



(19) RU⁽¹¹⁾ 2 149 418⁽¹³⁾ C1
(51) МПК⁷ G 01 R 33/02

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 98114233/09, 10.07.1998

(24) Дата начала действия патента: 10.07.1998

(46) Дата публикации: 20.05.2000

(56) Ссылки: SU 815690 A, 23.03.1981. SU 1437811 A1, 15.11.1988. WO 89100297, 12.01.1989. DE 2605414 A, 05.05.1977.

(98) Адрес для переписки:
346400, Ростовская обл., г. Новочеркасск,
ГСП-1, ул. Просвещения 132, Южно-Российский
государственный технический университет,
Отдел интеллектуальной собственности

(71) Заявитель:

Южно-Российский государственный
технический университет (Новочеркасский
политехнический институт)

(72) Изобретатель: Ланкин М.В.,
Горбатенко Н.И., Гречихин В.В., Саввин
Д.Д., Ланкина Г.В., Ткаченко Е.Г.

(73) Патентообладатель:

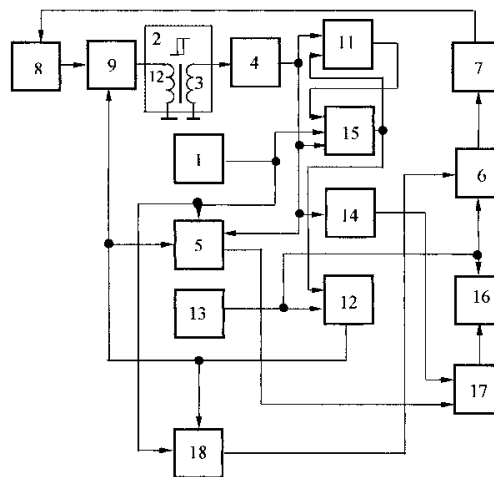
Южно-Российский государственный
технический университет (Новочеркасский
политехнический институт)

(54) ЦИФРОВОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ НАПРЯЖЕННОСТИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

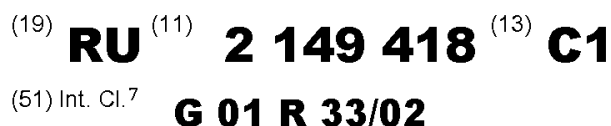
(57) Реферат:

Изобретение относится к магнитным измерениям и предназначено для измерения напряженности магнитного поля. Техническим результатом является повышение точности измерения за счет исключения элементов аналоговой обработки сигнала. Цифровое устройство для измерения напряженности магнитного поля содержит первый генератор прямоугольных импульсов, феррозонд с сердечником, выполненным из пермаллоя с петлей гистерезиса с коэффициентом прямоугольности, близким к единице. К выходной обмотке феррозонда подключен пороговый блок, выход которого соединен с первым входом первого логического элемента И. Устройство содержит также последовательно соединенные первый счетчик импульсов, цифроаналоговый преобразователь, управляемый источник тока, ключ и обмотку возбуждения феррозонда. Второй вход первого логического элемента И соединен с выходом первого генератора прямоугольных импульсов, новым в устройстве являются

первый и второй RS-триггеры, второй генератор прямоугольных импульсов, Т-триггер, второй логический элемент И, второй счетчик импульсов, логический элемент ИЛИ и третий логический элемент И. 2 ил.



Фиг. 1

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(98) Mail address:
346400, Rostovskaja obl., g. Novocherkassk,
GSP-1, ul. Prosveshchenija 132,
Juzhno-Rossiiskij gosudarstvennyj
tehnicheskij universitet, Otdel
intelektual'noj sobstvennosti

(73) Proprietor:
Juzhno-Rossijskij gosudarstvennyj
tehnicheskij universitet (Novocherkasskij
politehnicheskij institut)

FIELD: magnetic measurements.
SUBSTANCE: device has first generator of rectangular pulses, ferromagnetic probe with core, which is made from permalloy, which hysteresis loop has rectangularity rate which is close to 1. Output circuit of ferromagnetic probe is connected to threshold unit, which output is connected to first input of first AND gate. In addition device has serial circuit of first pulse counter, digital-to-analog converter, controlled current source, gate and ferromagnetic probe excitation circuit. Second input of first AND gate is connected to output of first generator of rectangular pulses. Goal of invention is achieved by introduced first and second RS flip-flops, second generator of rectangular pulses, T flip-flop, second AND gate, second pulse counter, OR gate and third AND gate. EFFECT: increased precision of measurements due to

Fig. 1

Изобретение относится к магнитным измерениям и предназначено для измерения напряженности магнитного поля.

Известен следящий магнитометр, содержащий генератор, датчик ядерного магнитного резонанса, усилитель, управитель частоты, преобразователь код-напряжение, приемник сигнала ошибки, дискриминатор уровней, реверсивный счетчик, регистрирующее устройство (А.С. СССР 580536, кл. G 01 R 33/08, 1977). Однако вследствие больших размеров датчика ядерного магнитного резонанса, устройство не позволяет измерять магнитные поля в малых объемах и на малом расстоянии от поверхности ферромагнитных тел, т.е. данное устройство не может быть использовано для испытания образцов из ферромагнитных материалов.

Известно также устройство, содержащее феррозонд, в цепь намагничивающей обмотки которого включен генератор прямоугольных импульсов и последовательно соединенные переменный и эталонный резисторы, параллельно которым включен измерительный прибор, а в цепь выходной обмотки феррозонда включены последовательно соединенные усилитель, интегратор, пороговый блок и индикаторный прибор. Устройство позволяет измерять большие поля у поверхности ферромагнитных тел компенсационным методом (А. С. СССР 525902, кл. G 01 R 33/02, 1976). Недостатком устройства является большая погрешность измерения, обусловленная аналоговыми методами обработки выходного сигнала.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому устройству является выбранное в качестве прототипа устройство для измерения напряженности магнитного поля (А.С. СССР N 815690, кл. G 01 R 33/02, 1981), содержащее генератор прямоугольных импульсов, феррозонд с сердечником, выполненным из пермаллоя с петлей гистерезиса с коэффициентом прямоугольности, близким к единице, к выходной обмотке которого подключен интегратор, выходом соединенный со входом усилителя, выход которого соединен со входом порогового блока, и измерительный прибор, а также последовательно соединенные элементы И-НЕ, реверсивный счетчик импульсов, цифроаналоговый преобразователь, управляемый источник тока и ключ, причем второй вход реверсивного счетчика импульсов и первый вход логического элемента И-НЕ соединены с выходом порогового блока, второй вход логического элемента И-НЕ соединен с выходом генератора прямоугольных импульсов, выход цифроаналогового преобразователя соединен со входом измерительного прибора. Второй вход ключа подключен к выходу генератора прямоугольных импульсов, а выход ключа соединен с намагничивающей обмоткой феррозонда.

Недостатком известного устройства - прототипа является следующее. В состав устройства - прототипа входят аналоговые интегратор и усилитель. Эти блоки обладают рядом недостатков, наиболее существенным, из которых является температурный и временной дрейф выходного напряжения (в данном случае пропорционального

приращению индукции в сердечнике феррозонда). Кроме того, неточность определения требуемой уставки у порогового устройства также приводит к дополнительной погрешности измерений. Избавится от указанных недостатков можно, исключив процедуры аналогового интегрирования, усиления и сравнения с уставкой.

Технической задачей изобретения является повышение точности измерения за счет исключения элементов аналоговой обработки сигнала.

Поставленная задача решается с помощью цифрового устройства для измерения напряженности магнитного поля содержащего первый генератор прямоугольных импульсов, феррозонд с сердечником, выполненным из пермаллоя с петлей гистерезиса с коэффициентом прямоугольности, близким к единице, к выходной обмотке которого подключен пороговый блок, выход порогового блока соединен с первым входом первого логического элемента И, последовательно соединенные первый счетчик импульсов, цифроаналоговый преобразователь, управляемый источник тока, ключ и обмотка возбуждения феррозонда, причем второй вход первого логического элемента И соединен с выходом первого генератора прямоугольных импульсов, дополнительно снабженного первым и вторым RS-триггером, вторым генератором прямоугольных импульсов, Т-триггером, вторым логическим элементом И, вторым счетчиком импульсов, логическим элементом ИЛИ и третьим логическим элементом И, причем выход второго генератора прямоугольных импульсов соединен с первым входом второго RS-триггера и вторыми входами первого и второго счетчиков импульсов, второй вход второго RS-триггера и первый вход первого RS-триггера соединен с выходом второго логического элемента И, первый, второй и третий входы которого соединены соответственно с выходами первого RS-триггера, первого генератора прямоугольных импульсов и порогового элемента, вход Т-триггера и второй вход первого RS-триггера соединены с выходом порогового блока, первый и второй входы логического элемента ИЛИ соединены с выходами Т-триггера и первого логического элемента И, выход логического элемента ИЛИ соединен с первым входом второго счетчика импульсов, выход второго RS-триггера соединен со вторым входом ключа, с третьим входом первого логического элемента И и первым входом третьего логического элемента И, второй вход третьего логического элемента И соединен с выходом первого генератора прямоугольных импульсов, выход третьего логического элемента И соединен с первым входом первого счетчика импульсов.

Сопоставительный анализ с прототипом показывает, что заявляемое устройство отличается наличием новых блоков: двух RS-триггеров, вторых генератора прямоугольных импульсов и счетчика импульсов, двух логических элементов И, Т-триггера, логического элемента ИЛИ и их связями с остальными элементами схемы.

Таким образом, заявляемое устройство соответствует критерию изобретения "новизна".

Сравнение заявляемого решения с другими техническими решениями показывает, что RS- и T-триггеры, генератор прямоугольных импульсов, логические элементы И и ИЛИ, счетчик импульсов, широко известны.

Однако, при их введении в указанной связи с остальными элементами схемы в заявляемое цифровое устройство для измерения напряженности магнитного поля выше указанные блоки проявляют новые свойства, что приводит к повышению точности измерения за счет исключения элементов аналоговой обработки сигнала. Это позволяет сделать вывод о соответствии технического решения критерию "существенные отличия".

На фиг. 1 изображена структурная схема цифрового устройства для измерения напряженности магнитного поля; на фиг. 2 - временные диаграммы работы устройства.

Цифровое устройство для измерения напряженности магнитного поля (фиг. 1) содержит первый генератор прямоугольных импульсов 1, феррозонд 2 с сердечником, выполненным из пермаллоя с петлей гистерезиса с коэффициентом прямоугольности, близким к единице, к выходной обмотке 3 которого подключен пороговый блок 4, выход порогового блока 4 соединен с первым входом первого логического элемента И 5, последовательно соединенные первый счетчик импульсов 6, цифроаналоговый преобразователь 7, управляемый источник тока 8, ключ 9 и обмотка возбуждения 10 феррозонда 2, причем второй вход первого логического элемента И 5 соединен с выходом первого генератора прямоугольных импульсов 1, так же устройство содержит первый 11 и второй 12 RS-триггеры, второй генератор прямоугольных импульсов 13, T-триггер 14, второй логический элемент И 15, второй счетчик импульсов 16, логический элемент ИЛИ 17 и третий логический элемент И 18. Причем выход второго генератора прямоугольных импульсов 13 соединен с первым входом второго RS-триггера 12 и вторыми входами первого 6 и второго 16 счетчиков импульсов, второй вход второго RS-триггера 12 и первый вход первого RS-триггера 11 соединен с выходом второго логического элемента И 15, первый, второй и третий входы которого соединены соответственно с выходами первого RS-триггера 11, первого генератора прямоугольных импульсов 1 и порогового элемента 4, вход T-триггера 14 и второй вход первого RS-триггера 11 соединены с выходом порогового блока 4, первый и второй входы логического элемента ИЛИ 17 соединены с выходами T-триггера 14 и первого логического элемента И 5, выход логического элемента ИЛИ 17 соединен с первым входом второго счетчика импульсов 16, выход второго RS-триггера 12 соединен со вторым входом ключа 9, с третьим входом первого логического элемента И 5 и первым входом третьего логического элемента И 18, второй вход третьего логического элемента И 18 соединен с выходом первого генератора прямоугольных импульсов 1, выход третьего логического элемента И 18 соединен с первым входом первого счетчика импульсов 6.

Устройство работает следующим образом.

В исходном состоянии, на выходе второго RS-триггера 12 уровень напряжения запрещающий: прохождение тока с выхода управляемого источника тока 8 через ключ 9 в обмотку возбуждения 10 феррозонда 2 и импульсов с выхода первого генератора прямоугольных импульсов 1 через первый 5 и третий 18 логические элементы И, на выходе первого RS-триггера 11 уровень напряжения запрещающий прохождение импульсов с выхода первого генератора прямоугольных импульсов 1 через второй логический элемент И 15, на выходе порогового блока 4 уровень напряжения, не препятствующий прохождению импульсов с выхода первого генератора прямоугольных импульсов через первый 5 и второй 15 логические элементы И. Феррозонд 2 помещают в постоянное или изменяющееся во времени измеряемое поле $H_{изм}$ (фиг. 2). Состояние сердечника феррозонда 2 определяется величиной поля $H_{изм}$ и величиной компенсирующего поля H_k , создаваемого током в обмотке возбуждения 10 феррозонда 2. Величина компенсирующего поля пропорциональна току управляемого источника тока 8, коммутируемого ключом 9. Для нормальной работы устройства измеряемое и компенсирующее поля направлены встречно.

Рассмотрим цикл измерения. Импульс с выхода второго генератора прямоугольных импульсов 13, поступает на вторые входы первого 6 и второго 16 счетчика импульсов, переводя их в нулевое состояние, и на первый вход второго RS-триггера 12 в результате чего на выходе RS-триггера 12 устанавливается уровень напряжения разрешающий: протекание тока с выхода источника тока 8 в обмотку возбуждения 10 феррозонда 2 через ключ 9 и прохождение через первый 5 и третий 18 логические элементы И импульсов с выхода первого генератора прямоугольных импульсов 1 соответственно на вход второго счетчика импульсов 16 через логический элемент ИЛИ 17 и первый счетчик импульсов 6. Выходной код первого счетчика импульсов 6, в результате суммирования импульсов с выхода первого генератора прямоугольных импульсов 1, поступательно нарастает, что приводит к ступенчатому изменению напряжения на выходе цифроаналогового преобразователя 7 и как следствие тока управляемого источника тока 8. Происходит формирование ступенчато нарастающего компенсирующего поля H_k (фиг. 2). Одновременно нарастает код второго счетчика импульсов 16. ЭДС, индуцируемая в выходной обмотке 3 феррозонда 2 в процессе перемагничивания его сердечника (U_3 на фиг. 2) пропорциональна скорости изменения индукции в сердечнике феррозонда 2. Сердечник феррозонда 2 выполнен из пермаллоя с петлей гистерезиса с коэффициентом прямоугольности, близким к единице, т.е. скорость изменения индукции на участке от $-B_m$ до B_g практически равна нулю. Поэтому выходной сигнал U_3 на участке t_0 - t_1 равен нулю. Начиная с момента времени t_1 и до момента времени t_2 , каждой ступеньке компенсирующего поля H_k будет соответствовать импульс ЭДС индуцируемый в выходной обмотке 3 феррозонда 2, т. к. индукция сердечника будет меняться от $-B_g$ до B_g . Эти импульсы приводят к срабатыванию

порогового блока 4. Первый импульс с выхода порогового блока 4, поступая на второй вход первого RS-триггера 11, вызывает появление на его выходе сигнала разрешающего прохождение через второй логический элемент И 15 импульсов с выхода первого генератора прямоугольных импульсов. Однако они на его выход не поступают т.к. этот же импульс с выхода порогового блока 4, поступая на третий вход второго логического элемента И 15, препятствует этому. Такая ситуация продолжается до тех пор пока на выходе порогового блока 4 возникают импульсы напряжения, т.е. в течение времени t_1-t_2 . Кроме того, в этот же промежуток времени сигнал с порогового блока 4 препятствует прохождению импульсов с выхода первого генератора прямоугольных импульсов 1 через первый логический элемент И 5 на первый вход второго счетчика импульсов 16 через логический элемент ИЛИ 17. В течение промежутка времени t_1-t_2 на первый вход второго счетчика импульсов 16 поступают импульсы с выхода порогового блока 4, пройдя через Т-триггер 14 (U14 на фиг. 2) и логический элемент ИЛИ 17, что приводит к подсчету каждого второго импульса в течение этого времени. В момент t_2 индуктирование импульсов в выходной катушке 3 феррозонда 2 прекратится, а значит они исчезнут и на выходе порогового блока 4, поэтому в момент времени t_2 импульс с выхода первого генератора импульсов 1 через второй логический элемент И 15 приведет первый 11 и второй 12 RS-триггеры в исходное состояние. Прекратится изменение кодов первого 6 и второго 16 счетчиков импульсов и протекание тока через ключ 9 по обмотке возбуждения 10 феррозонда 2. Пороговый блок 4 обеспечивает симметрирование возникновения и исчезновения импульсов ($U_{пор}$ фиг. 2) относительно нулевой точки на осях координат В(Н).

В виду того, что код второго счетчика импульсов 16 будет равен сумме ступеней компенсирующего поля за промежуток времени t_0-t_1 и половине суммы ступеней этого поля в течение промежутка времени t_1-t_2 , а петля гистерезиса сердечника феррозонда 2 симметрична относительно центра координат 0, то этот код будет пропорционален $H_{изм}$.

Блоки, входящие в состав цифрового устройства для измерения напряженности магнитного поля, могут быть выполнены, например:

первый и второй генератор прямоугольных импульсов, пороговый блок, первый, второй и третий логические элементы И, первый и второй счетчик импульсов, цифроаналоговый преобразователь, ключ, первый и второй RS-триггеры, Т-триггер, логический элемент ИЛИ, как это описано в (Якубовский С.В., Барканов Н.А., Кудряшов Б.П. Аналоговые и цифровые интегральные схемы. - М.: Сов. радио, 1979. - 336 с.);

феррозонд, как две обмотки на

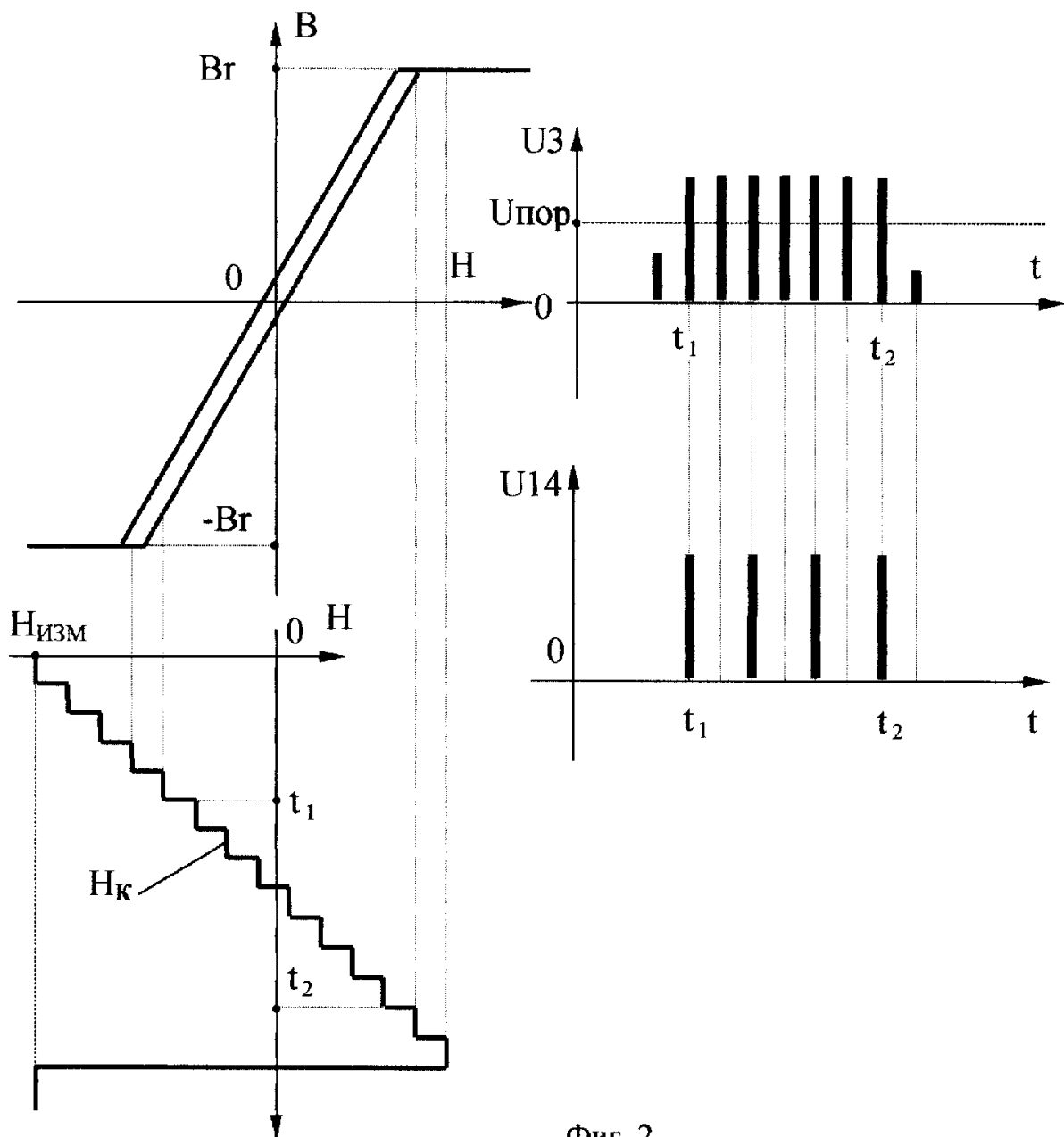
сердечнике, выполненном из пермаллоя с петлей гистерезиса с коэффициентом прямоугольности, близким к единице;

управляемый источник тока, как усилитель с обратной связью по току согласно Фолкенберри Л. Применение операционных усилителей и линейных ИС: Пер с англ. - М.: Мир, 1985. - 572 с..

Экспериментальные исследования макета заявляемого цифрового устройства для измерения напряженности магнитного поля показали, что по сравнению с устройством аналогичного назначения (прототип) заявляемое устройство обеспечивает повышение точности измерения за счет исключения элементов аналоговой обработки сигнала.

Формула изобретения:

Цифровое устройство для измерения напряженности магнитного поля, содержащее первый генератор прямоугольных импульсов, феррозонд с сердечником, выполненным из пермаллоя с петлей гистерезиса с коэффициентом прямоугольности, близким к единице, к выходной обмотке которого подключен пороговый блок, выход порогового блока соединен с первым входом первого логического элемента И, последовательно соединенные первый счетчик импульсов, цифроаналоговый преобразователь, управляемый источник тока, ключ и обмотка возбуждения феррозонда, причем второй вход первого логического элемента И соединен с выходом первого генератора прямоугольных импульсов, отличающееся тем, что оно снабжено первым и вторым RS-триггером, вторым генератором прямоугольных импульсов, Т-триггером, вторым логическим элементом И, вторым счетчиком импульсов, логическим элементом ИЛИ и третьим логическим элементом И, причем выход второго генератора прямоугольных импульсов соединен с первым входом второго RS-триггера и вторыми входами первого и второго счетчиков импульсов, второй вход второго RS-триггера и первый вход первого RS-триггера соединены с выходом второго логического элемента И, первый, второй и третий входы которого соединены соответственно с выходами первого RS-триггера, первого генератора прямоугольных импульсов и порогового блока, вход Т-триггера и второй вход первого RS-триггера соединены с выходом порогового блока, первый и второй входы логического элемента ИЛИ соединены с выходами Т-триггера и первого логического элемента И, выход логического элемента ИЛИ соединен с первым входом второго счетчика импульсов, выход второго RS-триггера соединен со вторым входом ключа, с третьим входом первого логического элемента И и первым входом третьего логического элемента И, второй вход третьего логического элемента И соединен с выходом первого генератора прямоугольных импульсов, выход третьего логического элемента И соединен с первым входом первого счетчика импульсов.



Фиг. 2