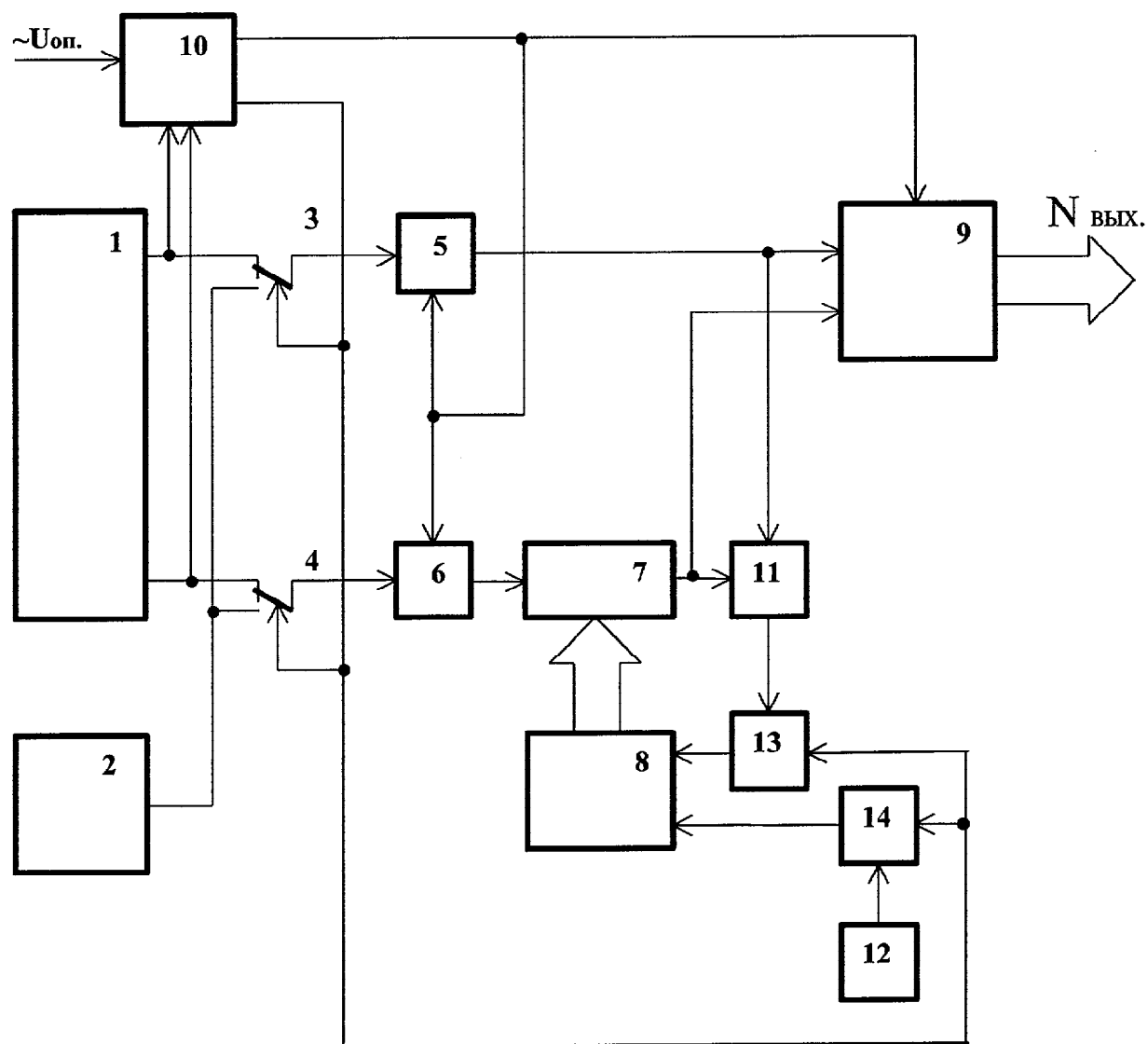
Открытое акционерное общество "Раменское
приборостроительное конструкторское бюро"
(RU)

(54) ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ УГЛА ПОВОРОТА ВАЛА В КОД

(57) Реферат:

Изобретение относится к области
вычислительной техники, в частности к
преобразователям угла поворота вала в код, и
может быть использовано в системах обработки
данных. Техническим результатом является
повышение точностных характеристик
преобразователя. Устройство содержит синусно-

косинусный трансформаторный датчик, источник
напряжения, переключатели, интеграторы,
преобразователь код-напряжение, реверсивный
счетчик, функциональный преобразователь
отношения напряжений в код, блок управления,
компаратор, генератор импульсов, элементы И. 1
ил.





FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.

H03M 1/64 (2006.01)

H03M 1/24 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 2005103749/09, 15.02.2005

(24) Effective date for property rights: 15.02.2005

(45) Date of publication: 27.08.2006 Bull. 24

Mail address:

140103, Moskovskaja obl., g. Ramenskoe, ul.
Gur'eva, 2, OAO "RPKB"

(72) Inventor(s):

Glazov Viktor Viktorovich (RU),
Chernyshev Dmitrij Alekseevich (RU)

(73) Proprietor(s):

Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo "Ramenskoe
priborostroitel'noe konstruktorskoe bjuro" (RU)

(54) TRANSFORMER OF SHAFT ROTATION ANGLE TO CODE

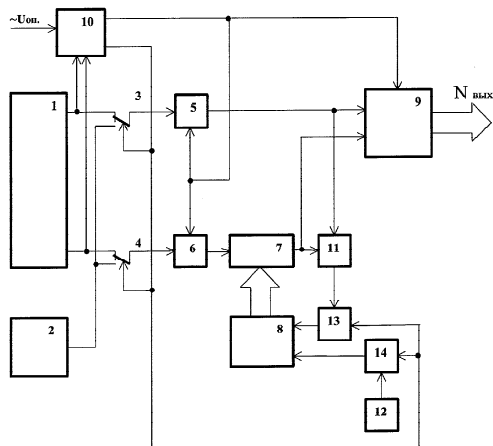
(57) Abstract:

FIELD: computer engineering, in particular, engineering of transformers of shaft rotation angle to code, possible use in data processing systems.

SUBSTANCE: device contains sine-cosine transformer indicator, voltage source, switches, integrators, code-voltage transformer, reverse counter, functional transformer of relation of voltages to code, control block, comparator, impulse generator, AND elements.

EFFECT: increased precision characteristics of transformer.

1 dwg



Изобретение относится к области вычислительной техники, в частности к преобразователям угла поворота вала в код, и может быть использовано в системах обработки данных.

Известен преобразователь угла поворота вала в код, содержащий синусно-косинусный трансформаторный датчик, селектор октантов, суммирующие масштабные усилители, линейные множительные устройства, суммирующий блок, масштабные устройства, компаратор, регистр и блок управления (см. а.с. СССР №416717, кл. G 08 C 9/00, 1972 г.).

Недостатком преобразователя является его сложность и невысокая точность.

Наиболее близким к изобретению по технической сущности и достигаемому результату является преобразователь угла поворота вала в код, принятый за прототип и содержащий (см. патент РФ №1826836, кл. H 03 M 1/48, 1991 г.) синусно-косинусный трансформаторный датчик, первый и второй выходы которого подключены ко второму и третьему входам блока управления и к первым входам первого и второго переключателей соответственно, вторые входы которых объединены и подключены к выходу источника напряжения, а выходы подключены ко входам первого и второго интеграторов соответственно, выход первого из которых подключен к первому входу функционального преобразователя отношения напряжений в код и к одному из входов вычитающего усилителя, а выход второго - к аналоговому входу преобразователя код-напряжение, цифровые входы которого подключены к выходам реверсивного счетчика, а выход подключен ко второму входу функционального преобразователя отношения напряжений в код и к другому входу вычитающего усилителя, выход которого подключен к одному из входов компаратора, другой вход которого подключен к общей шине, а выход подключен к первому входу элемента И, первый вход блока управления соединен с шиной переменного опорного напряжения, первый выход блока управления подключен к управляющим входам первого и второго интеграторов и к управляющему входу функционального преобразователя отношения напряжений в код, выход которого является выходом преобразователя угла поворота вала в код, второй выход блока управления подключен к управляющим входам первого и второго переключателей, ко входу разрешения установки реверсивного счетчика и ко второму входу элемента И, третий вход которого подключен к выходу генератора импульсов, а выход подключен к счетному входу реверсивного счетчика, вход выбора режима "сложение/вычитание" которого подключен к шине логического "0" преобразователя, а информационные входы - к шине логической "1".

К недостаткам известного преобразователя следует отнести сложность его реализации, большие аппаратные затраты и невысокую точность, обусловленные избыточностью электрических связей в цепях следящей системы коррекции интеграторов, а также использованием в его составе аналогового вычитающего усилителя, вносящего дополнительную погрешность в режиме коррекции интеграторов и, как следствие, погрешность преобразования входных параметров в рабочем режиме.

Цель изобретения - упрощение, снижение аппаратных затрат и повышение точностных характеристик преобразователя.

Поставленная цель достигается тем, что в преобразователь угла поворота вала в код, содержащий синусно-косинусный трансформаторный датчик, первый и второй выходы которого подключены ко второму и третьему входам блока управления и к первым входам первого и второго переключателей соответственно, вторые входы которых объединены и подключены к выходу источника напряжения, а выходы подключены ко входам первого и второго интеграторов соответственно, выход первого из которых подключен к первому входу функционального преобразователя отношения напряжений в код, а выход второго - к аналоговому входу преобразователя код-напряжение, цифровые входы которого подключены к выходам реверсивного счетчика, а выход подключен ко второму входу функционального преобразователя отношения напряжений в код, выход которого является выходом преобразователя угла поворота вала в код, первый вход блока управления соединен с шиной переменного опорного напряжения, первый выход блока управления подключен к управляющим входам первого и второго интеграторов и к управляющему

входу функционального преобразователя отношения напряжений в код, а второй выход подключен к управляющим входам первого и второго переключателей и к одному из входов первого элемента И, другой вход которого подключен к выходу генератора импульсов, а выход подключен к счетному входу реверсивного счетчика, введен второй элемент И, один

из входов которого подключен ко второму выходу блока управления, другой вход

подключен к выходу компаратора, а выход подключен ко входу выбора режима "сложение/вычитание" реверсивного счетчика, первый и второй входы компаратора подключены к выходам первого интегратора и преобразователя код-напряжение соответственно.

Структурная схема преобразователя угла поворота вала в код приведена на чертеже.

Преобразователь угла поворота вала в код содержит синусно-косинусный трансформаторный датчик 1, источник 2 напряжения, первый 3 и второй 4 переключатели, первый 5 и второй 6 интеграторы, преобразователь 7 код-напряжение, реверсивный счетчик 8, функциональный преобразователь 9 отношения напряжений в код, блок 10

управления, компаратор 11, генератор 12 импульсов, первый 13 и второй 14 элементы И.

Первый и второй выходы синусно-косинусного трансформаторного датчика 1 соединены со вторым и третьим входами блока 2 управления и с первыми входами первого 3 и второго 4 переключателей соответственно, вторые входы первого 3 и второго 4 переключателей объединены и соединены с выходом источника 2 напряжения, выходы первого 3 и второго 4 переключателей соединены со входами первого 5 и второго 6 интеграторов соответственно, выход первого 5 интегратора соединен с первым входом функционального преобразователя 9 отношения напряжений в код и с одним из входов компаратора 11, выход второго 6 интегратора соединен с аналоговым входом преобразователя 7 код-напряжение, выход преобразователя 7 код-напряжение соединен со вторым входом функционального преобразователя 9 отношения напряжений в код и с другим входом компаратора 11, выход компаратора 11 соединен с одним из входов первого 13 элемента И, выход генератора 12 импульсов соединен с одним из входов второго 14 элемента И, первый вход блока 10 управления соединен с шиной переменного опорного напряжения, первый выход блока 10 управления соединен с управляющими входами

первого 5 и второго 6 интеграторов и с управляющим входом функционального преобразователя 9 отношения напряжений в код, а второй выход блока 2 управления соединен с управляющими входами первого 3 и второго 4 переключателей и с другими входами первого 13 и второго 14 элементов И, выход первого 13 и второго 14 элементов И соединены со входом выбора режима "сложение/вычитание" и со счетным входом реверсивного счетчика 8 соответственно, выходы реверсивного счетчика 8 соединены с цифровыми входами преобразователя 7 код-напряжение, выход функционального преобразователя 9 отношения напряжений в код является выходом преобразователя угла поворота вала в код.

Преобразователь угла поворота вала в код работает следующим образом.

При повороте вала синусно-косинусного трансформаторного датчика 1 на некоторый угол α_i напряжения с его выходных обмоток, пропорциональные $\sin\alpha_i$ и $\cos\alpha_i$, поступают на второй и третий входы блока 10 управления непосредственно, на первый вход которого подается переменное опорное напряжение $\sim U_{оп.}$, а также через нормально замкнутые контакты первого 3 и второго 4 переключателей соответственно подключаются ко входам

первого 5 и второго 6 интеграторов, которые интегрируют входные напряжения в течение половины периода сигнальных напряжений, что обеспечивается блоком 10 управления и позволяет исключить ошибку от квадратурной составляющей и высших гармоник, кратных двум.

В результате интегрирования на выходах первого 5 и второго 6 интеграторов получаем:

$$U \sin \alpha_i = S_1 \int_0^{T/2} U_m \times \sin \omega t \times \sin \alpha_i \times dt \sim \sin \alpha_i$$

$$U \cos \alpha_i = S_2 \int_0^{T/2} U_m \times \sin \omega t \times \cos \alpha_i \times dt \sim \cos \alpha_i \quad (1.1)$$

где: U_m - амплитудное значение входных сигнальных напряжений;

α_i - угол поворота синусно-косинусного трансформаторного датчика 1;

S_1 - значение крутизны первого 5 (синусного) интегратора;

S_2 - значение крутизны второго 6 (косинусного) интегратора.

Напряжение, пропорциональное $\sin \alpha_i$, с выхода первого 5 интегратора поступает на синусный вход функционального преобразователя 9 отношения напряжений в код и на первый вход компаратора 11, а напряжение, пропорциональное $\cos \alpha_i$, с выхода второго 6 интегратора поступает на аналоговый вход преобразователя 7 код-напряжение, выход которого соединен с косинусным входом функционального преобразователя 9 отношения напряжений в код и со вторым входом компаратора 11.

В соответствии с формулами (1.1) разница между реальными значениями напряжений $U \sin \alpha_i$ и $U \cos \alpha_i$ на выходах первого 5 и второго 6 интеграторов будет определяться следующим выражением:

$$\Delta U = U \cos \alpha_i - U \sin \alpha_i =$$

$$= S_2 \int_0^{T/2} U_m \times \sin \omega t \times \cos \alpha_i \times dt - S_1 \int_0^{T/2} U_m \times \sin \omega t \times \sin \alpha_i \times dt =$$

$$= (S_2 - S_1) \times \left(\int_0^{T/2} U_m \times \sin \omega t \times \cos \alpha_i \times dt - \int_0^{T/2} U_m \times \sin \omega t \times \sin \alpha_i \times dt \right) =$$

$$= \Delta S \left(\int_0^{T/2} U_m \times \sin \omega t \times \cos \alpha_i \times dt - \int_0^{T/2} U_m \times \sin \omega t \times \sin \alpha_i \times dt \right) \quad (2.1)$$

где: $(S_2 - S_1) = \Delta S$ - разница между крутизной второго 6 (косинусного) и крутизой первого 5 (синусного) интеграторов.

В контрольном интервале времени проводится режим коррекции значения крутизны второго 6 интегратора до значения крутизны первого 5 интегратора, а именно по сигналу со второго выхода блока 10 управления на входы первого 5 и второго 6 интеграторов соответственно поступает равнозначное напряжение от источника 2, что однозначно соответствует эталонному углу $\alpha_{эт.} = 45^\circ$, в результате интегрирования которых на выходах первого 5 и второго 6 интеграторов получаем:

$$U \sin(\alpha_i = 45^\circ) = S_1 \int_0^{T/2} U_m \times \sin \omega t \times \sqrt{2/2} \times dt \sim \sin(\alpha_i = 45^\circ)$$

$$U \cos(\alpha_i = 45^\circ) = S_2 \int_0^{T/2} U_m \times \sin \omega t \times \sqrt{2/2} \times dt \sim \cos(\alpha_i = 45^\circ) \quad (1.2)$$

В соответствии с формулами (1.2) разница между реальными значениями напряжений $U \sin \alpha_i$ и $U \cos \alpha_i$ на выходах первого 5 и второго 6 интеграторов будет определяться следующим выражением:

$$\begin{aligned}
 \Delta U(\alpha_i = 45^\circ) &= U \cos(\alpha_i = 45^\circ) - U \sin(\alpha_i = 45^\circ) = \\
 &= S_2 \int_0^{T/2} U_m \times \sin \omega t \times \sqrt{2/2} \times dt - S_1 \int_0^{T/2} U_m \times \sin \omega t \times \sqrt{2/2} \times dt = \\
 &= (S_2 - S_1) \times \int_0^{T/2} U_m \times \sin \omega t \times \sqrt{2/2} \times dt = \\
 &= \Delta S \left(\int_0^{T/2} U_m \times \sin \omega t \times \sqrt{2/2} \times dt \right) \quad (2.2)
 \end{aligned}$$

Напряжение с выхода первого 5 интегратора, пропорциональное $\sin(\alpha_i=45^\circ)$, поступает на первый вход компаратора 11, а напряжение с выхода второго 6 интегратора, пропорциональное $\cos(\alpha_i=45^\circ)$, поступает через следящую систему, состоящую из преобразователя 7 код-напряжение, реверсивного счетчика 8, генератора 12 импульсов и первого 13 и второго 14 элементов И, на второй вход компаратора 11, причем напряжение на выходе преобразователя 7 код-напряжение будет определяться следующим выражением:

$$U' \cos(\alpha_i = 45^\circ) = K_d \times U \cos(\alpha_i = 45^\circ) \quad (3.1)$$

где: $U \cos(\alpha_i=45^\circ)$ - значение напряжения на выходе второго 6 (косинусного) интегратора в контрольном интервале времени;

K_d - управляемый коэффициент деления преобразователя 7 код-напряжение.

Задавая первоначальное условие, что $S_2 > S_1$ (значение крутизны второго 6 (косинусного) интегратора больше значения крутизны первого 5 (синусного) интегратора, что определяется номиналами пассивных элементов: резисторов и конденсаторов, стоящих в цепях вышеуказанных интеграторов), в контрольном интервале времени по сигналу со второго выхода блока 10 управления компаратор 11 управляет режимом "сложение/вычитание" реверсивного счетчика 8, в котором также частота с выхода генератора 12 импульсов поступает на счетный вход реверсивного счетчика 8.

Если в контрольном интервале времени величина напряжения, пропорционального $\cos(\alpha_i=45^\circ)$, с выхода преобразователя 7 код-напряжение больше (меньше) величины напряжения, пропорционального $\sin(\alpha_i=45^\circ)$, с выхода первого 5 интегратора реверсивный счетчик 8 работает в режиме вычитания (сложения), его код уменьшается (увеличивается), что в свою очередь приводит к уменьшению (увеличению) коэффициента деления преобразователя 7 код-напряжение до тех пор, пока напряжения на входах компаратора 11 не сравняются, т.е. $U' \cos(\alpha_i=45^\circ) = U \sin(\alpha_i=45^\circ)$, и тогда выражение (3.1) можно представить в следующем виде:

$$U' \cos(\alpha_i = 45^\circ) = U \sin(\alpha_i = 45^\circ) = K_d \times U \cos(\alpha_i = 45^\circ) \quad (3.2)$$

Согласно выражению (3.2) управляемый коэффициент деления преобразователя 7 код-напряжение будет определяться:

$$\begin{aligned}
 K_d &= U \sin(\alpha_i = 45^\circ) / U \cos(\alpha_i = 45^\circ) = \\
 &= S_1 \int_0^{T/2} U_m \times \sin \omega t \times \sqrt{2/2} \times dt / S_2 \int_0^{T/2} U_m \times \sin \omega t \times \sqrt{2/2} \times dt \quad (4)
 \end{aligned}$$

Выражая значение крутизны второго 6 (косинусного) интегратора через значение крутизны первого 5 (синусного) интегратора, а именно, что:

$$S_2 = S_1 + \Delta S \quad (5)$$

формула (5) принимает следующий вид:

$$\begin{aligned}
 K_d &= S_1 \int_0^{T/2} U_m \times \sin \omega t \times \sqrt{2/2} \times dt / (S_1 + \Delta S) \times \int_0^{T/2} U_m \times \sin \omega t \times \sqrt{2/2} \times dt = \\
 &= S_1 / (S_1 + \Delta S) \quad (6)
 \end{aligned}$$

Полученный в контрольном интервале времени коэффициент деления преобразователя 7 код-напряжение остается неизменным на все оставшееся время преобразования

входных параметров до следующего контрольного интервала времени, и тогда реальное значение величины напряжения на выходе преобразователя 7 код-напряжение и соответственно на косинусном входе функционального преобразователя 9 отношения напряжений в код в рабочих циклах в соответствии с формулами (5) и (6) будет

5 определяться:

$$\begin{aligned}
 U' \cos \alpha_i &= K_d \times U \cos \alpha_i = K_d \times S_2 \int_0^{T/2} U_m \times \sin \omega t \times \cos \alpha_i \times dt = \\
 &= S_1 \times (S_1 + \Delta S) \times \int_0^{T/2} U_m \times \sin \omega t \times \cos \alpha_i \times dt / (S_1 + \Delta S) = \\
 &= S_1 \times \int_0^{T/2} U_m \times \sin \omega t \times \cos \alpha_i \times dt \quad (7)
 \end{aligned}$$

15 Таким образом, введение в преобразователь угла поворота вала в код второго элемента И при одновременном исключении из его состава аналогового вычитающего усилителя и изменении электрических связей в цепях следящей системы коррекции интеграторов позволяет упростить преобразователь, снизить его аппаратные затраты и повысить точностные характеристики преобразователя в целом.

20

Формула изобретения

Преобразователь угла поворота вала в код, содержащий синусно-косинусный трансформаторный датчик, первый и второй выходы которого подключены ко второму и третьему входам блока управления и к первым входам первого и второго переключателей соответственно, вторые входы которых объединены и подключены к выходу источника
 25 напряжения, а выходы - подключены ко входам первого и второго интеграторов соответственно, выход первого из которых подключен к первому входу функционального преобразователя отношения напряжений в код, а выход второго - к аналоговому входу преобразователя код-напряжение, цифровые входы которого подключены к выходам реверсивного счетчика, а выход - подключен ко второму входу функционального
 30 преобразователя отношения напряжений в код, выход которого является выходом преобразователя угла поворота вала в код, первый вход блока управления соединен с шиной переменного опорного напряжения, первый выход блока управления подключен к управляющим входам первого и второго интеграторов и к управляющему входу функционального преобразователя отношения напряжений в код, а второй выход
 35 подключен к управляющим входам первого и второго переключателей и к одному из входов первого элемента И, другой вход которого подключен к выходу генератора импульсов, а выход - подключен к счетному входу реверсивного счетчика, отличающийся тем, что в него введен второй элемент И, один из входов которого подключен ко второму выходу блока управления, другой вход подключен к выходу компаратора, а выход - подключен ко
 40 входу выбора режима "сложение/вычитание" реверсивного счетчика, первый и второй входы компаратора подключены к выходам первого интегратора и преобразователя код-напряжение соответственно.

45

50