



УКРАЇНА

(19) UA (11) 20089 (13) C1

(51)6 A 61 N 1/36

ДЕРЖАВНЕ
ПАТЕНТНЕ
ВІДОМСТВООПИС ДО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІД

(54) ЕЛЕКТРОСТИМУЛЯТОР

1

(21) 94012273

(22) 20.01.94

(24) 25.12.97

(46) 25.12.97. Бюл. № 6

(56) 1. Авторское свидетельство СССР
№ 914069, кл. А 61 N 1/36, 1982.2. Авторское свидетельство СССР
№ 1250308, кл. А 61 N 1/36, 1986.3. Цивьян А.Л., Аксенович И.В. Механо-
генез экспериментального сколиоза. Ново-
сибирск. Наука, 1987, с. 84.4. Skoliosefrühbehandlung durch
Elektrostimulation: e. Beltr. zur Pathogenese
u. Therapie d. Idiopath. Skoliose/Ottmar
Schmitt. - Stuttgart: Enke, 1985. (Bücherel des
Orthopäden; Bd. 45), s. 59-65.(72) Розорінов Георгій Миколайович, Ри-
бальський Олег Володимирович,(73) Національний технічний університет Ук-
раїни "Київський політехнічний інститут"

(57) Электростимулятор, содержащий гене-
ратор функций, выполненный в виде регули-
руемого генератора задающих частот с
тремя выходами и первого преобразователя
сигналов, сигнальный вход которого подсо-
единен к первому выходу регулируемого ге-
нератора задающих частот, а
синхронизирующий вход - к второму выходу
регулируемого генератора задающих част-
тот, третий выход регулируемого генерато-
ра задающих частот является первым
выходом генератора функций, а выход пер-
вого преобразователя сигналов является
вторым выходом генератора функций, уси-
лители мощности, трансформаторы, изоли-
рованные оптронные пары, диоды,
элементы совпадения, первый и второй по-
стоянные резисторы, шины питания и нуле-
вого потенциала, причем выходы первого и
второго усилителей мощности подключены
к первичной обмотке первого трансформато-
ра, выходы третьего и четвертого усилите-

2

лей мощности подключены к первичной об-
мотке второго трансформатора, выходы пя-
того и шестого усилителей мощности
подключены к первичной обмотке третьего
трансформатора, к первым концам вторич-
ных обмоток каждого из трансформаторов
подключены аноды первого, второго и
третьего диодов и катоды излучателей пер-
вой, второй и третьей оптронных пар, вто-
рые концы вторичных обмоток
трансформаторов, катоды диодов и аноды
излучателей оптронных пар являются выхо-
дами электростимулятора, анод фотоприем-
ника первой оптронной пары подключен к
шине нулевого потенциала, катод - к аноду
фотоприемника второй оптронной пары, кат-
од которого подключен к выходу первого
элемента совпадения и через первый постоян-
ный резистор к шине питания, а анод фото-
приемника третьей оптронной пары
подсоединен к шине нулевого потенциала,
а его катод - к выходу второго элемента
совпадения и через второй постоянный ре-
зистор к шине питания, отличающемся
тем, что в него дополнительно введены вто-
рой и третий преобразователи сигналов,
двухходовый элемент ИЛИ, двухходовый
переключатель, третий и четвертый постоян-
ные резисторы, первый, второй и третий
переменные резисторы, а усилители мощно-
сти выполнены в виде регулируемых усили-
телей постоянного тока, при этом третий
постоянный резистор, первый переменный
резистор, движок которого подсоединен к
шине нулевого потенциала, и четвертый по-
стоянный резистор включен последователь-
но между первыми управляющими входами
второго и третьего усилителей мощности,
синхронизирующие входы второго и третье-
го преобразователей сигналов подключены
к первому выходу генератора функций, а их
сигнальные входы подключены к второму

(19) UA (11) 20089 (13) C1

выходу генератора функций, выход второго преобразователя сигналов подсоединен к сигнальным входам первого, второго, третьего и четвертого усилителей мощности и к первому входу первого элемента совпадения, третий преобразователь сигналов выполнен с прямым и инверсным выходами, которые подключены через двухвходовый переключатель к сигнальным входам пятого и шестого усилителей мощности и к первому входу второго элемента совпадения, вторые управляющие входы второго и третьего усилителей мощности подсоединены к шине нулевого потенциала через второй переменный резистор, движок которого подключен к управляющему входу второго преобразователя сигналов, управляющий вход шесто-

го усилителя мощности подсоединен к шине нулевого потенциала через третий переменный резистор, движок которого подключен к управляющему входу третьего преобразователя сигналов, выход первого элемента совпадения подключен к блокирующему входу второго преобразователя сигналов, а выход второго элемента совпадения подключен к блокирующему входу третьего преобразователя сигналов, выходы первого и четвертого усилителей мощности подсоединены к первому и второму входам двухвходового элемента ИЛИ соответственно, выход которого подключен к второму входу первого элемента совпадения, а выход пятого усилителя мощности подключен к второму входу второго элемента совпадения.

Изобретение относится к области медицинского приборостроения, в частности, к многоканальным импульсным электростимуляторам и предназначено, например, для массового использования в физиотерапевтической практике при консервативном лечении сколиозов.

Известен электростимулятор, содержащий генератор функций, к выходу которого параллельно подключены два основных и вспомогательный блоки, состоящие из последовательно соединенных формирователя импульсов, регулятора амплитуды, усилителя мощности и трансформатора, к вторичной обмотке которого подсоединены электроды. Регулятор амплитуды каждого блока выполнен в виде последовательно соединенных постоянного и переменного резисторов, включенных между выходом формирователя импульсов и шиной нулевого потенциала, а движок переменного резистора подключен к входу усилителя мощности (4).

Недостаток электростимулятора заключается в том, что он не обеспечивает дифференцированное напряжение стимуляции на выпуклой и вогнутой сторонах позвоночника соответственно, что снижает эффективность лечения.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствования электростимулятора, которое позволяет повысить эффективность электростимуляции мышц туловища при сколиозах.

Поставленная задача решается тем, что в электростимулятор, содержащий генератор функций, выполненный в виде регулиру-

емого генератора задающих частот с тремя выходами и первого преобразователя сигналов, сигнальный вход которого подсоединен к первому выходу регулируемого генератора задающих частот, а синхронизирующий вход - к второму выходу регулируемого генератора задающих частот, третий выход регулируемого генератора задающих частот является первым выходом генератора функций, а выход первого преобразователя сигналов является вторым выходом генератора функций, усилители мощности, трансформаторы, изолированные оптронные пары, диоды, элементы совпадения, первый и второй постоянные резисторы, шины питания и нулевого потенциала, причем выходы первого и второго усилителей мощности подключены к первичной обмотке первого трансформатора, выходы третьего и четвертого усилителей мощности подключены к первичной обмотке второго трансформатора, выходы пятого и шестого усилителей мощности подключены к первичной обмотке третьего трансформатора, к первым концам вторичных обмоток каждого из трансформаторов подключены аноды первого, второго и третьего диодов и катоды излучателей первой, второй и третьей оптронных пар, вторые концы вторичных обмоток трансформаторов, катоды диодов и аноды излучателей оптронных пар являются выходами электростимулятора, анод фотоприемника первой оптронной пары подключен к шине нулевого потенциала, катод - к аноду фотоприемника второй оптронной пары, катод которого подключен к выходу первого элемента совпадения и через первый

постоянный резистор к шине питания, анод фотоприемника третьей оптронной пары подсоединен к шине нулевого потенциала, а его катод - к выходу второго элемента совпадения и через второй постоянный резистор, к шине питания согласно изобретению, дополнительно введены второй и третий преобразователи сигналов, двухходовый элемент ИЛИ, двухходовый переключатель, третий и четвертый постоянные резисторы, первый, второй и третий переменные резисторы, а усилители мощности выполнены в виде регулируемых усилителей постоянного тока, при этом третий постоянный резистор, первый переменный резистор, движок которого подсоединен к шине нулевого потенциала, и четвертый постоянный резистор включены последовательно между первыми управляющими входами второго и третьего усилителей мощности, синхронизирующие входы второго и третьего преобразователей сигналов подключены к первому выходу генератора функций, а их сигнальные входы подключены к второму выходу генератора функций, выход второго преобразователя сигналов подсоединен сигнальным входам первого, второго, третьего и четвертого усилителей мощности и к первому входу первого элемента совпадения, третий преобразователь сигналов выполнен с прямым и инверсным выходами, которые подключены через двухходовый переключатель к сигнальным входам пятого и шестого усилителей мощности и к первому входу второго элемента совпадения, вторые управляющие входы второго и третьего усилителей мощности подсоединены к шине нулевого потенциала через второй переменный резистор, движок которого подключен к управляющему входу второго преобразователя сигналов, управляющий вход шестого усилителя мощности подсоединен к шине нулевого потенциала через третий переменный резистор, движок которого подключен к управляющему входу третьего преобразователя сигналов, выход первого элемента совпадения подключен к блокирующему входу второго преобразователя сигналов, а выход второго элемента совпадения подключен к блокирующему входу третьего преобразователя сигналов, выходы первого и четвертого усилителей мощности подсоединены первому и второму входам двухходового элемента ИЛИ, соответственно, выход которого подключен к второму входу первого элемента совпадения, а выход пятого усилителя мощности подключен к второму входу второго элемента совпадения.

Введение двух одновременно работающих второго и третьего преобразователей

позволяет осуществлять независимое регулирование амплитуды стимулирующих сигналов в основных (первом и втором) и вспомогательном (третьем) каналах и, следовательно, получить требуемую интенсивность электростимуляции на выпуклой и вогнутой сторонах позвоночника с учетом его деформации. Таким образом, обеспечивается повышение эффективности стимуляции при сколиозах.

Сущность изобретения поясняется чертежами, где на фиг.1 показана схема размещения электродов, а на фиг.2 - структурная схема электростимуляторов.

Электростимулятор содержит генератор 1 функций, выполненный в виде регулируемого генератора 2 задающих частот и первого преобразователя 3 двоичного кода в сигналы частотно-импульсной модуляции. Сигнальный вход преобразователя 3 подсоединен к выходу 4 регулируемого генератора 2 задающих частот, синхронизирующий вход преобразователя 3 подсоединен к выходу 5 регулируемого генератора 2 задающих частот. Выход первого преобразователя 3 подключен к сигнальным входам 6 второго преобразователя 7 и третьего преобразователя 8. Синхронизирующие входы 9 преобразователей 7 и 8 подсоединены к выходу 10 регулируемого генератора 2 задающих частот. Выход преобразователя 7 подсоединен к входам 11 первого и второго усилителей 12, 13 мощности и к входам 14 третьего и четвертого усилителей 15, 16 мощности и к первому входу 17 первого элемента совпадения 18. Прямой выход 19 и инверсный выход 20 третьего преобразователя 8 через переключатель 21 подключены к входам 22 пятого и шестого усилителей 23, 24 мощности и к первому входу 25 второго элемента совпадения 26. Первый управляющий вход 27 второго усилителя 13 мощности и первый управляющий вход 28 третьего усилителя 15 мощности соединены через последовательно включенные третий и четвертый постоянные резисторы 29, 30 и первый переменный резистор 31, движок которого подключен к шине нулевого потенциала. Выходы 32, 33 первого и второго усилителей 12, 13 мощности подсоединены к первичной обмотке первого трансформатора 34. Выходы 35, 36 третьего и четвертого усилителей 15, 16 мощности подсоединены к первичной обмотке второго трансформатора 37. Выходы 38, 39 пятого и шестого усилителей 23, 24 мощности подсоединены к первичной обмотке третьего трансформатора 40. Выход 38 пятого усилителя 23 мощности подключен к второму входу 41 элемента совпаде-

ния 26, а выходы 32, 36 первого и четвертого усилителей 12, 16 мощности подсоединены к входам двухвходового элемента ИЛИ 42. Выход элемента ИЛИ 42 подключен к второму входу 43 первого элемента совпадения 18. К первым концам вторичных обмоток трансформаторов 34, 37, 40 подключены аноды первого диода 44, второго диода 45, третьего диода 46 и катоды излучателей первой оптопары 47, второй оптопары 48 и третьей оптопары 49, соответственно. К вторым концам вторичных обмоток трансформаторов 34, 37, 40 и к катодам диодов 44, 45, 46 подключены лечебные электроды (на фиг.2 не показаны). Анод фотоприемника оптопары 47 подсоединен к шине нулевого потенциала, а катод — к аноду фотоприемника оптопары 48, катод которого подсоединен к выходу первого элемента совпадения 18, к шине питания через первый постоянный резистор 50 и к блокирующему входу 51 второго преобразователя 7. Вторые управляющие входы 52 второго и третьего усилителей 13, 15 мощности подсоединены к шине нулевого потенциала через второй переменный резистор 53. Движок переменного резистора 53 подключен к управляющему входу 54 второго преобразователя 7. Управляющий вход 55 шестого усилителя 24 мощности подсоединен к шине нулевого потенциала через третий переменный резистор 56. Движок переменного резистора 56 подключен к управляющему входу 57 третьего преобразователя 8. Анод фотоприемника оптопары 49 подсоединен к шине нулевого потенциала, а катод фотоприемника оптопары 49 подсоединен к выходу второго элемента совпадения 26, к шине питания через второй постоянный резистор 58 и к блокирующему входу 59 третьего преобразователя 8.

Электростимулятор работает следующим образом. На выходе 4 генератора 2 вырабатываются последовательности импульсов в виде пачек. Частота повторения пачек и число импульсов в пачке задаются оператором. Этот сигнал подается на сигнальный вход первого преобразователя 3. На синхронизирующий вход первого преобразователя 3 с выхода 5 генератора 2 подаются тактовые импульсы постоянной частоты. Сигналы, снимаемые с выхода 4 генератора 2 представляют собой пачки импульсов с постоянной частотой заполнения. Числом импульсов в пачке определяется длительность пачки и длительность паузы между пачками и таким образом задается ритм электростимуляции. Из этих сигналов первым преобразователем 3 формируется линейно частотно-импульсно-модулирован-

ный сигнал прямоугольной формы с активными и пассивными периодами. Регулируемый генератор 2 задающих частот и первый преобразователь 3 образуют генератор 1 функций, задающих ритм стимуляции и изменение частоты следования импульсов в пачке. С выхода первого преобразователя 3 линейно частотно-импульсно-модулированные сигналы поступают на сигнальные входы 6 второго и третьего преобразователей 7, 8, где преобразуются в широтно-импульсно-модулированные сигналы. Формирование сигналов в преобразователях 7, 8 осуществляется по фронтам тактового сигнала постоянной частоты, поступающего на синхронизирующие входы 9 с выхода 10 регулируемого генератора 2 задающих частот.

Регулирование амплитуды стимулирующих сигналов в основных (первом и втором) и вспомогательном (третьем) каналах осуществляется путем изменения глубины широтно-импульсной модуляции. Регулирование в первом и втором каналах выполняется с помощью второго переменного резистора 53, включенного между управляющим входом 54 второго преобразователя 7, вторыми управляющими входами 52 второго и третьего усилителей 13, 15 мощности и шиной нулевого потенциала. Регулировка амплитуды выходных сигналов третьего канала осуществляется с помощью третьего переменного резистора 56, включенного между управляющим входом 57 третьего преобразователя 8, управляющим входом 55 шестого усилителя 24 мощности и шиной нулевого потенциала.

Преобразование частотно-импульсно-модулированных сигналов в широтно-импульсно-модулированные позволяет легко реализовать в усилителях 12, 13, 15, 16, 23, 24 мощности трапецеидальный закон изменения амплитуды сигналов в периодах возбуждения с сохранением линейной частотно-импульсной модуляции на участках нарастания и спада трапеции. Этим обеспечивается комфортность для пациента процедуры электростимуляции.

Широтно-импульсно-модулированные сигналы с выхода второго преобразователя 7 подаются на входы 11, 14 усилителей 12, 13, 15, 16 мощности первого и второго каналов. Все усилители мощности представляют собой регулируемые усилители постоянного тока, построенные по принципу источников тока (токовых зеркал) нагруженных на индуктивную нагрузку в виде трансформаторов 34, 37, 40. Это позволяет реализовать в них кроме функции усиления сигналов, по-

ступающих на их входы, функцию преобразования сигналов с широтно-импульсной модуляцией в сигналы с трапецидальным законом изменения амплитуды при линейной частотно-импульсной модуляции их на участках нарастания и спада трапеции. Такое же свойство усилителей 12, 13, 15, 16, 23, 24 использовано при регулировке амплитуды выходных сигналов путем изменения глубины модуляции.

Усилители 13, 15 мощности выполнены с первыми управляющими входами 27, 28, между которыми включена цепь из последовательно соединенных третьего постоянного резистора 29, первого переменного резистора 31 и четвертого постоянного резистора 30. Изменение положения движка первого переменного резистора 31 меняет соотношение коэффициентов усиления второго и третьего усилителей 13 и 15 на $\pm 30\%$, чем достигается необходимая асимметрия величины стимулирующего тока на обеих сторонах деформации позвоночника.

Вспомогательный (третий) канал работает независимо от основных (первого и второго) каналов и отличается от них отсутствием первого управляющего входа в усилителе 24 мощности. Кроме того, третий преобразователь 8 выполнен с прямым 19 и инверсным 20 выходами. Сигналы, снимаемые с этих выходов подаются на сигнальные входы 22 пятого и шестого усилителей 23, 24, мощности через переключатель 21. Этим достигается возможность стимуляции по третьему каналу как в фазе с первым и вторым каналами стимуляции, так и в противофазе к ним.

Импульсами тока, снимаемыми со вторичных обмоток трансформаторов 34, 37, 40 синхронно возбуждаются лечебные электроды, размещаемые на пациенте так, как показано на фиг.1 (а - электроды одного основного канала на спине, б - электроды другого основного канала на спине, в - электроды вспомогательного канала на животе).

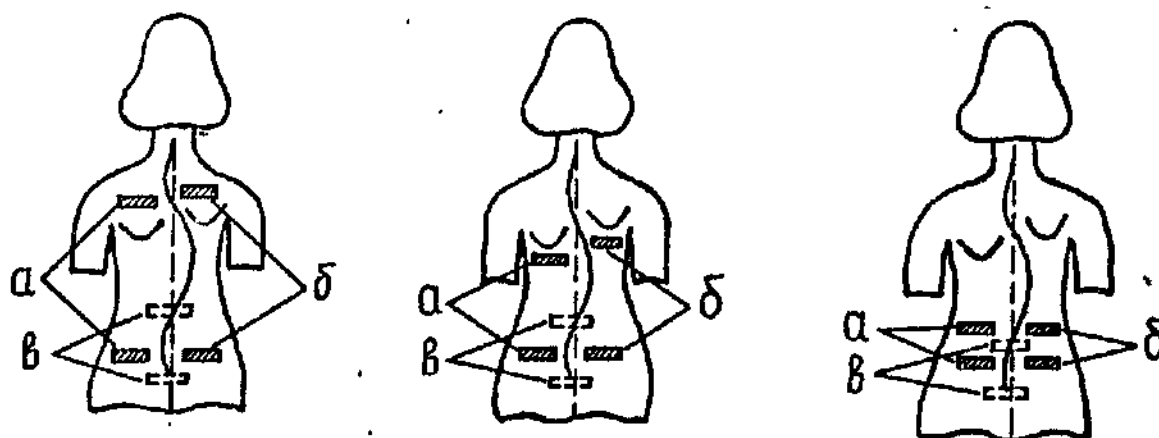
На электроды импульсы тока поступают через встречно-параллельно включенные диоды 44, 45, 46 и излучатели изолированных оптопар 47, 48, 49. При прохождении импульсов по цепям вторичных обмоток трансформаторов 34, 37, 40 уменьшаются сопротивление фотоприемников оптопар 47, 48, 49. При этом высокий уровень сигналов, поступающих от источника питания через первый постоянный резистор 50 на блокирующий вход 51 второго преобразова-

теля 7 и второй постоянный резистор 58 на блокирующий вход 59 третьего преобразователя 8, сменяется их низким уровнем. Этим обеспечивается тактированное разрешение прохождения сигналов через второй и третий преобразователи 7, 8, которые выполняют функции триггера. При отсутствии сигналов во вторичных обмотках трансформаторов, например, в случае отсоединений или обрывов электродов на блокирующие входы 51, 59 преобразователей 7, 8 поступает потенциал, запрещающий прохождение сигналов. На входе 17 первого элемента совпадения 18 или на входе 25 второго элемента совпадения 26 (в зависимости от канала, в котором произошло отключение электродов) также устанавливается запрещающий потенциал, отмена которого может произойти только после подсоединения электродов и переустановки уровня амплитуды от нуля до требуемого значения вторым переменным резистором 53 или третьим переменным резистором 56, так как при подаче на управляющий вход 54 второго преобразователя 7 или на управляющий вход 57 третьего преобразователя 8 потенциала низкого уровня они переходят в режим, разрешающий прохождение с одного импульса на сигнальные входы 6. В основных (первом и втором) каналах импульс с выходов 32 и 36 первого и четвертого усилителей 12, 16 мощности подается на вход 43 первой схемы совпадения 18 через элемент ИЛИ 42 и снимает запрещающий потенциал со входа 51, разрешая прохождение через второй преобразователь 7 последующих импульсов.

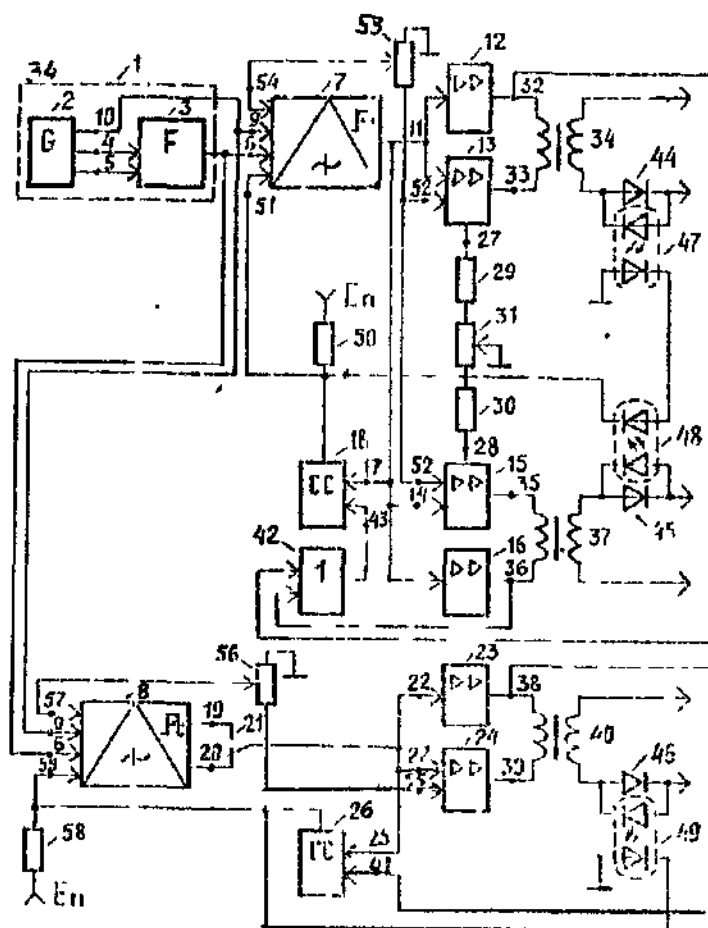
При отключениях электродов третьего канала восстановления его работы происходит аналогично.

Использование такой схемы защиты позволяет исключить поступление стимулирующих импульсов на выход как при отсоединениях электродов, так и при подключении электродов к пациенту и несанкционированной установке регуляторов амплитуды в промежуточное состояние.

Предлагаемый электростимулятор повышает эффективность стимуляции мышц туловища больных сколиозами. Подбором величины асимметрии силовых отношений при электростимуляции достигается такой уровень биомеханической активности поверхностных мышц на обеих сторонах деформации, при котором угол искривления позвоночника уменьшается на 4-5 градусов без существенного осевого вращения.



Фиг. 1



Фиг. 2

Упорядник

Техред М.Келемеш

Коректор Л.Філь

Замовлення 4366

Тираж

Підписне

Державне патентне відомство України,
254655, ГСП, Київ-53, Львівська пл., 8

Відкрите акціонерне товариство "Патент", м. Ужгород, вул Гагаріна, 101