



(19) RU⁽¹¹⁾ 2 113 249⁽¹³⁾ C1

(51) МПК⁶ A 61 N 1/36, 1/00, 1/32, 1/34

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 97108359/14, 02.06.1997

(46) Дата публикации: 20.06.1998

(56) Ссылки: RU 20011386 C1 (Творческое научно-техническое объединение по экологии), 3 0.04.94, А 61 N 1/36. RU 2020980 C1 (Челябинское высшее военно-авиационное училище штурманов), 15.10.94, А 61 N 1/36. RU 2020981 C1 (Челябинское высшее военно-авиационное училище штурманов), 15.10.94, А 61 N 1/36.

(71) Заявитель:

Товарищество с ограниченной ответственностью "Особое конструкторское бюро "Ритм"

(72) Изобретатель: Горфинкель Ю.В.,

Гринберг Я.З., Надточий А.И., Ревенко А.Н., Унакафов М.А.

(73) Патентообладатель:

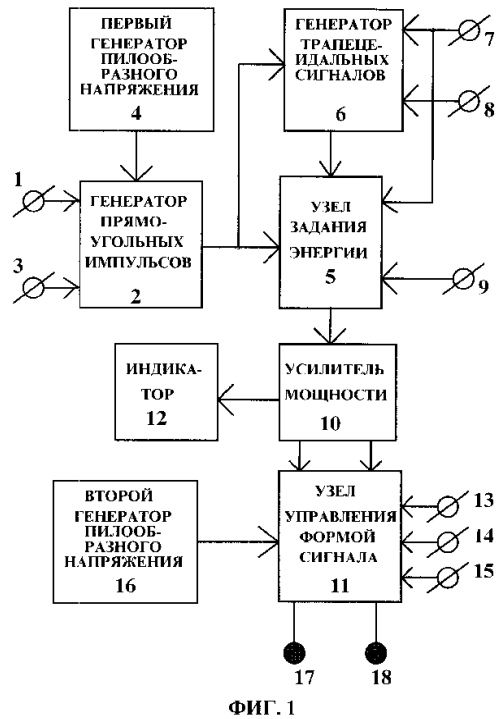
Товарищество с ограниченной ответственностью "Особое конструкторское бюро "Ритм"

(54) ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯТОР

(57) Реферат:

Изобретение относится к области медицинской техники, к электронным устройствам электростимуляции организма человека, и предназначено для неинвазивного воздействия на участки кожного покрова человека электрическими импульсами с целью оказания общерегулирующего влияния на физиологические системы организма и достижения анальгетического эффекта. Технический результат от применения предлагаемого изобретения заключается в расширении функциональных возможностей электростимулятора за счет индивидуального подбора врачом параметров стимулирующих импульсов, что обеспечивает улучшение терапевтического эффекта.

Электростимулятор содержит генератор прямоугольных импульсов 2, усилитель мощности 5 и два электрода 10 и 11, дополнительно введены первый генератор пилообразного напряжения 4, узел задания энергии 5, генератор трапецеидальных сигналов 6, индикатор 12, узел управления формой сигнала 11 и второй генератор пилообразного напряжения 16. 6 з.п.ф-лы, 14 ил.



ФИГ. 1

RU 2 113 249 C1

RU 2 113 249 C1



(19) RU⁽¹¹⁾ 2 113 249⁽¹³⁾ C1

(51) Int. Cl.⁶ A 61 N 1/36, 1/00, 1/32, 1/34

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 97108359/14, 02.06.1997

(46) Date of publication: 20.06.1998

(71) Applicant:
Tovarishchestvo s ogranichennoj
otvetstvennost'ju "Osoboe konstruktorskoe
bjuro "Ritm"

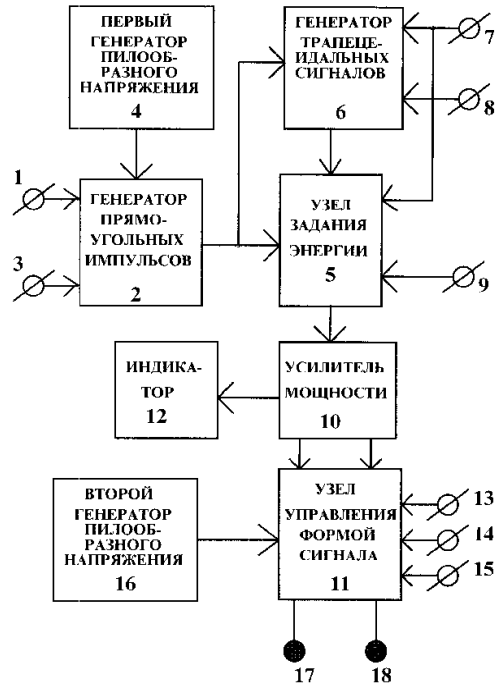
(72) Inventor: Gorfinkel' Ju.V.,
Grinberg Ja.Z., Nadtochij A.I., Revenko
A.N., Unakafov M.A.

(73) Proprietor:
Tovarishchestvo s ogranichennoj
otvetstvennost'ju "Osoboe konstruktorskoe
bjuro "Ritm"

(54) ELECTROSTIMULATOR

(57) Abstract:

FIELD: medical engineering. SUBSTANCE:
electrostimulator is used for noninvasive
action on sections of man's cutaneous
covering by electric pulses for rendering of
general control effect on physiological
systems of organism. Electrostimulator has
square-pulse generator 2, power amplifier 5
and two electrodes 10 and 11. In addition,
it has first sawtooth-voltage generator 4,
power setting assembly 5, trapezoidal signal
generator 6, indicator 12, signal form
control assembly 11, and second
sawtooth-voltage generator 16. EFFECT:
extended functional capabilities, improved
therapeutic effect. 7 cl, 14 dwg



ФИГ. 1

RU 2 113 249 C 1

RU 2 113 249 C 1

Изобретение относится к области медицинской техники, в частности к электронным устройствам электростимуляции организма человека, и предназначено для воздействия на участки кожного покрова человека электрическими импульсами с целью оказания общерегулирующего влияния на физиологические системы организма и достижения анальгетического эффекта.

Известен электростимулятор (авт. св. СССР N 1817335, М. кл. 6 А 61 N 1/36, БИ N 24 от 27.08.95), содержащий генератор прямоугольных импульсов, модулятор, усилитель мощности, узел задания энергии, умножитель, индикатор, дифференцирующий элемент, генератор периода, формирователь огибающей и два электрода, причем выход генератора прямоугольных импульсов соединен с первым входом модулятора, второй вход которого соединен с выходом умножителя, а выход - с входом усилителя мощности, первый выход которого соединен с входом индикатора, второй выход - с первым электродом, а третий выход - с вторым электродом и входом дифференцирующего элемента, выход которого соединен с входом генератора периода, выход которого соединен через формирователь огибающей с первым входом умножителя, второй вход которого соединен с выходом узла задания энергии.

Однако недостаток известного устройства состоит в том, что при проведении лечения путем чрезкожного воздействия отсутствует возможность выбора параметров стимулирующих импульсов, что в свою очередь препятствует достижению достаточного терапевтического эффекта.

Признаками аналога, совпадающими с признаками заявляемого технического решения, являются генератор прямоугольных импульсов, усилитель мощности, узел задания энергии, два электрода.

Причины, препятствующие достижению требуемого технического результата, состоят в особенностях структурной реализации известного устройства, позволяющих регулировать только энергию импульсов.

Известен электростимулятор (см. решение ВНИИГПЭ от 13 июня 1996 г. о выдаче патента РФ на изобретение "Устройство для электростимуляции" по заявке N 04654349/14 (029772) от 06.03.89 г. на имя ОКБ "РИТМ" при Таганрогском радиотехническом институте им. В.Д. Калмыкова, МКИ 5 А 61 N 1/36), содержащий генератор прямоугольных импульсов, модулятор, усилитель мощности, узел задания энергии, умножитель, индикатор, дифференцирующий элемент, формирователь сигнала отрыва, генератор периода, формирователь огибающей, временной дискриминатор и два электрода, причем выход генератора прямоугольных импульсов соединен с первым входом формирователя сигнала отрыва и с первым входом модулятора, второй вход которого соединен с выходом умножителя, а выход - с входом усилителя мощности, первый сигнальный выход которого соединен с первым электродом, второй сигнальный выход - с вторым электродом, с входом дифференцирующего элемента и с вторым входом формирования сигнала отрыва, третий сигнальный выход усилителя мощности соединен с входом индикатора,

выход узла задания энергии соединен с первым входом умножителя, второй вход которого соединен с выходом сумматора, выход дифференцирующего элемента соединен с входом генератора периода, выход которого соединен с входом формирователя огибающей и с первым входом временного дискриминатора, выход формирователя сигнала отрыва соединен с вторым входом временного дискриминатора, выход которого соединен с первым входом сумматора, второй вход которого соединен с выходом формирователя огибающей.

Недостаток известного устройства состоит в том, что врачу представляется возможность выбрать лишь только энергию стимулирующих импульсов, в то время как для снижения болевых ощущений и достижения наилучшего терапевтического эффекта при лечении путем чрезкожной стимуляции желательнее регулировать и другие параметры стимулирующих импульсов.

Признаками аналога, совпадающими с признаками заявляемого технического решения, являются генератор прямоугольных импульсов, усилитель мощности, узел задания энергии, два электрода.

Причины, препятствующие достижению требуемого технического результата, состоят в особенностях структурной реализации известного устройства, не позволяющих врачу подбирать параметры стимулирующих импульсов, за исключением их энергии.

Наиболее близким к предлагаемому электростимулятору по совокупности функциональных и конструктивных признаков является электростимулятор (патент России N 2011386, М. кл. 5 А 61 N 1/36, БИ N 8 от 30.04.94 г.), содержащий блок питания, два электрода, генератор прямоугольных импульсов, усилитель мощности, причем выходы блока питания соединены с входами подачи напряжения генератора прямоугольных импульсов и усилителя мощности, сигнальный выход генератора прямоугольных импульсов соединен с сигнальным входом усилителя мощности, первый и второй сигнальные выходы которого соединены с первым и вторым электродами соответственно.

Однако в известном устройстве не осуществляется выбор оптимальных параметров стимулирующих импульсов с учетом индивидуальных особенностей пациента, что не обеспечивает должную вариативность сигнала воздействия. В известном устройстве форма импульса меняется в процессе воздействия в зависимости от величины кожного импеданса, что характерно для всех устройств данного класса. В известном устройстве нет возможности реализовать правило аккомодации, а также осуществлять подбор такой энергии и варьировать параметрами стимулирующих импульсов, которые наилучшим образом бы соответствовали требованиям кривой "сила - длительность", индивидуальной для каждого организма и меняющейся в зависимости от стадии заболевания. Отсутствие этой возможности может повлечь за собой при стимуляции появление воспалительных процессов (например, из-за большой энергии воздействия), неприятных ощущений,

неприятя самой методики лечения пациентом и прочие нежелательные побочные эффекты.

Признаками аналога, совпадающими с признаками заявляемого технического решения, являются генератор прямоугольных импульсов, усилитель мощности и два электрода.

Причины, препятствующие достижению требуемого технического результата, состоят в особенностях структурной реализации известного устройства, которые не представляют врачу возможность оптимального подбора параметров стимулирующих импульсов, что в результате может повлечь за собой нежелательные побочные эффекты.

Задача, на решение которой направлено предлагаемое изобретение, заключается в повышении терапевтического эффекта от применения электростимулятора и предоставлении врачу дополнительных возможностей подбора оптимальных стимулирующих воздействий с учетом индивидуальных особенностей пациента.

Технический результат от применения предлагаемого изобретения заключается в расширении функциональных возможностей электростимулятора за счет индивидуального подбора врачом параметров стимулирующих импульсов, что обеспечивает улучшение терапевтического эффекта.

Для достижения технического результата в электростимулятор, содержащий генератор прямоугольных импульсов, усилитель мощности и два электрода, дополнительно введены первый и второй генераторы пилообразного напряжения, узел задания энергии, генератор трапецеидальных сигналов, индикатор и узел управления формой сигнала, причем первый установочный вход электростимулятора соединен с установочным входом генератора прямоугольных импульсов, управляющий вход которого соединен с первым управляющим входом электростимулятора, сигнальный вход генератора прямоугольных импульсов соединен с сигнальным выходом первого генератора пилообразного напряжения, а выход - с тактовыми входами узла задания энергии и генератора трапецеидальных сигналов, второй управляющий вход электростимулятора соединен с управляющим входом узла задания энергии и с первым управляющим входом генератора трапецеидальных сигналов, третий управляющий вход электростимулятора соединен с вторым управляющим входом генератора трапецеидальных сигналов, второй установочный вход электростимулятора соединен с установочным входом узла задания энергии, сигнальный вход которого соединен с сигнальным выходом генератора трапецеидальных сигналов, а сигнальный выход узла задания энергии соединен с сигнальным входом усилителя мощности, первый и второй сигнальные выходы которого соединены соответственно с первым и вторым сигнальными входами узла управления формой сигналов, а третий сигнальный выход - с сигнальным входом индикатора, третий и четвертый установочные входы электростимулятора соединены соответственно с первым и

вторым установочными входами узла управления формой сигналов, четвертый управляющий вход электростимулятора соединен с управляющим входом узла управления формой сигналов, третий сигнальный вход которого соединен с сигнальным выходом второго генератора пилообразного напряжения, а первый и второй сигнальные выходы узла управления формой сигналов соединены соответственно с первым и вторым электродами.

В генераторе прямоугольных импульсов установочный вход определяет положение регулятора переменного сопротивления, управляющий вход определяет положение ключа, первый вход оптрона соединен с шиной питания, второй вход оптрона соединен с сигнальным входом генератора прямоугольных импульсов, первый выход оптрона соединен с нормально разомкнутой клеммой ключа, а второй выход - с выходом первого элемента НЕ, входом второго элемента НЕ; через переменное сопротивление с нормально замкнутой клеммой ключа; а через резистор - с общей клеммой ключа, входом первого элемента НЕ и через конденсатор с выходом второго элемента НЕ и выходом генератора прямоугольных импульсов.

В первом и втором генераторе пилообразного напряжения сигнальный выход соединен с коллектором транзистора, эмиттер которого соединен через первый резистор с земляной шиной, выход первого элемента НЕ соединен со входом второго элемента НЕ, через второй резистор соединен со входом первого элемента НЕ и через первый конденсатор с выходом второго элемента НЕ и первым выводом третьего резистора, второй вывод которого соединен с базой транзистора и через второй конденсатор с земляной шиной.

В узле задания энергии установочный вход определяет положение регулятора переменного сопротивления, управляющий вход определяет положение ключа, общая клемма которого соединена с шиной питания и первым входом оптрона, второй вход которого соединен с сигнальным входом узла задания энергии, первый выход оптрона соединен с нормально разомкнутой клеммой ключа, тактовый вход узла задания энергии соединен с входом запуска одновибратора, первый времязадающий вход которого соединен через конденсатор с вторым времязадающим входом одновибратора, вторым выходом оптрона и через переменное сопротивление с нормально замкнутой клеммой ключа, выход одновибратора соединен с сигнальным выходом узла задания энергии.

В генераторе трапецеидальных сигналов первый управляющий вход определяет положение ключа, а второй управляющий вход определяет положение переключателя, тактовый вход генератора трапецеидальных сигналов соединен со счетным входом двоичного счетчика, разрядные выходы которого соединены с разрядными входами дешифратора, разрядные выходы которого, за исключением последнего, соединены с соответствующими клеммами переключателя, а последний разрядный выход дешифратора соединен с первым входом установки в ноль триггера, вход установки в единицу которого

соединен с общей клеммой переключателя, второй вход установки в ноль триггера соединен через первый резистор с земляной шиной и через ключ - с шиной питания, единичный выход триггера соединен через второй резистор с базой транзистора и через конденсатор с земляной шиной, эмиттер транзистора соединен через третий резистор с земляной шиной, а коллектор - с сигнальным выходом генератора трапецеидальных сигналов.

В усилителе мощности сигнальный вход усилителя мощности через элемент НЕ и резистор соединен с базой транзистора, шина питания соединена с первым сигнальным выходом усилителя мощности и с началом первичной обмотки импульсного трансформатора, конец которой соединен с концом вторичной обмотки трансформатора и через диод с коллектором транзистора, начало вторичной обмотки импульсного трансформатора соединено с вторым сигнальным выходом усилителя мощности, третий сигнальный выход которого соединен с эмиттером транзистора.

В узле управления формой сигналов первый установочный вход определяет положение регулятора переменного сопротивления, а второй установочный вход определяет положение регулятора переменного конденсатора, управляющий вход определяет положение ключа, первый сигнальный вход узла управления формой сигнала соединен с первым сигнальным выходом узла управления формой сигналов и через переменный конденсатор с общей клеммой ключа, второй сигнальный вход узла управления формой сигналов соединен с вторым сигнальным выходом узла управления формой сигналов, первым выходом оптрона и первым выводом переменного сопротивления, второй вывод которого соединен с нормально замкнутой клеммой ключа, нормально разомкнутая клемма которого соединена с вторым выходом оптрона, первый вход оптрона соединен с шиной питания, а второй вход оптрона соединен с третьим сигнальным входом узла управления формой сигнала.

Наличие причинно-следственной связи между техническим результатом и признаками заявляемого изобретения доказывается следующими логическими посылками.

Эффективность лечения функциональных расстройств в широком спектре патологий посредством применения терапевтического воздействия сигналами электрического происхождения доказана в физиотерапии (электролечении). Известна кривая неврологии (см. книгу М. Бреже. Электрическая активность нервной системы. - М. : Мир, 1979, с. 30), показывающая порог "чувствительности" нервных волокон в зависимости от силы и длительности воздействия. При наличии патологий эта кривая сдвигается (фиг. 12).

Если воздействовать стимулами с параметрами меньше пороговых значений (импульс "С" на фиг. 12), то не будет никакой реакции (потенциал действия отсутствует), даже если сила стимула велика.

Если подавать импульсы, превышающие пороговые значения, то независимо от их энергии (импульс "А" и "Б" на фиг. 12) отклик будет одинаков, т.к. клетка "живет"

за счет своего внутреннего метаболизма. Но импульс со значительной энергией может нанести "очень сильный удар", вызвать болевые ощущения и нежелательные реакции организма в целом. Действительно, не известно на какие "цели" эта энергия в организме будет применена.

Кроме того, известен эффект аккомодации (эффект Э. Дюбуа-Реймона), согласно которому реакция возбудимых тканей определяется не только силой воздействия, но и скоростью его изменения. Следовательно, эти показатели воздействия, фактически определяемые формой стимулирующих импульсов и их энергией, будут влиять и на вызываемый терапевтический эффект.

Отсюда следует важность выбора формы сигнала и длительности его воздействия, позволяющих учитывать индивидуальные особенности организма. Длительные по времени воздействия могут вызвать воспалительные процессы, а недостаточные не дадут эффекта. Следовательно, наиболее эффективным с точки зрения терапевтического воздействия будет такое, которое осуществляется за счет подбора предельно коротких импульсов и в то же время обладающих нужной энергией, способной вызвать отклик клетки.

Невозможность учета многообразия индивидуальных особенностей пациентов оставляет единственно возможным путь - индивидуальный подбор параметров стимулирующих импульсов при одновременном наблюдении врачом за пациентом с целью выявления реакции организма (покраснение либо побеление кожного покрова, анальгетический эффект, болевые ощущения и т.д.). Критерии подбора могут быть только физиологического характера при наблюдении за больным.

Однако, что такое индивидуальный подбор и как его можно эффективно осуществить? Если нет адекватной математической модели, которая бы определила для данного организма при данной патологии конкретные значения дозы воздействия (а ее нет и быть не может), то остается единственный путь - эмпирический подбор параметров стимулирующих импульсов. Необходимо представить врачу возможность самого широкого варьирования параметрами стимулирующих импульсов.

Изменять параметры стимулирующих импульсов можно следующим образом.

Во-первых, можно управлять энергией стимулирующих импульсов.

Во-вторых, можно управлять частотой следования стимулирующих импульсов.

В третьих, можно управлять амплитудой стимулирующих импульсов.

В четвертых, управлять частотой следования пачек стимулирующих импульсов.

Подобные виды "модуляции" позволят в результате эмпирическим путем найти те параметры воздействия, которые окажут наилучший терапевтический эффект при лечении больного.

Учитывая вышесказанное, можно сделать вывод, что предлагаемое техническое решение предоставляет врачу возможность поиска тех параметров воздействия, при которых терапевтический эффект будет наилучшим.

Это достигается за счет реализации в предлагаемом техническом решении электростимулятора дополнительных функциональных возможностей, позволяющих в широких диапазонах варьировать параметры сигналов выходного каскада электростимулятора.

На фиг. 1 приведена структурная схема электростимулятора; на фиг. 2 - функциональная схема генератора прямоугольных импульсов 2; на фиг. 3 - то же, первого и идентичного первому по реализации второго генератора пилообразного напряжения 4; на фиг. 4 то же, узла задания энергии 5; на фиг. 5 то же, генератора трапецеидальных сигналов 6; на фиг. 6 то же, усилителя мощности 10 и функциональная схема индикатора 12; на фиг. 7 - то же, узла управления формой сигналов 11; на фиг. 8 - временные диаграммы, поясняющие изменение сигнала на сигнальных выходах узла управления формой сигналов 11; на фиг. 9 - то же, поясняющие изменение сигналов на выходе 28 генератора прямоугольных импульсов 2 и на выходе 43 узла задания энергии 5; на фиг. 10 - то же, поясняющие изменение формы стимулирующих импульсов под действием регулировки по третьему установочному входу 13 электростимулятора; на фиг. 11 - то же, поясняющие изменение формы стимулирующих импульсов под действием регулировки по четвертому установочному входу 14 электростимулятора; на фиг. 12 - график, отображающий пороговые значения стимулирующих импульсов; на фиг. 13 - временные диаграммы, поясняющие изменение формы сигналов на выходах генератора трапецеидальных сигналов 6 и узла задания энергии 5; на фиг. 14 - то же, поясняющие изменение формы сигналов на выходах первого генератора пилообразного напряжения 4 и генератора прямоугольных импульсов 2.

Структурная схема электростимулятора (фиг. 1) содержит 1 - первый установочный вход; 2 - генератор прямоугольных импульсов; 3 - первый управляющий вход; 4 - первый генератор пилообразного напряжения; 5 - узел задания энергии; 6 - генератор трапецеидальных сигналов; 7, 8 - второй и третий управляющие входы соответственно; 9 - второй установочный вход; 10 - усилитель мощности; 11 - узел управления формой сигнала; 12 - индикатор; 13, 14 - третий и четвертый установочный входы соответственно; 15 - четвертый управляющий вход; 16 - второй генератор пилообразного напряжения; 17, 18 - первый и второй электроды.

Функциональная схема генератора прямоугольных импульсов 2 (фиг. 2) содержит 1 - установочный вход; 3 - управляющий вход; 19 - переменное сопротивление; 20 - ключ; 21 - оптрон; 22 - шина питания; 23 - сигнальный вход; 24 - первый элемент НЕ; 25 - второй элемент НЕ; 26 - резистор; 27 - конденсатор; 28 - сигнальный выход.

Функциональная схема первого 4 и второго 16 генераторов пилообразного напряжения (фиг. 3) содержит 23 - сигнальный выход; 29 - транзистор; 30 - первый резистор; 31, 32 первый и второй элементы НЕ соответственно; 33 - второй резистор; 34 - первый конденсатор; 35 - третий резистор;

36 - второй конденсатор.

Функциональная схема узла задания энергии 5 (фиг. 4) содержит 7 - управляющий вход; 9 - установочный вход; 22 - шину питания; 28 - тактовый вход; 37 - переменное сопротивление; 38 - ключ; 39 - оптрон; 40 - сигнальный вход; 41 - одновибратор; 42 - конденсатор; 43 - сигнальный выход.

Функциональная схема генератора трапецеидальных сигналов 6 (фиг. 5) содержит 7, 8 - первый и второй управляющие входы соответственно; 28 - тактовый вход; 22 - шину питания; 40 - сигнальный выход; 44 - ключ; 45 - переключатель; 46 - двоичный счетчик; 47 - дешифратор; 48 - триггер; 49, 50 - первый и второй резисторы соответственно; 51 - транзистор; 52 - конденсатор; 53 - третий резистор.

Функциональная схема усилителя мощности 10 (фиг. 6) содержит 22 - шину питания; 43 - сигнальный вход; 54 - элемент НЕ; 55 - резистор; 56 - транзистор; 57 - первый сигнальный выход; 58 - импульсный трансформатор; 59 - диод; 60 - второй сигнальный выход; 61 - третий сигнальный выход.

Функциональная схема индикатора 12 (фиг. 6) содержит 61 - сигнальный вход; 62 - светодиод.

Функциональная схема узла управления формой сигналов 11 (фиг. 7) содержит 13 - первый установочный вход; 14 - второй установочный вход; 15 - второй управляющий вход; 22 - шину питания; 57 - первый сигнальный вход; 60 - второй сигнальный вход; 63 - переменное сопротивление; 64 - переменный конденсатор; 65 - ключ; 66, 67 - первый и второй сигнальные выходы соответственно; 68 - оптрон; 69 - третий сигнальный вход узла управления формой сигналов 11.

Элементы электростимулятора взаимосвязаны следующим образом.

Первый установочный вход 1 электростимулятора (фиг. 1) соединен с установочным входом генератора прямоугольных импульсов 2, управляющий вход которого соединен с первым управляющим входом 3 электростимулятора, сигнальный вход генератора прямоугольных импульсов 2 соединен с сигнальным выходом первого генератора пилообразного напряжения 4, а выход - с тактовыми входами узла задания энергии 5 и генератора трапецеидальных сигналов 6, второй управляющий вход 7 электростимулятора соединен с управляющим входом узла задания энергии 5 и с первым управляющим входом генератора трапецеидальных сигналов 6, третий управляющий вход 8 электростимулятора соединен со вторым управляющим входом генератора трапецеидальных сигналов 6, второй установочный вход 9 электростимулятора соединен с установочным входом узла задания энергии 5, сигнальный вход которого соединен с сигнальным выходом генератора трапецеидальных сигналов 6, а сигнальный выход узла задания энергии 5 соединен с сигнальным входом усилителя мощности 10, первый и второй сигнальные выходы которого соединены соответственно с первым и вторым сигнальным входами узла управления формой сигналов 11, а третий сигнальный выход - с входом индикатора 12, третий 13 и

четвертый 14 установочные входы электростимулятора соединены соответственно с первым и вторым установочными входами узла управления формой сигналов 11, четвертый управляющий вход 15 электростимулятора соединен с управляющим входом узла управления формой сигналов 11, третий сигнальный вход которого соединен с сигнальным выходом второго генератора пилообразного напряжения 16, а первый и второй сигнальные выходы узла управления формой сигналов 11 соединены соответственно с первым 17 и вторым 18 электродами.

В генераторе прямоугольных импульсов 2 (фиг. 2) установочный вход 1 определяет положение регулятора переменного сопротивления 19, управляющий вход 3 определяет положение ключа 20, первый вход оптрона 21 соединен с шиной питания 22, второй вход оптрона 21 соединен с сигнальным входом 23 генератора прямоугольных импульсов 2, первый выход оптрона 21 соединен с нормально разомкнутой клеммой ключа 20, а второй выход - с выходом первого элемента НЕ 24, входом второго элемента НЕ 25; через переменное сопротивление 19 с нормально замкнутой клеммой ключа 20; через резистор 26 с общей клеммой ключа 20, входом первого элемента НЕ 24 и через конденсатор 27 с выходом второго элемента НЕ 25 и выходом 28 генератора прямоугольных импульсов 2.

В первом 4 и втором 16 генераторах пилообразного напряжения 4 (фиг. 3) сигнальный выход 23 соединен с коллектором транзистора 29, эмиттер которого соединен через первый резистор 30 с земляной шиной, выход первого элемента НЕ 31 соединен с входом второго элемента НЕ 32, через второй резистор 33 соединен со входом первого элемента НЕ 31 и через первый конденсатор 34 с выходом второго элемента НЕ 32 и первым выводом третьего резистора 35, второй вывод которого соединен с базой транзистора 29 и через второй конденсатор 36 с земляной шиной.

В узле задания энергии 5 (фиг. 4) установочный вход 9 определяет положение регулятора переменного сопротивления 37, управляющий вход 7 определяет положение ключа 38, общая клемма которого соединена с шиной питания 22 и первым входом оптрона 39, второй вход которого соединен с сигнальным входом 40 узла задания энергии 5, первый выход оптрона 39 соединен с нормально разомкнутой клеммой ключа 38, тактовый вход 28 узла задания энергии 5 соединен с входом запуска однобистабильного элемента 41, первый времязадающий вход которого соединен через конденсатор 42 с вторым времязадающим входом однобистабильного элемента 41, вторым выходом оптрона 39 и через переменное сопротивление 37 с нормально замкнутой клеммой ключа 38, выход однобистабильного элемента 41 соединен с сигнальным выходом 43 узла задания энергии 5.

В генераторе трапециевидальных сигналов 6 (фиг. 5) первый управляющий вход 7 определяет положение ключа 44, а второй управляющий вход 8 определяет положение переключателя 45, тактовый вход 28 генератора трапециевидальных сигналов 6 соединен со счетным входом двоичного

счетчика 46, разрядные выходы которого соединены с разрядными входами дешифратора 47, разрядные выходы которого, за исключением последнего, соединены с соответствующими клеммами переключателя 45, а последний разрядный выход дешифратора 47 соединен с первым входом установки в ноль триггера 48, вход установки в единицу которого соединен с общей клеммой переключателя 45, второй вход установки в ноль триггера 48 соединен через первый резистор 49 с земляной шиной и через ключ 44 с шиной питания 22, единичный выход триггера 48 соединен через второй резистор 50 с базой транзистора 51 и через конденсатор 52 с земляной шиной, эмиттер транзистора 51 соединен через третий резистор 53 с земляной шиной, а коллектор - с сигнальным выходом 40 генератора трапециевидальных сигналов 6.

В усилителе мощности 10 (фиг. 6) сигнальный вход 43 через элемент НЕ 54 и резистор 55 соединен с базой транзистора 56, шина питания 22 соединена с первым сигнальным выходом 57 усилителя мощности 10 и с началом первичной обмотки импульсного трансформатора 58, конец которой соединен с концом вторичной обмотки трансформатора 58 и через диод 59 - с коллектором транзистора 56, начало вторичной обмотки импульсного трансформатора 58 соединено с вторым сигнальным выходом 60 усилителя мощности 10, третий сигнальный выход 61 которого соединен с эмиттером транзистора 56.

В индикаторе 12 (фиг. 6) сигнальный вход 61 через светодиод 62 соединен с земляной шиной.

В узле управления формой сигналов 11 (фиг. 7) первый установочный вход 13 определяет положение регулятора переменного сопротивления 63, а второй установочный вход 14 определяет положение регулятора переменного конденсатора 64, управляющий вход 15 определяет положение ключа 65, первый сигнальный вход 57 узла управления формой сигнала 11 соединен с первым сигнальным выходом 66 узла управления формой сигналов 11 и через переменный конденсатор 64 с общей клеммой ключа 65, второй сигнальный вход 60 узла управления формой сигналов 11 соединен с вторым сигнальным выходом 67 узла управления формой сигналов 11, первым выходом оптрона 68 и первым выводом переменного сопротивления 63, второй вывод которого соединен с нормально замкнутой клеммой ключа 65, нормально разомкнутая клемма которого соединена со вторым выходом оптрона 68, первый вход оптрона 68 соединен с шиной питания 22, а второй вход оптрона 68 соединен с третьим сигнальным входом 69 узла управления формой сигнала 11.

Электростимулятор работает следующим образом.

Вначале рассмотрим назначение и настройку работы электростимулятора.

Электростимулятор является источником электрического стимулирующего воздействия на органы человеческого организма, которое через пару электродов передается на выбранную зону на коже пациента посредством приложения к точкам зоны этой пары электродов 17, 18. Выбор точек

приложения электродов осуществляется лечащим врачом.

Уровень воздействия стимулирующих импульсов для каждого пациента соответствует субъективным особенностям его организма.

В электростимуляторе реализованы возможности широкой вариативности сигналов стимулирующего воздействия.

По первому установочному входу 1 (фиг. 1) электростимулятора осуществляется "плавающая" установка частоты воздействующих импульсов в генераторе прямоугольных импульсов 2.

По второму установочному входу 9 электростимулятора определяется уровень энергии воздействующих импульсов в узле задания энергии 5.

По третьему 13 и четвертому 14 установочным входам электростимулятора происходит плавная регулировка параметров стимулирующих импульсов в узле управления формой сигналов 11, что позволяет выбрать режим безболезненного (комфортного для пациента) воздействия стимулирующими импульсами на выбранную зону кожи пациента. При этом уровень воздействия стимулирующими импульсами доводится лечащим врачом до индивидуального порога чувствительности, при котором пациент испытывает субъективные ощущения электрического покалывания в точках приложения электродов. Врачу предоставляется возможность оптимального выбора индивидуального дозировочного воздействия.

По первому управляющему входу 3 электростимулятора задается включение и выключение режима частотной модуляции стимулирующих импульсов. При включении режима частота следования сигналов генератора прямоугольных импульсов 2 будет меняться по закону, задаваемому генератором пилообразного напряжения 4, форма сигнала управления экспоненциальная, близкая к линейной (фиг. 14). Это позволит варьировать частоту следования стимулирующих импульсов, что при лечении больного в свою очередь позволит найти частоту стимулирующих импульсов, оказывающую наилучший терапевтический эффект.

По второму управляющему входу 7 электростимулятора осуществляется включение и выключение амплитудно-временной модуляции стимулирующих сигналов в генераторе трапецеидального напряжения 6 и в узле задания энергии 5.

По третьему управляющему входу 8 электростимулятора осуществляется задание параметров временной модуляции стимулирующими импульсами в генераторе трапецеидальных сигналов 6. Более подробно особенности работы электростимулятора в этом режиме будут рассмотрены ниже.

По четвертому управляющему входу 15 электростимулятора осуществляется переключение последнего в режим автоматического варьирования стимулирующих сигналов по частоте и по форме одновременно.

Рассмотрим работу электростимулятора по блокам.

Генератор прямоугольных импульсов 2 (фиг. 2) генерирует последовательность прямоугольных импульсов (фиг. 9) с переменными частотами, которые могут быть определены либо величиной переменного сопротивления 19, либо величиной сопротивления цепи оптрона 21, в зависимости от заданного по первому управляющему входу 3 режима работы.

Пусть ключ 20 находится в замкнутом состоянии, т.е. частота генерирования импульсов определяется величиной переменного сопротивления 19. Величину переменного сопротивления 19 можно плавно задавать настройкой по первому установочному входу 1 электростимулятора (установочному входу 1 генератора прямоугольных импульсов 2). Настройкой по первому установочному входу 1 меняется положение регулятора переменного сопротивления 19, что вызывает изменение параметров частотоподающей RC-цепи, состоящей из параллельно соединенных переменного сопротивления 19, резистора 26 и конденсатора 27. Импульсы на выходе генератора прямоугольных импульсов характеризуются периодом T их следования, как показано на фиг. 9.

Если ключ 20 находится в разомкнутом состоянии, т.е. включен режим частотной модуляции, то частота генерирования импульсов генератором прямоугольных импульсов 2 определяется величиной выходной цепи оптрона 21, которая зависит от величины напряжения, подаваемого на второй вход оптрона 21 от сигнального входа 23 генератора прямоугольных импульсов 2.

Напряжение, управляющее оптроном 21, формируется на выходе первого генератора пилообразного напряжения 4. В данном генераторе (фиг. 3) частота генерируемых импульсов определяется времязадающей цепью, составленной из первого конденсатора 34 и второго резистора 33. Третий резистор 35 и второй конденсатор 36 составляют интегрирующую цепь. На транзисторе 29 реализован выходной каскад. Таким образом на выходе 23 генератора пилообразного напряжения 4 формируется сигнал, форма которого соответствует напряжению "пилы" во времени (фиг. 14).

Исходя из величины напряжения, управляющего величиной нелинейного сопротивления выходной цепи оптрона 21, частота генератора прямоугольных импульсов 2 в этом режиме будет модулирована в соответствии с напряжением, подаваемым на сигнальный вход 23 от первого генератора пилообразного напряжения 4. На фиг. 14 проиллюстрирован смысл данного вида модуляции выходных сигналов генератора прямоугольных импульсов 2.

Генератор прямоугольных импульсов 2 фактически определяет тактовую частоту работы электростимулятора.

Импульсы с выхода 28 генератора прямоугольных импульсов 2 подаются на тактовые входы 28 узла задания энергии 5 и генератора трапецеидальных сигналов 6 (фиг. 1).

При отсутствии сигнала по второму управляющему входу 7 электростимулятора, т.е. при выключенном режиме амплитудно-временной модуляции стимулирующих сигналов в узле задания

энергии 5 ключ 38 будет замкнут (фиг. 4). Тогда, длительность импульсов на сигнальном выходе 43 узла задания энергии 5 задается настройкой по установочному входу 9 (фиг. 4) (второму установочному входу 9 электростимулятора). Данной настройкой определяется положение регулятора переменного сопротивления 37, что вызовет изменение параметров времязадающей цепи, состоящей из переменного сопротивления 37 и конденсатора 42. Это изменяет длительность импульса τ на выходе 43 одновибратора 41 (фиг. 9). В зависимости от величины τ определяется мощность стимулирующих импульсов, так что энергия на выходе электростимулятора прямо пропорциональна длительности импульсов, подаваемых на сигнальный вход 43 усилителя мощности 10 (фиг. 6).

При наличии сигнала по второму управляющему входу 7 ключ 38 в узле задания энергии 5 будет разомкнут и тогда длительность импульсов на выходе одновибратора 41 будет определяться сопротивлением выходной цепи оптрона 39.

Сопротивление выходной цепи оптрона 39 определяется напряжением, подаваемым на второй вход оптрона 39 с сигнального входа 40 узла задания энергии 5. Напряжение на сигнальный вход 40 узла задания энергии 5 подается с сигнального выхода 40 генератора трапецеидальных сигналов 6. Рассмотрим его работу.

Если по второму управляющему входу 7 электростимулятора выключен режим амплитудно-временной модуляции стимулирующих сигналов, то ключ 44 (фиг. 5) в генераторе трапецеидального напряжения 6 замкнут и триггер 48 находится в нулевом состоянии. На выходе 40 генератора трапецеидальных сигналов 6 сигнала не будет.

Если по второму управляющему входу 7 электростимулятора включен режим амплитудно-временной модуляции стимулирующих сигналов, то ключ 44 в генераторе трапецеидальных сигналов 6 разомкнут.

По третьему управляющему входу 8 электростимулятора определяется скважность трапецеидальных импульсов, формируемых на выходе 40. Третий управляющий вход 8 определяет положение переключателя 45 в генераторе трапецеидальных сигналов 6. В зависимости от положения переключателя 45 будет меняться длительность импульса, снимаемого с сигнального выхода 40 генератора трапецеидальных сигналов 6. Работает генератор трапецеидальных сигналов 6 следующим образом.

На тактовый вход 28 генератора 6 подаются сигналы от генератора прямоугольных импульсов 2, которые поступают на счетный вход двоичного счетчика 46. Дешифратор 47 дешифрирует двоичные коды счетчика 46. Сигнал с выхода, определенного переключателем 45, дешифратора 47 устанавливает триггер 48 в единичное состояние. Сигналом с последнего выхода дешифратора 47 триггер 48 сбрасывается в нулевое состояние. Таким образом, на единичном выходе триггера формируется импульс, длительность которого определена положением переключателя 45.

Интегрирующей цепью, состоящей из второго резистора 50 и конденсатора 52, прямоугольный импульс триггера 48 преобразуется в трапецеидальный, вид которого показан на фиг. 14. Данный трапецеидальный импульс подается на сигнальный вход 40 узла задания энергии 5 и, как показано на фиг. 13, определяет закон амплитудно-временной модуляции стимулирующих импульсов.

В усилителе мощности 10 (фиг. 6) импульсы отрицательной полярности инвертируются элементом НЕ 54, который выполняет еще функцию предварительного усилителя, и открывают транзистор 56. Катушка импульсного трансформатора 58 запасается энергией. В паузе между импульсами транзистор 56 заперт и катушка импульсного трансформатора 58 "выбрасывает" энергию на сигнальные выходы 57 и 60. При неподсоединенных электродах 17 и 18 в катушке выходного каскада усилителя мощности 10 будут свободные колебания (отсутствие нагрузки), а при приложении электродов 17 и 18 к кожному покрову пациента колебания (фиг. 8) в выходном каскаде будут вынужденные и форма колебания зависит от состояния тканей и органов больного (вынужденные колебания).

Интенсивность свечения светодиода 62 индикатора 12 определится величиной тока, протекающего через транзистор 59 усилителя мощности 10 (фиг. 6).

В узле управления формой сигналов 11 (фиг. 7) первый установочный вход 13 определяет положение регулятора переменного сопротивления 63 и, следовательно, его сопротивление. Второй установочный вход 14 узла управления формой сигналов 11 определяет положение регулятора переменного конденсатора 64 и, следовательно, его емкость. Управляющий вход 15 узла управления формой сигналов 11 определяет положение ключа 65.

При замкнутом ключе 25 выходная цепь оптрона 68 отключена и степень демпфирования стимулирующих импульсов определяется "ручной" настройкой по третьему 13 и четвертому 14 установочным входам электростимулятора.

На фиг. 10 показано, как будет меняться форма стимулирующих импульсов в выходном каскаде при постоянном значении емкости переменного конденсатора 64 и изменениях величины переменного сопротивления 63. С уменьшением величины сопротивления падает значение частоты и возрастает величина времени затухания. На фиг. 11 показано, как будет меняться форма стимулирующих импульсов при постоянном значении переменного сопротивления 63 и различных значениях емкости переменного конденсатора 64. С уменьшением емкости повышается частота и падает добротность в выходном контуре.

При разомкнутом ключе 65 будет отключено переменное сопротивление 63 и включена выходная цепь оптрона 68 (фиг. 7). Сопротивление выходной цепи оптрона 68 будет определено напряжением, подаваемым на третий сигнальный вход 69 узла управления формой сигналов 11, которое подается с сигнального выхода второго генератора пилообразного напряжения 16

(фиг. 1). На фиг. 14 показано, как будет меняться период следования стимулирующих импульсов в зависимости от пилообразного напряжения, подаваемого на третий сигнальный вход 69 узла управления формой сигналов 11.

Работает второй генератор пилообразного напряжения 16 так же, как и первый генератор пилообразного напряжения 4, поэтому подробно его работу не будем рассматривать.

Таким образом, при наличии сигнала на четвертом управляющем входе 15 включается режим "переменного демпфирования", при котором широко варьируется спектр параметров стимулирующих импульсов (фиг. 1).

Изменение параметров переменного сопротивления 63 и переменной емкости 64 (фиг. 7) меняет начальную форму импульса (без нагрузки), а также степень влияния параметров организма человека на форму сигналов (при нагрузке).

В предлагаемом электростимуляторе лечащему врачу предоставляется широкая возможность за счет выбора различных режимов работы варьирования параметрами стимулирующих импульсов (как перед началом стимуляции, так и в ее процессе), а также задания энергии (силы) воздействия.

Технико-экономическая эффективность предлагаемого электростимулятора по отношению к известному электростимулятору (патент России N 2011386, М. кл. 5 А 61 N 1/36, БИ N 8 от 30.04.94 г) оценивается по результатам эффективности лечения заболеваний путем обеспечения лечащему врачу спектра возможностей по выбору энергии и параметров стимулирующих импульсов, отвечающих требованиям оптимального индивидуально-дозировочного воздействия для каждого пациента с обеспечением наилучшего терапевтического эффекта.

В известном устройстве осуществляется чрезмерное влияние стимулирующими импульсами на зону кожного покрова таким образом, что лечащий врач подбирает лишь энергетический уровень воздействия, а регулировка начальных амплитуд, частоты и затухания не осуществляются.

В предлагаемом устройстве дополнительно реализованы функции выбора начальных параметров амплитуды, частоты и затухания, что предоставляет лечащему врачу дополнительные услуги по подбору оптимального индивидуального дозирования воздействия стимулирующими импульсами, поиска методик стимуляции при различных заболеваниях.

Устройство может быть реализовано на элементах любых отечественных и зарубежных серий.

Формула изобретения:

1. Электростимулятор, содержащий генератор прямоугольных импульсов, усилитель мощности и два электрода, отличающийся тем, что в него дополнительно введены первый и второй генераторы пилообразного напряжения, узел задания энергии, генератор трапецеидальных сигналов, индикатор и узел управления формой сигнала, причем первый установочный вход электростимулятора соединен с установочным входом генератора прямоугольных импульсов, управляющий

вход которого соединен с первым управляющим входом электростимулятора, сигнальный вход генератора прямоугольных импульсов соединен с сигнальным выходом первого генератора пилообразного напряжения, а выход соединен с тактовыми входами узла задания энергии и генератора трапецеидальных сигналов, второй управляющий вход электростимулятора соединен с управляющим входом узла задания энергии и с первым управляющим входом генератора трапецеидальных сигналов, третий управляющий вход электростимулятора соединен со вторым управляющим входом генератора трапецеидальных сигналов, второй установочный вход электростимулятора соединен с установочным входом узла задания энергии, сигнальный вход которого соединен с сигнальным выходом генератора трапецеидальных сигналов, а сигнальный выход узла задания энергии соединен с сигнальным входом усилителя мощности, первый и второй сигнальные выходы которого соединены соответственно с первым и вторым сигнальными входами узла управления формой сигналов, а третий сигнальный выход соединен с сигнальным входом индикатора, третий и четвертый установочные входы электростимулятора соединены соответственно с первым и вторым установочными входами узла управления формой сигналов, четвертый управляющий вход электростимулятора соединен с управляющим входом узла управления формой сигналов, третий сигнальный вход которого соединен с сигнальным выходом второго генератора пилообразного напряжения, а первый и второй сигнальные выходы узла управления формой сигналов соединены соответственно с первым и вторым электродами.

2. Электростимулятор по п.1, отличающийся тем, что генератор прямоугольных импульсов содержит переменное сопротивление, первый элемент НЕ, резистор, второй элемент НЕ, конденсатор, ключ, оптрон, причем установочный вход определяет положение регулятора переменного сопротивления, управляющий вход определяет положение ключа, первый вход оптрона соединен с шиной питания, второй вход оптрона соединен с сигнальным входом генератора прямоугольных импульсов, первый выход оптрона соединен с нормально разомкнутой клеммой ключа, а второй выход соединен с выходом первого элемента НЕ, входом второго элемента НЕ, переменное сопротивление с нормально замкнутой клеммой ключа, а через резистор - с общей клеммой ключа, входом первого элемента НЕ и через конденсатор с выходом второго элемента НЕ и выходом генератора прямоугольных импульсов.

3. Электростимулятор по п.1, отличающийся тем, что первый и второй генераторы пилообразного напряжения содержат транзистор, первый, второй и третий резисторы, конденсатор и первый элемент НЕ, причем сигнальный выход соединен с коллектором транзистора, эмиттер которого соединен через первый резистор с земляной шиной, выход первого элемента НЕ соединен со входом второго элемента НЕ,

через второй резистор соединен со входом первого элемента НЕ и через первый конденсатор с выходом второго элемента НЕ и первым выводом третьего резистора, второй вывод которого соединен с базой транзистора и через второй конденсатор с земляной шиной.

4. Электростимулятор по п.1, отличающийся тем, что узел задания энергии содержит переменное сопротивление, управляющий вход определяет положение ключа, общая клемма которого соединена с шиной питания и первым входом оптрона, второй вход которого соединен с сигнальным входом узла задания энергии, первый выход оптрона соединен с нормально разомкнутой клеммой ключа, тактовый вход узла задания энергии соединен со входом запуска одновибратора, первый времязадающий вход которого соединен через конденсатор со вторым времязадающим входом одновибратора, вторым выходом оптрона и через переменное сопротивление с нормально замкнутой клеммой ключа, выход одновибратора соединен с сигнальным выходом узла задания энергии.

5. Электростимулятор по п.1, отличающийся тем, что генератор трапецеидальных сигналов содержит транзистор, первый второй и третий резисторы, конденсаторы, ключ, переключатель, двоичный счетчик, дешифратор и триггер, причем первый управляющий вход определяет положение ключа, а второй управляющий вход определяет положение переключателя, тактовый вход генератора трапецеидальных сигналов соединен со счетным входом двоичного счетчика, разрядные выходы которого соединены с разрядными входами дешифратора, разрядные выходы которого, за исключением последнего, соединены с соответствующими клеммами переключателя, а последний разрядный выход дешифратора соединен с первым входом установки в ноль триггера, вход установки в "1" которого соединен с общей клеммой переключателя, второй вход установки в "0" триггера соединен через первый резистор с земляной шиной и через ключ - с шиной питания, единичный выход триггера соединен через

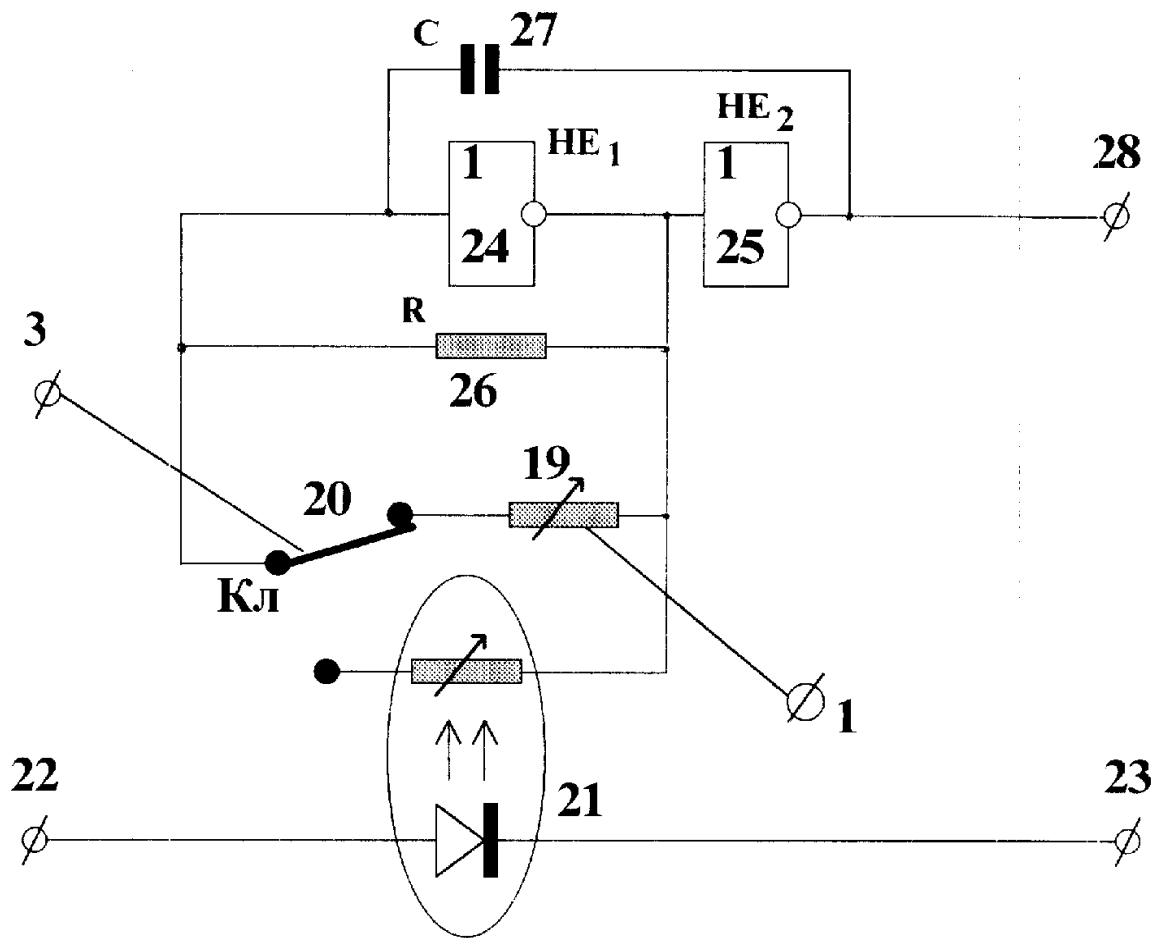
второй резистор с базой транзистора и через конденсатор с земляной шиной, эмиттер транзистора соединен через третий резистор с земляной шиной, а коллектор - с сигнальным выходом генератора трапецеидальных сигналов.

6. Электростимулятор по п.1, отличающийся тем, что усилитель мощности содержит элемент НЕ, резистор, транзистор, импульсный трансформатор, диод, причем сигнальный вход усилителя мощности через элемент НЕ и резистор соединен с базой транзистора, шина питания соединена с первым сигнальным выходом усилителя мощности и с началом первичной обмотки импульсного трансформатора, конец которой соединен с концом вторичной обмотки трансформатора и через диод с коллектором транзистора, начало вторичной обмотки импульсного трансформатора соединено со вторым сигнальным выходом усилителя мощности, третий сигнальный выход которого соединен с эмиттером транзистора.

7. Электростимулятор по п. 1, отличающийся тем, что узел управления формой сигналов содержит переменное сопротивление, переменный конденсатор и оптрон, причем первый установочный вход определяет положение регулятора переменного сопротивления, а второй установочный вход определяет положение регулятора переменного конденсатора, управляющий вход определяет положение ключа, первый сигнальный вход узла управления формой сигнала соединен с первым сигнальным выходом узла управления формой сигналов и через переменный конденсатор с общей клеммой ключа, второй сигнальный вход узла управления формой сигналов соединен со вторым сигнальным выходом узла управления формой сигналов, первым выходом оптрона и первым выводом переменного сопротивления, второй вывод которого соединен с нормально замкнутой клеммой ключа, нормально разомкнутая клемма которого соединена со вторым выходом оптрона, первый вход оптрона соединен с шиной питания, а второй вход оптрона соединен с третьим сигнальным входом узла управления формой сигнала.

2

ГЕНЕРАТОР ПРЯМОУГОЛЬНЫХ
ИМПУЛЬСОВ

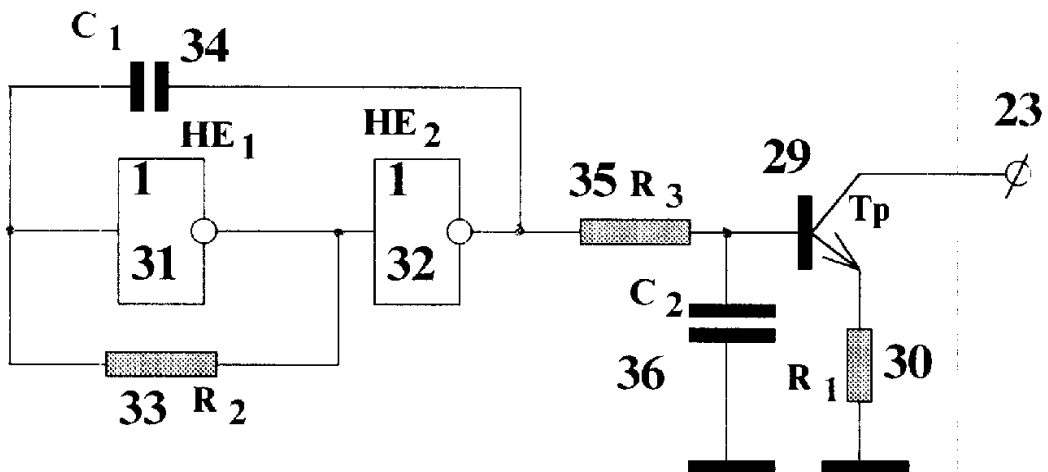


ФИГ. 2

RU 2113249 C1

RU 2113249 C1

4 ГЕНЕРАТОР ПИЛООБРАЗНОГО НАПРЯЖЕНИЯ

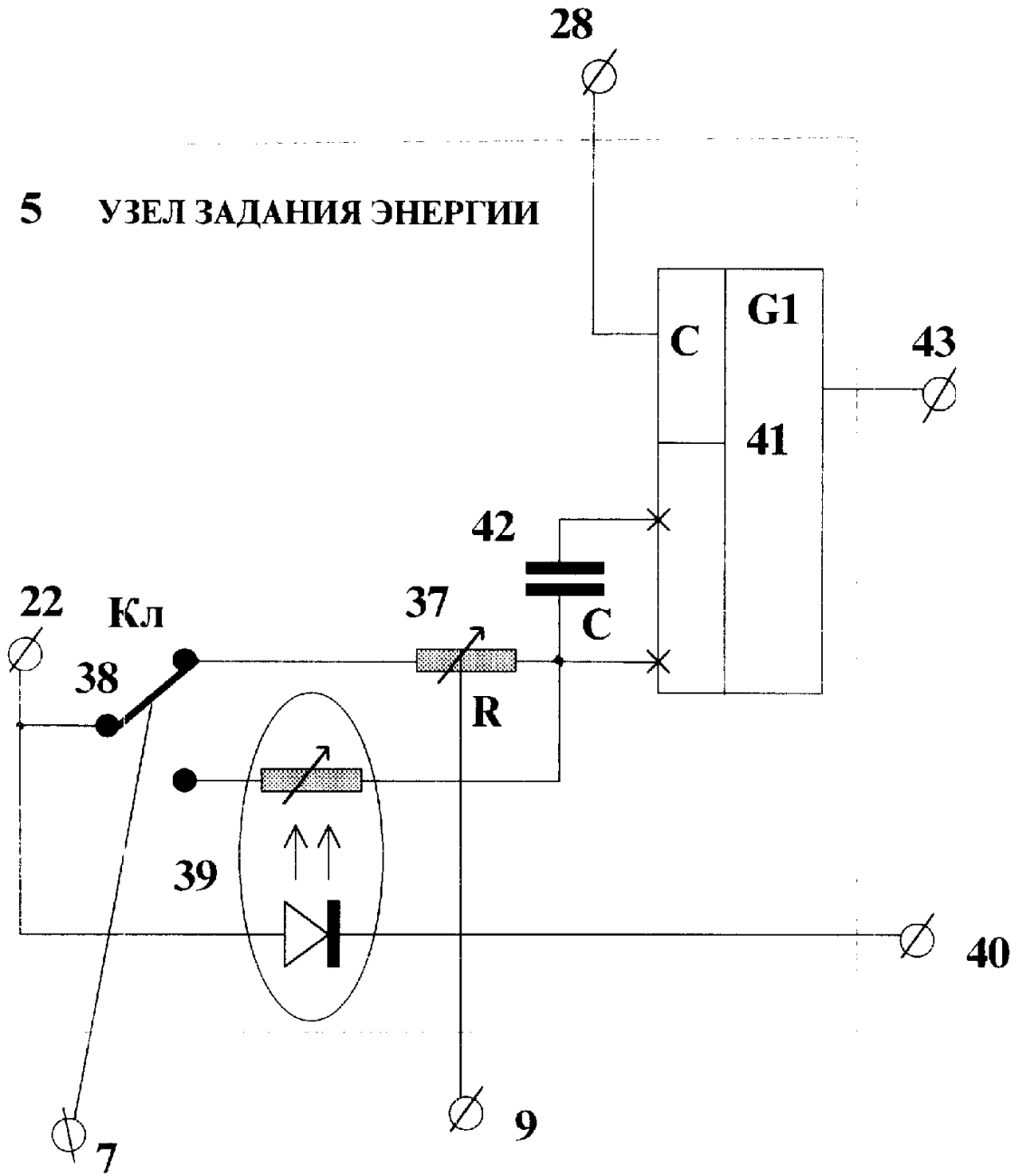


ФИГ. 3

RU 2 1 1 3 2 4 9 C 1

RU 2 1 1 3 2 4 9 C 1

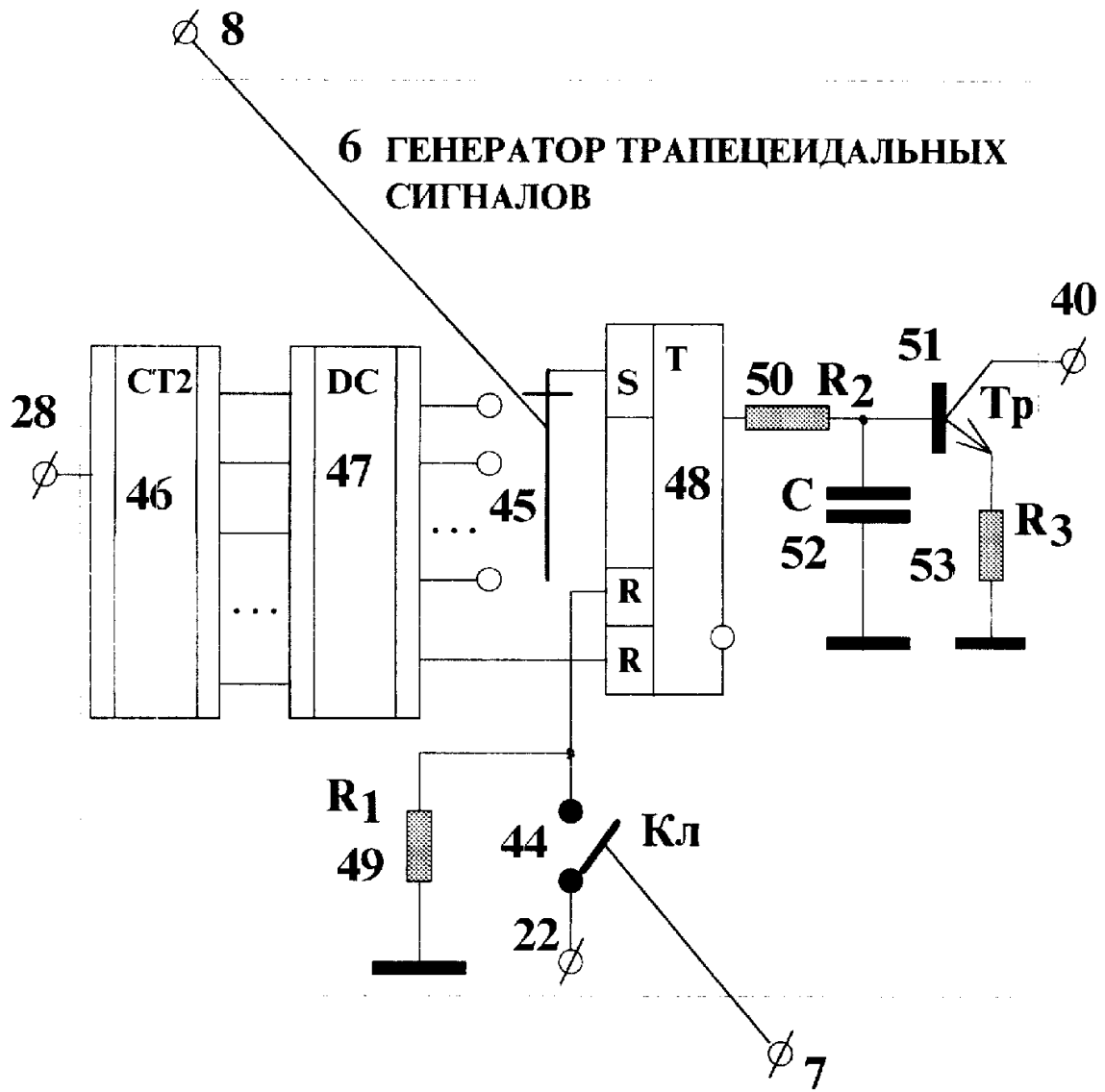
5 УЗЕЛ ЗАДАНИЯ ЭНЕРГИИ



ФИГ. 4

RU 2113249 C1

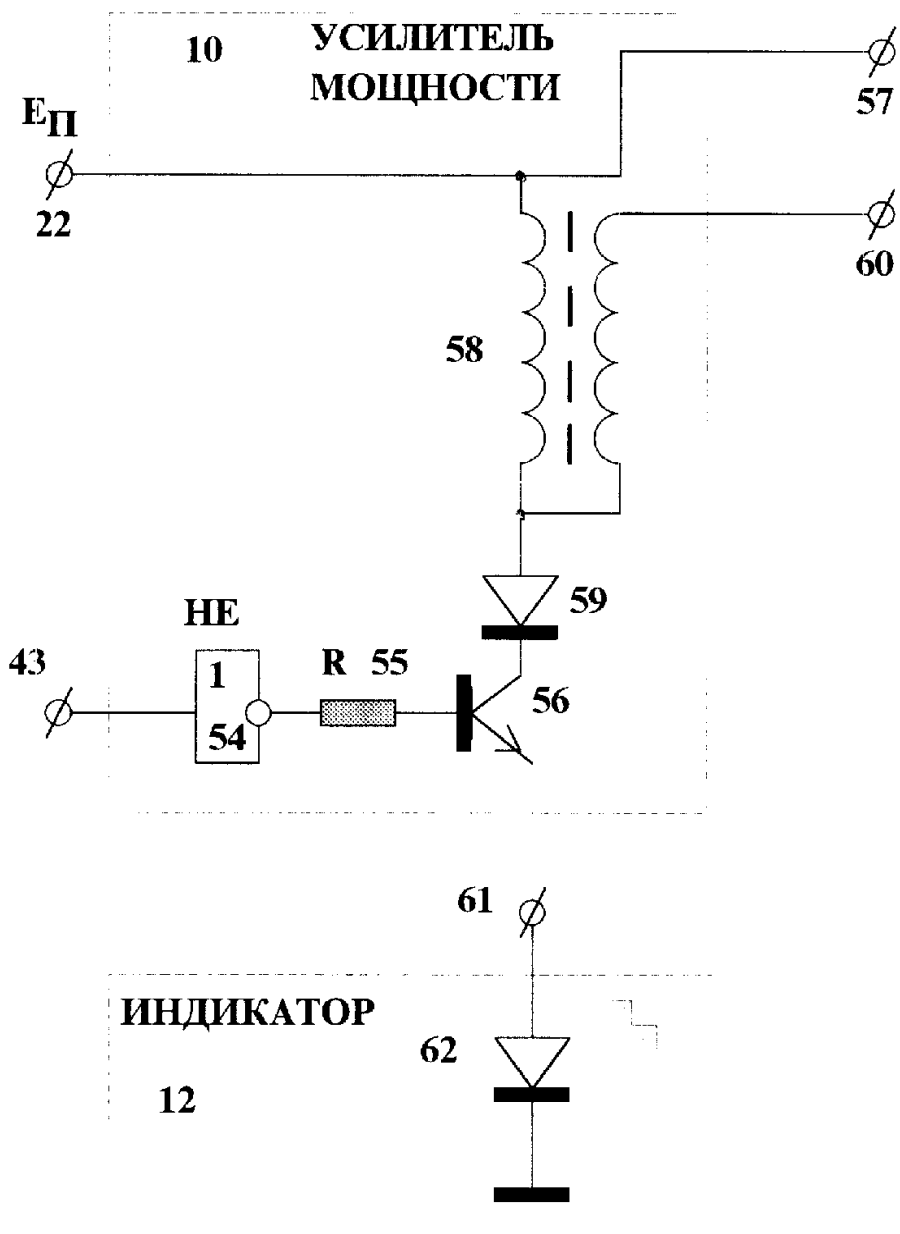
RU 2113249 C1



ФИГ. 5

RU 2113249 C1

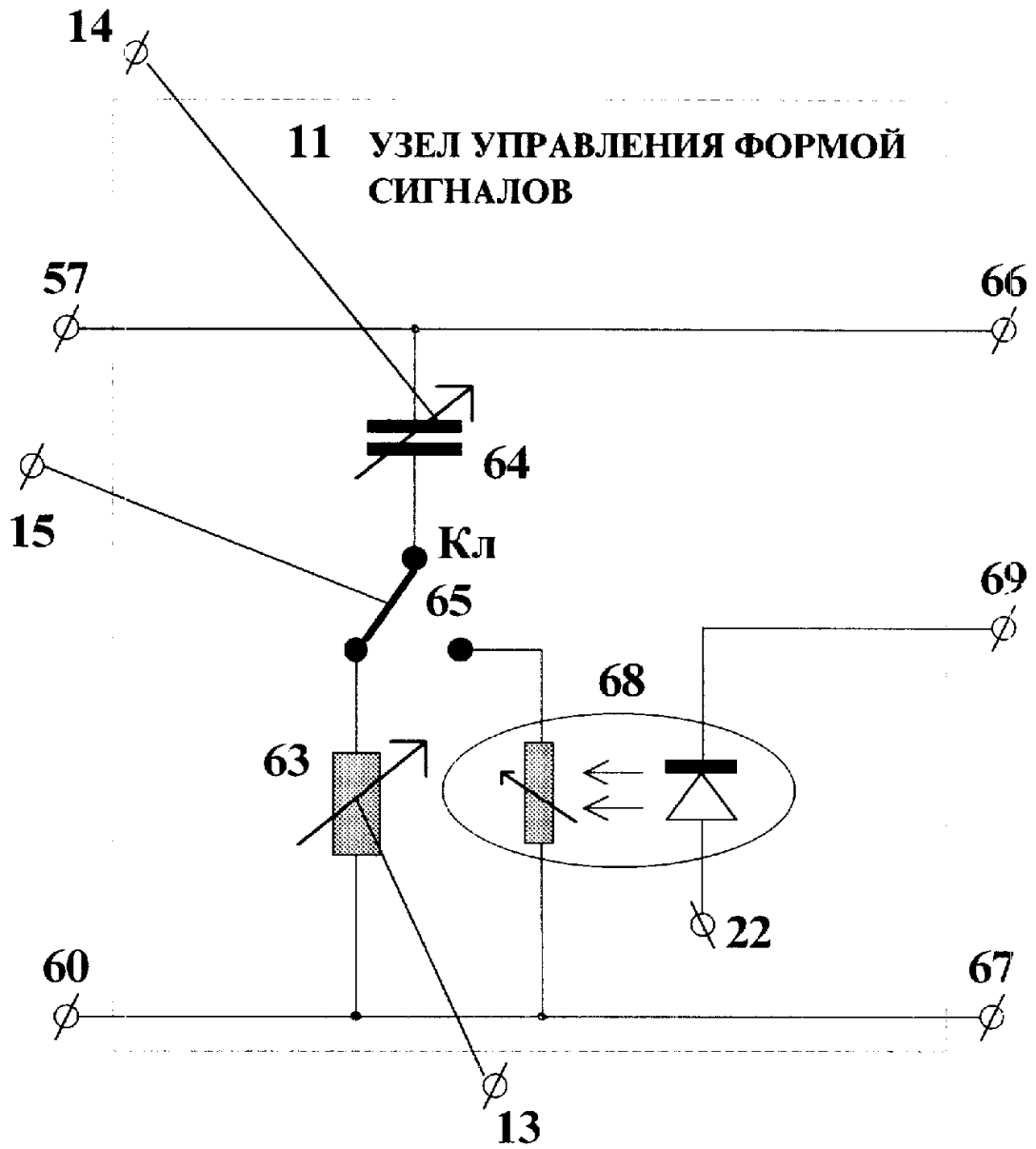
RU 2113249 C1



ФИГ. 6

RU 2113249 C1

RU 2113249 C1



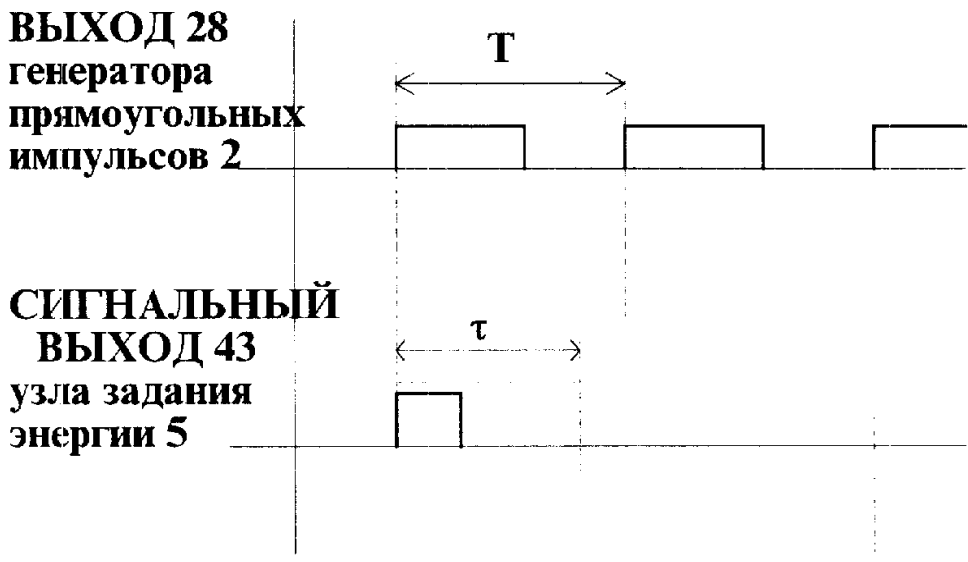
ФИГ. 7

RU 2113249 C1

RU 2113249 C1



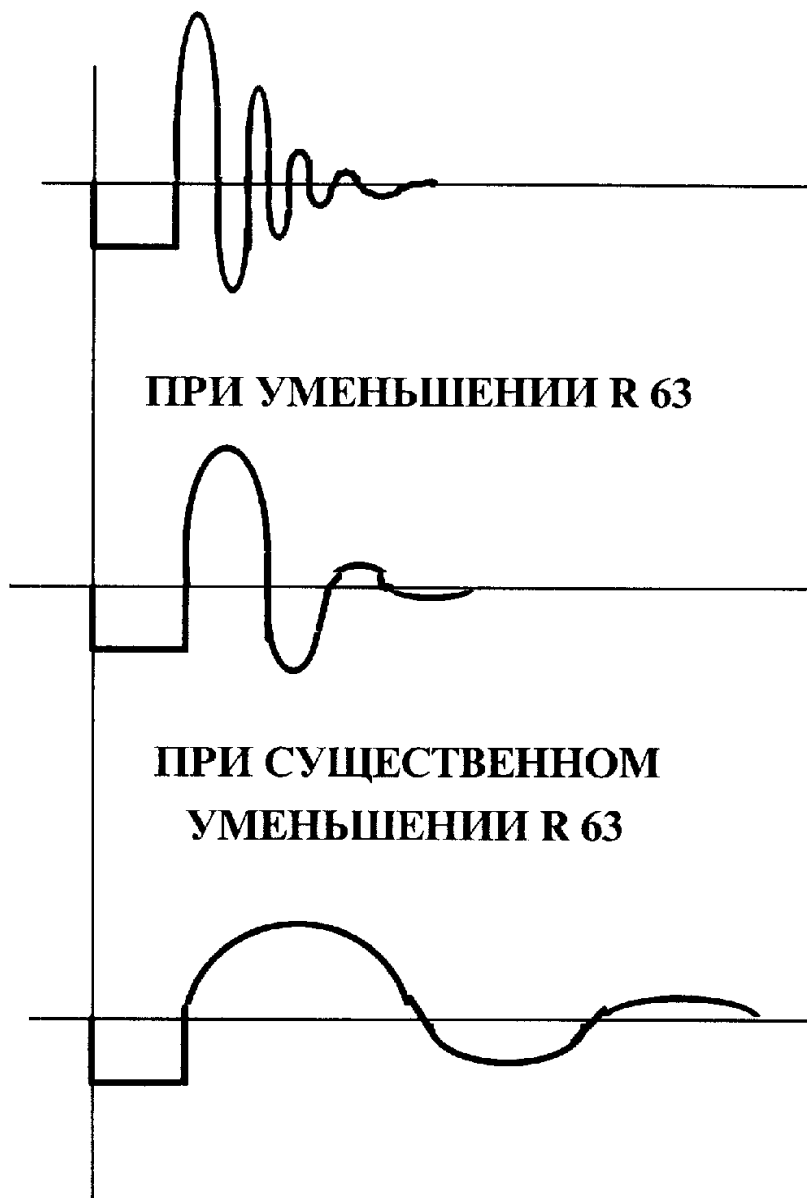
ФИГ. 8



ФИГ. 9

RU 2113249 C1

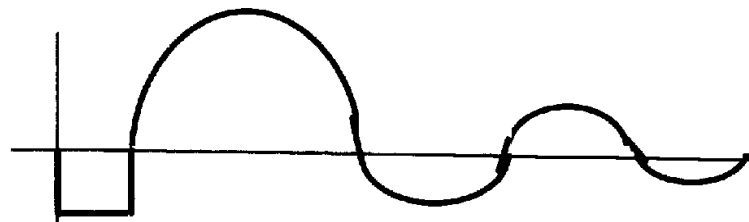
RU 2113249 C1



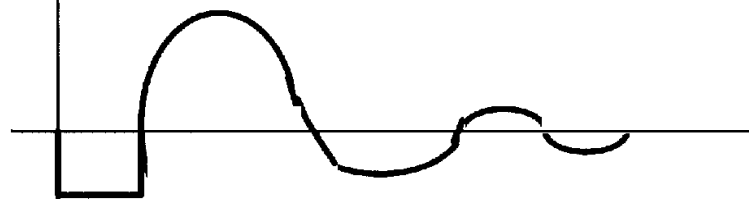
ФИГ. 10

ПРИ R 63 - CONST И

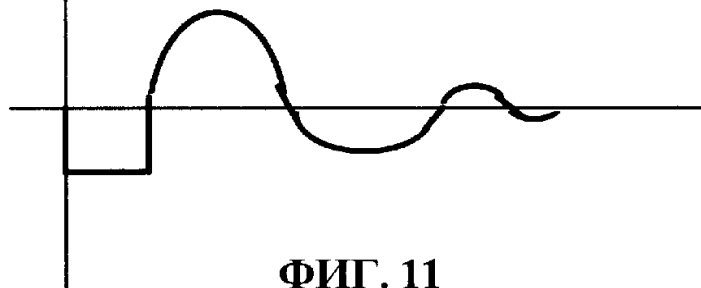
ПРИ C 64 = C1



ПРИ C 64 = C2, C1 > C2



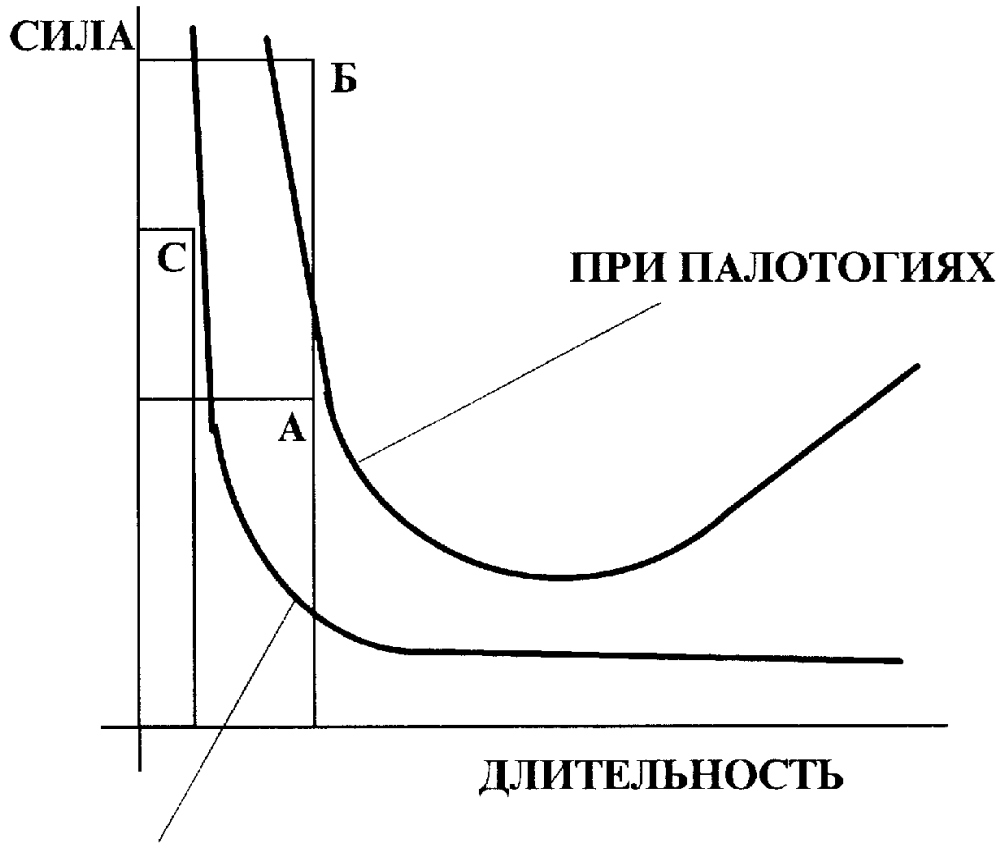
ПРИ C 64 = C3, C2 > C3



ФИГ. 11

RU 2 1 1 3 2 4 9 C 1

RU 2 1 1 3 2 4 9 C 1

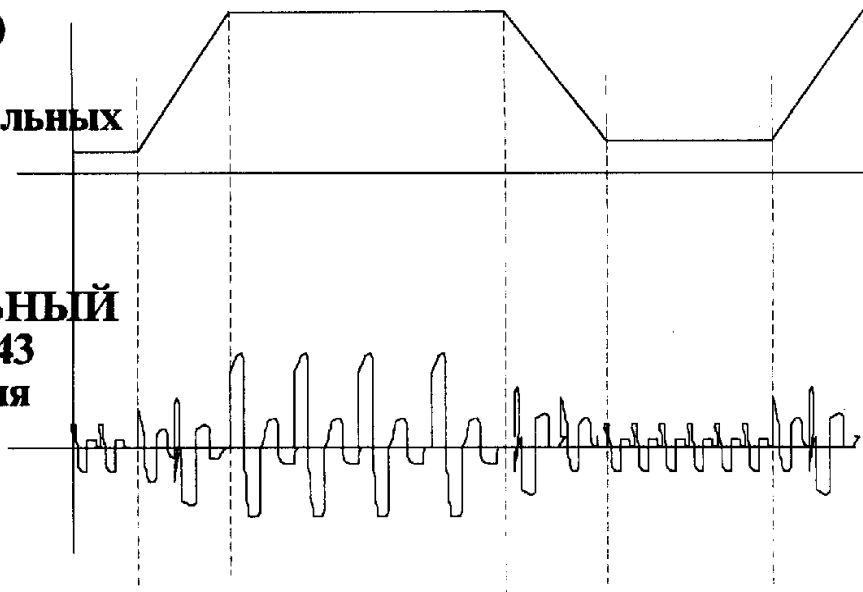


ЗДОРОВЫЙ ОРГАНИЗМ

ФИГ. 12

СИГНАЛЬНЫЙ
ВЫХОД 40
генератора
трапецидальных
сигналов 6

СИГНАЛЬНЫЙ
ВЫХОД 43
узла задания
энергии 5



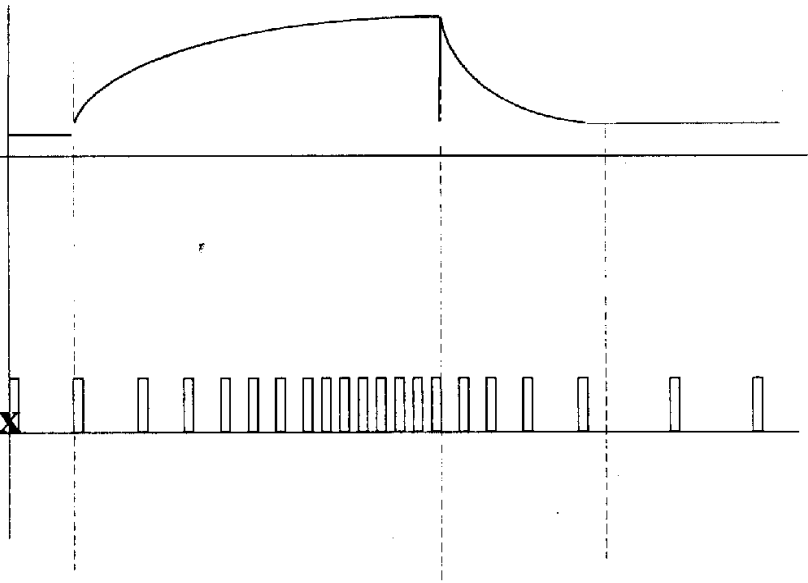
ФИГ. 13

RU 2113249 C1

RU 2113249 C1

ВЫХОД 23
генератора
пилообразного
напряжения 4

ВЫХОД 28
генератора
прямоугольных
импульсов 2



ФИГ. 14

RU 2 1 1 3 2 4 9 C 1

RU 2 1 1 3 2 4 9 C 1