



(19) RU⁽¹¹⁾ 2 233 620⁽¹³⁾ C1

(51) МПК⁷ A 61 B 5/145

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 2003118781/14, 23.06.2003

(24) Дата начала действия патента: 23.06.2003

(46) Дата публикации: 10.08.2004

(56) Ссылки: RU 2194445 C2, 20.12.2002. US 6149481 A, 21.11.2000. US 5323776 A, 28.06.1994. US 5485847 A, 23.01.1996. US 5913826 A, 22.06.1999.

(98) Адрес для переписки:
191014, Санкт-Петербург, ул. Госпитальная 3,
ООО "Интеринтеллект-сервис", пат.пов.
В.В.Туренко

(72) Изобретатель: Матус К.М. (RU),
Муранов С.А. (RU), Иванов С.В. (RU)

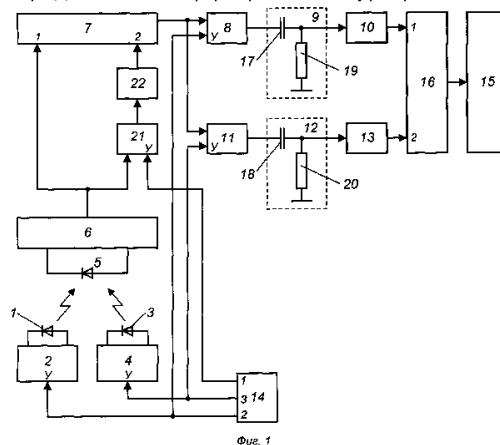
(73) Патентообладатель:
Закрывое акционерное общество
"МИКАРД-ЛАНА" (RU)

(54) ПУЛЬСОВОЙ ОКСИМЕТР

(57) Реферат:

Изобретение относится к медицинской технике и может быть использовано для неинвазивного измерения насыщения артериальной крови кислородом в режиме непрерывного мониторинга. Пульсовый оксиметр содержит источники излучения в красном диапазоне излучения и инфракрасном диапазоне излучения, два источника тока, фотоприемник, преобразователь ток-напряжение, преобразователь напряжения с логарифмической характеристикой преобразования, два синхронных детектора, два фильтра верхних частот, два усилителя напряжения переменного тока, блок вычисления, индикатор, дополнительно содержит формирователь сигналов управления, устройство выборки и хранения и фильтр нижних частот, объединенные

соответствующими связями. Использование изобретения позволяет повысить точность определения коэффициента сатурации. 2 ил.



RU 2 233 620 C1

RU 2 233 620 C1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 233 620** ⁽¹³⁾ **C1**

(51) Int. Cl.⁷ **A 61 B 5/145**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2003118781/14, 23.06.2003

(24) Effective date for property rights: 23.06.2003

(46) Date of publication: 10.08.2004

(98) Mail address:
191014, Sankt-Peterburg, ul. Gospital'naja
3, OOO "Interintellekt-servis", pat.pov. V.V.Turenko

(72) Inventor: **Matus K.M. (RU),
Muranov S.A. (RU), Ivanov S.V. (RU)**

(73) Proprietor:
**Zakrytoe aktsionernoe obshchestvo
"MIKARD-LANA" (RU)**

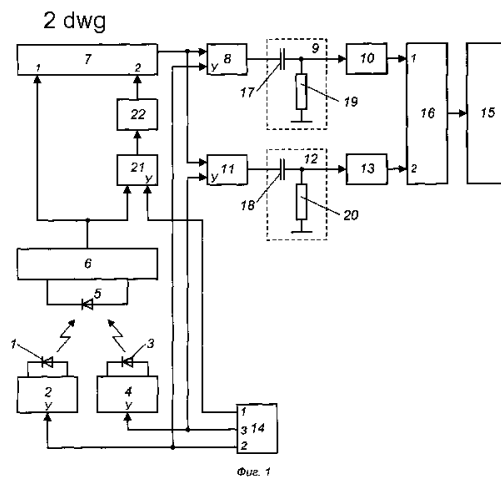
(54) **PULSE OXYMETER**

(57) Abstract:

FIELD: medical technique, possibly non-invasive measuring of saturation of artery blood with oxygen in continuous monitoring mode.

SUBSTANCE: pulse oximeter includes source of red irradiation and source of infrared irradiation, two electric current sources, photo-detector, electric current-voltage converter, voltage generator with logarithmic characteristic, two synchronous detectors, two HF filter, two AC voltage amplifiers, calculation unit, display. Oxymeter includes in addition control signal shaper, circuit for sampling and holding, LF filter connected through respective connection lines.

EFFECT: enhanced accuracy of determining saturation factor.



RU 2 2 3 3 6 2 0 C 1

RU 2 2 3 3 6 2 0 C 1

Изобретение относится к медицинской технике и может быть использовано для неинвазивного измерения насыщения артериальной крови кислородом в режиме непрерывного мониторинга.

Одним из важных диагностических и прогностических показателей в анестезиологии, реанимации и интенсивной терапии является степень насыщения циркулирующей крови кислородом, которая характеризуется коэффициентом сатурации.

Для определения коэффициента сатурации неинвазивным методом предназначены пульсовые оксиметры, принцип действия которых основан на спектрометрии тканей пальца или мочки уха.

Известные пульсовые оксиметры содержат в своем составе источник излучения в красном диапазоне излучения, подключенный к первому источнику тока, источник излучения в инфракрасном диапазоне излучения, подключенный к второму источнику тока и фотоприемник, подключенный к усилительному тракту [1]. Задачей усилительного тракта является формирование четырех сигналов: постоянных составляющих красного и инфракрасного каналов и переменных составляющих красного и инфракрасного каналов. При этом усилитель должен удовлетворять очень высоким техническим требованиям, в частности, усилитель должен иметь большой динамический диапазон (порядка 600 дБ согласно работе [1]), должен иметь, как правило, систему автоматической регулировки усиления и мощности излучения источников излучения, должен обеспечивать высокую стабильность величин отношений переменных и постоянных составляющих красного и инфракрасного сигналов.

Выполнение этих требований весьма затруднительно, что приводит к резкому снижению точности определения коэффициента сатурации. Сложность используемого оборудования приводит к усложнению его обслуживания и повышению его цены.

Известен также пульсовой оксиметр, описанный в работе [2, с.16, рис.1]. Этот пульсовой оксиметр содержит источник излучения в красном диапазоне излучения, подключенный к первому источнику тока, источник излучения в инфракрасном диапазоне излучения, подключенный к второму источнику тока, фотоприемник, выполненный в виде фотодиода, подключенного к преобразователю электрического сигнала, выполненного в виде преобразователя ток-напряжение. Для выполнения измерений пульсовым оксиметром необходимо иметь усилительный тракт с высокими техническими характеристиками, указанными при описании аналога [1].

Наиболее близким к предлагаемому и принятый в качестве прототипа является пульсовой оксиметр [3], содержащий источник излучения в красном диапазоне излучения, подключенный к первому источнику тока, источник излучения в инфракрасном диапазоне излучения, подключенный к второму источнику тока, фотоприемник, выполненный в виде фотодиода, подключенный к фотоприемнику преобразователь ток-напряжение,

преобразователь напряжения с логарифмической характеристикой преобразования, вход которого соединен с выходом преобразователя ток-напряжение, последовательно соединенные первый синхронный детектор, первый вход которого подключен к выходу преобразователя напряжения с логарифмической характеристикой преобразования, первый фильтр верхних частот и первый усилитель напряжения переменного тока, последовательно соединенные второй синхронный детектор, первый вход которого подключен к преобразователю напряжения с логарифмической характеристикой преобразования, второй фильтр верхних частот и второй усилитель напряжения переменного тока, а также формирователь сигналов управления, выполненный в виде формирователя противофазных импульсов, один выход которого подключен к управляющему входу первого источника тока и управляющему входу первого синхронного детектора, а другой - к управляющему входу второго источника тока и управляющему входу второго синхронного детектора, и блок вычисления, подключенный своим выходом к индикатору и своими первым и вторым входами - к выходам соответственно первого и второго усилителей напряжения переменного тока.

Недостатком прототипа является недостаточная точность, обусловленная наличием внешней засветки фотоприемника.

Задача, решаемая изобретением, заключается в повышении точности определения коэффициента сатурации.

Сущность предлагаемого изобретения заключается в том, что пульсовой оксиметр, содержащий источник излучения в красном диапазоне излучения, подключенный к первому источнику тока, источник излучения в инфракрасном диапазоне излучения, подключенный к второму источнику тока, фотоприемник, подключенный к преобразователю ток-напряжение, преобразователь напряжения с логарифмической характеристикой преобразования, последовательно соединенные первый синхронный детектор, первый вход которого подключен к выходу преобразователя напряжения с логарифмической характеристикой преобразования, первый фильтр верхних частот и первый усилитель напряжения переменного тока, последовательно соединенные второй синхронный детектор, первый вход которого подключен к выходу преобразователя напряжения с логарифмической характеристикой преобразования, второй фильтр верхних частот и второй усилитель напряжения переменного тока, формирователь сигналов управления, а также блок вычисления и индикатор, при этом выход преобразователя ток-напряжение подключен к первому входу преобразователя напряжения с логарифмической характеристикой преобразования, выходы первого и второго усилителей напряжения переменного тока подключены соответственно к первому и второму входам блока вычисления, выход которого подключен к индикатору, а второй выход формирователя сигналов управления соединен с управляющим входом первого

источника тока и управляющим входом первого синхронного детектора, третий выход формирователя сигналов управления соединен с управляющим входом второго источника тока и управляющим входом второго синхронного детектора,

дополнительно содержит устройство выборки и хранения и фильтр нижних частот, при этом выход преобразователя ток-напряжение соединен с входом устройства выборки и хранения, первый выход формирователя сигналов управления соединен с управляющим входом устройства выборки и хранения, выход которого соединен с входом фильтра нижних частот, выход которого соединен с вторым входом преобразователя напряжения с логарифмической характеристикой преобразования.

Благодаря новому выполнению источника управляющих сигналов с тремя выходами, на которых поочередно формируются управляющие импульсы, введению новых блоков - устройства выборки и хранения и фильтра нижних частот с новыми ранее неизвестными связями с формирователем управляющих сигналов, преобразователем ток-напряжение и преобразователем напряжения с логарифмической характеристикой преобразование обеспечивается работа на более чувствительных участках упомянутого преобразователя напряжения, формирование сигналов большей амплитуды на его выходе, что позволяет в конечном итоге повысить точность определения коэффициента сатурации.

Сущность изобретения поясняется чертежами, на которых изображены:

на фиг.1 - функциональная схема устройства,

на фиг.2 - временные диаграммы.

На чертежах обозначены:

- 1 - источник излучения в красном диапазоне излучения,
- 2 - первый источник тока,
- 3 - источник излучения в инфракрасном диапазоне излучения,
- 4 - второй источник тока,
- 5 - фотоприемник,
- 6 - преобразователь ток-напряжение,
- 7 - преобразователь напряжения с логарифмической характеристикой преобразования,
- 8 - первый синхронный детектор,
- 9 - первый фильтр верхних частот,
- 10 - первый усилитель напряжения переменного тока,
- 11 - второй синхронный детектор,
- 12 - второй фильтр верхних частот,
- 13 - второй усилитель напряжения переменного тока,
- 14 - формирователь сигналов управления,
- 15 - индикатор,
- 16 - блок вычисления,
- 17, 18 - разделительные конденсаторы,
- 19, 20 - резисторы CR-цепочек,
- 21 - устройство выборки и хранения,
- 22 - фильтр нижних частот,
- 23 - форма сигнала на первом выходе формирователя 14 сигналов управления,
- 24 - форма сигнала на втором выходе формирователя 14 сигналов управления,
- 25 - форма сигнала на третьем выходе формирователя 14 сигналов управления,

26 - форма сигнала на выходе синхронного детектора 8,

27 - форма сигнала на выходе синхронного детектора 11,

28 - форма сигнала на выходе усилителя

10,

29 - форма сигнала на выходе усилителя

13,

30 - форма сигнала на выходе устройства

21 выборки и хранения,

31 - форма сигнала на выходе фильтра

22 нижних частот,

t - ось времени,

U - ось напряжения.

Пульсовой оксиметр содержит источник 1

излучения в красном диапазоне излучения,

подключенный к первому источнику 2 тока,

источник 3 излучения в инфракрасном

диапазоне излучения, подключенный к

второму источнику 4 тока, фотоприемник 5,

подключенный к преобразователю 6

ток-напряжение, преобразователь 7

напряжения с логарифмической

характеристикой преобразования.

Источники 1 и 3 излучения выполнены в

виде светодиодов. Длина волны излучения

источника 1 лежит в красном диапазоне

излучения и составляет, например, (650 ± 10)

нм. Длина волны излучения источника 3

лежит в инфракрасном диапазоне излучения

и составляет, например, (940 ± 15) нм.

Фотоприемник 5 выполнен в виде

фотодиода. Диапазон длин волн,

воспринимаемых фотоприемником 5, должен

перекрывать диапазон длин волн, в котором

лежат длины волн, излучаемых источниками 1

и 3 излучения.

Пульсовой оксиметр содержит также

последовательно соединенные первый

синхронный детектор 8, первый вход которого

подключен к выходу преобразователя 7

напряжения с логарифмической

характеристикой преобразования, первый

фильтр 9 верхних частот и первый усилитель

10 напряжения переменного тока,

последовательно соединенные второй

синхронный детектор 11, первый вход

которого подключен к выходу

преобразователя 7 напряжения с

логарифмической характеристикой

преобразования, второй фильтр 12 верхних

частот и второй усилитель 13 напряжения

переменного тока.

Идентичные фильтры 9 и 12 верхних

частот могут быть выполнены по различным

известным схемам, в том числе в виде

простейших разделительных CR-цепочек на

пассивных элементах 17, 19 и 18, 20 (см.

фиг.1). Нижнюю границу полосы пропускания

фильтров 9 и 12 выбирают исходя и из

минимально возможной частоты

сердцебиения пациента. Обычно нижняя

граница полосы пропускания фильтров 9 и 12

составляет десятые доли герца.

Усилители 10 и 13 напряжения

переменного тока должны обеспечить

усиление переменных составляющих

сигналов на выходах синхронных детекторов

8 и 11 в диапазоне частот сердцебиения

пациента, то есть достаточен диапазон частот

от долей герца до единиц герц.

Первый выход формирователя 14

сигналов управления соединен с

управляющим (У) входом устройства 21

выборки и хранения, второй выход

формирователя 14 сигналов управления соединен с управляющим (У) входом первого источника 2 тока и управляющим (У) входом первого синхронного детектора 8, третий выход формирователя 14 сигналов управления соединен с управляющим (У) входом второго источника 4 тока и управляющим (У) входом второго синхронного детектора 11.

Формирователь 14 сигналов управления выдает импульсы поочередно на каждый из своих выходов и может быть выполнен, например, в виде последовательно соединенных генератора и распределителя импульсов. При использовании в составе пульсового оксиметра цифровых устройств обработки и регистрации результатов измерений формирователь 14 может быть выполнен, например, в виде делителя тактовой частоты этих цифровых устройств, к выходу которого подключена логическая схема, распределяющая импульсы на три выхода. Частота следования импульсов на каждом из выходов формирователя 14 составляет (200 ÷ 2000) Гц. При более низкой частоте следования импульсов на выходе формирователя 14 снижается точность определения коэффициента сатурации из-за погрешностей временного квантования. При повышении частоты импульсов увеличиваются требования к техническим характеристикам источников 1, 3 излучения и синхронных детекторов 8 и 11.

Выход преобразователя 6 ток-напряжение соединен с первым входом преобразователя 7 напряжения с логарифмической характеристикой преобразования и с входом устройства 21 выборки и хранения, выход которого соединен с входом фильтра 22 нижних частот, выход которого соединен с вторым входом преобразователя 7 напряжения с логарифмической характеристикой преобразования.

Выходы усилителей 10 и 13 подключены соответственно к первому и второму входам блока 16 вычисления функции, выход которого подключен к индикатору 15.

Блок 16 может быть выполнен в виде аналогового или цифрового вычислительного устройства. В последнем случае блок 16 может содержать последовательно соединенные мультиплексор, первый и второй входы которого являются соответственно первым и вторым входами блока 16, аналого-цифровой преобразователь и микропроцессор (микроЭВМ).

Индикатор 15 может представлять собой стрелочный индикатор, цифровое табло, монитор персонального компьютера и тому подобное устройство.

Предлагаемый пульсовой оксиметр работает следующим образом.

Источники 1, 3 излучения и фотоприемник 5 устанавливают на пальце или мочке уха с помощью известных приспособлений. Источники 1 и 3 поочередно формируют световые потоки в красном и инфракрасном диапазонах, которые, пройдя через исследуемый объект, вызывают ток в цепи фотоприемника 5, пропорциональный в каждый момент времени интенсивности облучения. Сформированный на выходе преобразователя 6 ток-напряжение сигнал поступает на первый вход преобразователя 7 с логарифмической характеристикой

преобразования.

Формирователь 14 сигналов управления формирует импульсы поочередно на своих выходах. В момент, когда импульс формируется на первом выходе формирователя 14 сигналов управления, источник 1 излучения в красном диапазоне излучения и источник 3 излучения в инфракрасном диапазоне излучения являются выключенными, а на выходе фотоприемника 5 формируется сигнал, обусловленный наличием внешнего освещения (внешней засветкой фотоприемника 5). При этом происходит запоминание этого сигнала в устройстве 21 выборки и хранения.

На выходе устройства 21 выборки и хранения формируется сигнал, пропорциональный интенсивности внешнего освещения, который поступает на второй вход преобразователя 7 напряжения с логарифмической характеристикой преобразования. Преобразователь 7 напряжения с логарифмической характеристикой преобразования осуществляет преобразование в соответствии с формулой:

$$V_{\text{ВЫХ}} = K \cdot \log \left(\frac{V_1}{V_2} \right),$$

где $V_{\text{ВЫХ}}$ - напряжение на выходе преобразователя 7; V_1 - напряжение на первом входе преобразователя 7; V_2 - напряжение на втором входе преобразователя 7; K - коэффициент пропорциональности.

Сигнал с выхода преобразователя 7 с логарифмической характеристикой преобразования поступает затем на входы первого и второго синхронных детекторов 8 и 11, которые синхронизируются импульсами, поступающими от формирователя 14 сигналов управления на их управляющие (У) входы и на источники 1 и 3 излучения. При этом на выходе первого синхронного детектора 8 формируется сигнал, пропорциональный натуральному логарифму отношения светового потока, прошедшего через исследуемый объект в красном диапазоне излучения к световому потоку внешнего освещения, а на выходе второго синхронного детектора 11 - натуральному логарифму отношения светового потока, прошедшего через исследуемый объект в инфракрасном диапазоне к световому потоку внешнего освещения. Выделенные фильтрами 9 и 12 и усиленные усилителями 10 и 13 переменные составляющие сигналов поступают на входы блока 16 вычисления, в котором производятся вычисления согласно следующим формулам:

$$S = \frac{A_{\lambda_1}^{\text{Hb}} - \frac{\Delta V_{\lambda_1}}{\Delta V_{\lambda_2}} A_{\lambda_2}^{\text{Hb}}}{\frac{\Delta V_{\lambda_1}}{\Delta V_{\lambda_2}} (A_{\lambda_2}^{\text{HbO}_2} - A_{\lambda_2}^{\text{Hb}}) + A_{\lambda_1}^{\text{Hb}} - A_{\lambda_1}^{\text{HbO}_2}},$$

где S - коэффициент сатурации, $A_{\lambda_1}^{\text{Hb}}$ и $A_{\lambda_2}^{\text{Hb}}$ - коэффициенты экстинкции восстановленного гемоглобина на длинах

волн излучения соответственно в красном и инфракрасном диапазонах

излучения, ΔU_{λ_1} и ΔU_{λ_2} - двойные амплитуды переменного напряжения на выходах соответственно первого и второго усилителей напряжения переменного тока, $A_{\lambda_1}^{HbO_2}$ и $A_{\lambda_2}^{HbO_2}$ - коэффициент экстинкции оксигемоглобина на длинах волн соответственно в красном и инфракрасном диапазонах излучения. Значения этих коэффициентов известны и зависят только от длин волн, применяемых источников 1 и 3 излучения в красном и в инфракрасном диапазонах излучения.

На выходе блока 16 вычисления формируется аналоговый или цифровой сигнал, несущий информацию о коэффициенте сатурации. Благодаря логарифмической характеристике преобразования в предлагаемом устройстве амплитуды переменных составляющих сигналов мало зависят от толщины ткани пальца или мочки уха, сохраняя при этом информацию о пульсовом объеме окисленного и восстановленного гемоглобина. Учет влияния внешнего освещения позволяет существенно повысить точность измерения.

Таким образом, предлагаемое изобретение позволяет повысить точность определения коэффициента сатурации.

Промышленная применимость изобретения определяется тем, что устройство на его основе может быть изготовлено на основании приведенного описания и чертежей и использовано для неинвазивного измерения насыщения артериальной крови кислородом в режиме непрерывного мониторинга.

Источники информации

1. Стерлин Ю.Г. Специфические проблемы разработки пульсовых оксиметров. Медицинская техника, 1993, №6, с.26-30.

2. Орлов А.С. Определение степени насыщения циркулирующей крови кислородом по амплитуде пульсовой волны. Медицинская техника, 1992, №5, с.16-17.

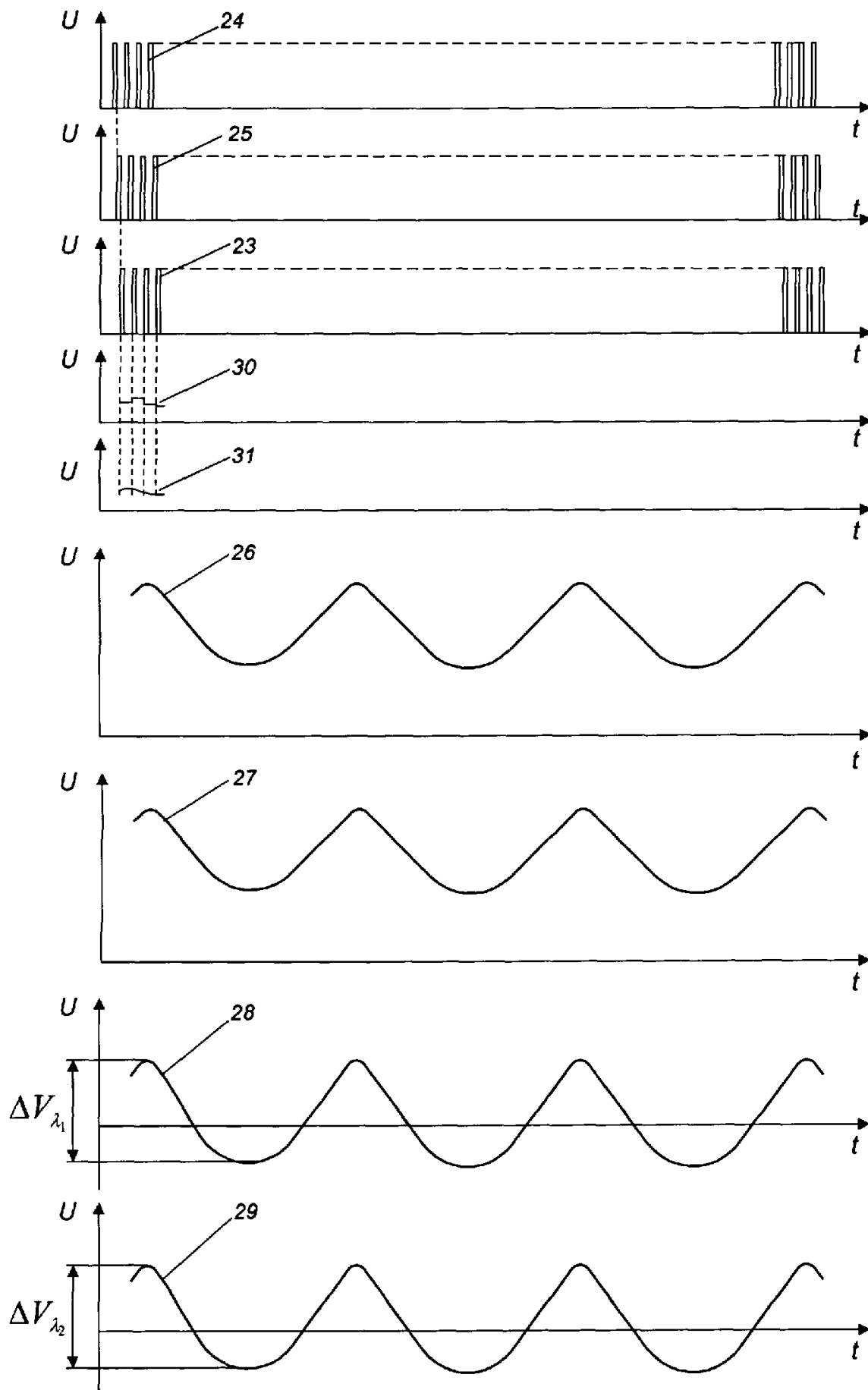
3. Патент РФ №2152030, МПК G 01 N 33/49, опубл. 27.06.2000 г. (прототип).

Формула изобретения:

Пульсовой оксиметр, содержащий источник излучения в красном диапазоне

излучения, подключенный к первому источнику тока, источник излучения в инфракрасном диапазоне излучения, подключенный к второму источнику тока, фотоприемник, подключенный к преобразователю ток-напряжение, преобразователь напряжения с логарифмической характеристикой преобразования, последовательно соединенные первый синхронный детектор, первый вход которого подключен к выходу преобразователя напряжения с логарифмической характеристикой преобразования, первый фильтр верхних частот и первый усилитель напряжения переменного тока, последовательно соединенные второй синхронный детектор, первый вход которого подключен к выходу преобразователя напряжения с логарифмической характеристикой преобразования, второй фильтр верхних частот и второй усилитель напряжения переменного тока, формирователь сигналов управления, а также блок вычисления и индикатор, при этом выход преобразователя ток-напряжение подключен к первому входу преобразователя напряжения с логарифмической характеристикой преобразования, выходы первого и второго усилителей напряжения переменного тока подключены соответственно к первому и второму входам блока вычисления, выход которого подключен к индикатору, а второй выход формирователя сигналов управления соединен с управляющим входом первого источника тока и управляющим входом первого синхронного детектора, третий выход формирователя сигналов управления соединен с управляющим входом второго источника тока и управляющим входом второго синхронного детектора, отличающийся тем, что дополнительно содержит устройство выборки и хранения и фильтр нижних частот, при этом выход преобразователя ток-напряжение соединен с входом устройства выборки и хранения, первый выход формирователя сигналов управления соединен с управляющим входом устройства выборки и хранения, выход которого соединен с входом фильтра нижних частот, выход которого соединен с вторым входом преобразователя напряжения с логарифмической характеристикой преобразования.

RU 2233620 C1



Фиг. 2

RU 2233620 C1