



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1745245 A1**

(51) 5 A 61 H 31/02

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГКНТ СССР

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

- (21) 4854247/14  
(22) 27.07.90  
(46) 07.07.92. Бюл. № 25  
(71) Уральский электромеханический завод  
(72) В.А. Попов, П.А. Филипишин, С.И. Шароватов, Э.К. Николаев и В.Ю. Крылов  
(53) 615.475 (088.8)  
(56) Патент Великобритании № 2170110, кл. А 61 Н 31/02, 1986.  
Авторское свидетельство СССР № 1463297, кл. А 61 Н 31/02.  
(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ ИСКУССТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ  
(57) Использование: в медицинской технике для проведения интенсивной терапии дыха-

2

тельной недостаточности, анестезиологии и для экспериментальных работ. Устройство содержит блок подачи сжатого газа, электромагнитный клапан и блок сопряжения с пациентом, соединенные последовательно, переключатель, первый, второй и третий регулируемые генераторы прямоугольных импульсов, прерыватель. Третий генератор через первый вход переключателя соединен с первым входом прерывателя, второй вход и выход которого соединены соответственно с выходом блока объединения и обмоткой электромагнитного клапана, а второй вход переключателя – с блоком управления, блок объединения соединен с выходами первого и второго генераторов. 5 ил.

Изобретение относится к медицинской технике, а именно к устройствам высокочастотной вентиляции легких, и предназначено для проведения интенсивной терапии дыхательной недостаточности и анестезиологического пособия, а также для экспериментальных работ.

Известно устройство для высокочастотной искусственной вентиляции легких, содержащее источник сжатого газа, редуктор, блок управления клапан-формирователь и высокочастотный электромагнитный клапан.

Недостатком устройства является сложность вследствие применения большого количества оборудования и ограниченные функциональные возможности вследствие отсутствия режима прерывистой высокочастотной вентиляции легких и устройства контроля за работой устройства.

Известен аппарат искусственной вентиляции легких, содержащий два электромагнитных клапана (основной и дополнительный), задающий блок и пневматико-механический блок.

Недостатком аппарата являются узкие функциональные возможности вследствие отсутствия режима прерывистой вентиляции легких и устройств контроля за работой аппарата.

Известно устройство для искусственной вентиляции легких в экспериментальных условиях, содержащее нагнетатель воздуха с электросигнальным выходом, дыхательную трубку, электромагнитный клапан, блок управления, состоящий из n-канального кольцевого счетчика, n-элементов совпадения,

(19) **SU** (11) **1745245 A1**

элементов набора программ (n-тумблеров), n-элементов объединения, выходного элемента совпадения.

Недостатками устройства являются низкая надежность вследствие применения блока управления с большим объемом оборудования, узкие функциональные возможности вследствие отсутствия комбинированного режима высокочастотной и низкочастотной вентиляции легких, отсутствие возможности регулировки частоты и скважности управляющих импульсов, а также отсутствие контроля работоспособности электронных блоков.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату к предложенному является устройство для искусственной вентиляции легких, содержащее блок подачи сжатого газа, прерыватель, состоящий из электромагнита и открывающегося клапана, двух генераторов, модулятора дыхательных импульсов и инжектора. Данное устройство позволяет реализовать несколько режимов искусственной вентиляции легких: низкочастотный, высокочастотный, комбинацию указанных режимов.

Недостатками устройства являются узкие функциональные возможности вследствие отсутствия прерывистого комбинированного режима с высокочастотной и низкочастотной вентиляции легких и отсутствие контроля работоспособности. Требование к модуляции состоит в том, что частоты модулирующих и моделируемых колебаний генераторов должны отличаться на несколько порядков для получения качественного модулируемого сигнала, в том числе и получения резких (крутых) фронтов прямоугольных импульсов, что важно для струйной вентиляции легких.

Цель изобретения – расширение функциональных возможностей за счет введения прерывистого комбинированного режима с высокочастотной и низкочастотной вентиляцией легких и контроля работоспособности.

Поставленная цель достигается тем, что в устройстве для искусственной высокочастотной вентиляции легких, содержащее блок подачи сжатого газа, электромагнитный клапан, блок сопряжения с пациентом, которые соединены между собой последовательно, первый и второй регулируемые генераторы прямоугольных импульсов и элемент объединения, входы которого соединены с выходами генераторов, введены переключатель и третий регулируемый генератор прямоугольных импульсов, прерыватель, блок индикации и индикатор

прерывистого режима, третий генератор через первое положение переключателя соединен с индикатором прерывистого режима и первым входом прерывателя, выход последнего соединен с обмоткой электромагнита и входом блока индикации, последний выполнен из двух идентичных и последовательно соединенных цепочек, каждая из которых состоит из резистора и световода, соединение цепочек является входом блока индикации, причем первая и вторая цепочки шунтируют соответственно выход прерывателя и обмотку электромагнита, второе положение переключателя соединено, например, с источником питания, а второй вход прерывателя соединен с выходом элемента объединения.

На фиг.1 представлена принципиальная схема устройства для высокочастотной искусственной вентиляции легких; на фиг.2 – график управляющих напряжений на обмотку электромагнита в режиме высокочастотной искусственной вентиляции легких; на фиг.3 – то же, в режиме прерывистой высокочастотной вентиляции; на фиг.4 – то же, в режиме комбинированной высокочастотной и низкочастотной вентиляции; на фиг.5 – то же, в режиме прерывистой комбинированной высокочастотной и низкочастотной вентиляции.

Устройство для высокочастотной искусственной вентиляции легких содержит блок 1 подачи сжатого газа, который, например, состоит из входного манометра, регулируемого редуктора, манометра рабочего давления, увлажнителя – теплообменника с подачей лекарств, соединенного с пневматическим входом электромагнитного клапана 2, содержащего обмотку 3, а пневматический выход клапана 2 соединен с блоком 4 сопряжения с пациентом, который может быть выполнен из интубационной трубки или пневмопривода, первый, второй и третий регулируемые генераторы 5 – 7, прямоугольных импульсов, причем выходы генераторов 5 и 6, соединенные соответственно с первым и вторым входами блока 8 объединения, первый вход прерывателя 9 соединен с индикатором 10 прерывистого режима, выход прерывателя 9 соединен с обмоткой 3 электромагнита 2 и входом блока 11 индикации. Генератор 7 содержит операционный усилитель 12, диоды 15 и 16 и резисторы 17 и 18, а также конденсатор 19, включенные в цепь обратной отрицательной связи, а также регулятор 20 частоты импульсов и регулятор 21 скважности. Генераторы 5 и 6 выполнены аналогично генератору 7. Элемент объединения 8 состоит из транзистора 22, резисторов 23 и

24, определяющих режим, транзистора 22 и резисторов 25 и 26 для согласования и связи модулятора 8 с генераторами 5 и 6. Индикатор 10 содержит резисторы 27 и 28, определяющие режим транзистора 29, и светодиод 30. Прерыватель 9 реализован из элемента совпадения (элемент И), состоящего из транзистора 31 и резисторов 32 и 33, и усилителя (электронного ключа), состоящего из двух транзисторов 34 и 35 и резисторов 36, 37 и 38, определяющих режимы работы данных транзисторов. Блок 11 индикации содержит светодиоды 39 и 40 и гасящие резисторы 41 и 42. В качестве светодиодов 30 – 40 можно применять индикаторы знаковосинтезирующие полупроводниковые единичные типа АЛ307. На первом входе прерывателя 9 установлен переключатель 43, первое положение (I) которого соединено с выходом третьего генератора 7, а второе положение (II) – с источником питания.

Устройство работает следующим образом.

Сжатый кислород (газ) поступает в блок 1, а с его выхода подогретый, увлажненный кислород необходимого давления и с лекарством поступает через пневматику электромагнитного клапана 2 в блок 4 в виде дозированных порций. Генератор 7 работает следующим образом. Положительная обратная связь генератора обеспечивается подачей части выходного напряжения операционного усилителя 12 на его неинвертируемый вход через делитель, состоящий из резисторов 13, 14 и 20, при этом переменный резистор 20 определяет частоту генерируемых прямоугольных импульсов. Резисторы 17, 18 и 21 и конденсатор 19 образуют интегрирующую цепочку и определяют длительность импульсов. Переменный резистор 21 регулирует скважность импульсов, а диоды 15 и 16 разделяют цепи прохождения токов заряда конденсатора 19 выходных напряжений операционного усилителя 12.

Индикатор 10 работает следующим образом. При наличии прямоугольного импульса на выходе генератора 7 (или постоянного напряжения) открывается транзистор 29 и индуцируется светодиод 30, при отсутствии импульса на выходе генератора 7 транзистор 29 закрыт, и светодиод 30 не индуцирует. Блок 11 индикации работает следующим образом. Рассмотрим случай, когда отсутствует управляющее напряжение на обмотке 3 клапана 2, при этом индуцируется светодиод 39. Транзисторы 34 и 35 закрыты, их полупроводниковые переходы имеют большое сопротивления (100 кОм), и практически весь ток (10 мА при

напряжении питания +12 В идет через цепочку резистора 41 (1 кОм) и светодиода 39 (сопротивление 100 м), этот ток, разветвляясь, идет через обмотку 3 (сопротивление 200 м) электромагнита 2 и через цепочку из резистора 42 (1 кОм) и светодиода 40. Указанные токи позволяют индуцировать светодиод 39 (необходимый ток 10 мА), но при этом не индуцируется светодиод 40 и не срабатывает электромагнитный клапан 2 (необходим ток 0,6 А).

Рассмотрим случай, когда на обмотке 3 клапана 2 присутствует управляющее напряжение, при этом индуцируется светодиод 40 и срабатывает клапан 2. Транзисторы 34 и 35 открыты, их полупроводниковые переходы имеют небольшое сопротивление (1 Ом), и практически весь ток (0,6 А) идет через обмотку 3 (ток 0,6 А) и через вторую цепочку блока 11 (ток 10 мА). Указанные токи позволяют индуцировать светодиод 40 и сработать клапану 2, но при этом не индуцируется светодиод 39.

В двух регулируемых расположенных параллельно генераторам 5 и 6 создаются импульсы, которые могут иметь задаваемую частоту от 3 до 3000 в мин и скважность от 10/1 до 1/10. Импульсы генераторов 5 и 6 с заданной характеристикой поступают в элемент 8, где объединяются по функции ИЛИ, и в случае, если переключатель 43 находится во втором положении II (переключатель подключен к источнику питания), то импульсы с блока 8, проходя через прерыватель 9, усиливаются и управляют работой клапана 2, а дозированные порции газа через блок 4 подаются к пациенту. При этом возможен режим высокочастотной вентиляции легких (фиг.2), когда высокочастотные импульсы формируют только один из генераторов 5 или 6 и режим комбинированной высокочастотной и низкочастотной вентиляции легких (фиг.4), когда один из генераторов 5 или 6 формирует высокочастотные импульсы, а другой генератор формирует низкочастотные импульсы.

Следует отметить, что светодиод 30 индикатора 10 постоянно индуцирует, сообщая об отсутствии прерывания указанных режимов вентиляции легких. В случае, если переключатель 43 находится в первом положении I (переключатель 43 подключен к генератору 7), то импульсы с элемента 8 будут прерываться импульсами с генератора 7, которые могут иметь задаваемую частоту от 10 до 100 в 1 ч и скважность от 10/1 до 1/10. При этом возможны прерывистый режим высокочастотной вентиляции легких (фиг.3), когда работает один из генераторов 5 или 6, прерывистый комбинированный режим вы-

сокочастотной и низкочастотной вентиляции легких (фиг.5), когда работают оба генератора 5 и 6, но на разных частотах. Следует отметить, что светодиод 30 индикатора 10 будет индуцироваться только при поступлении порции газа (в течение времени  $\tau$  к пациенту, что облегчает диагностику пациента при проведении сеанса лечения.

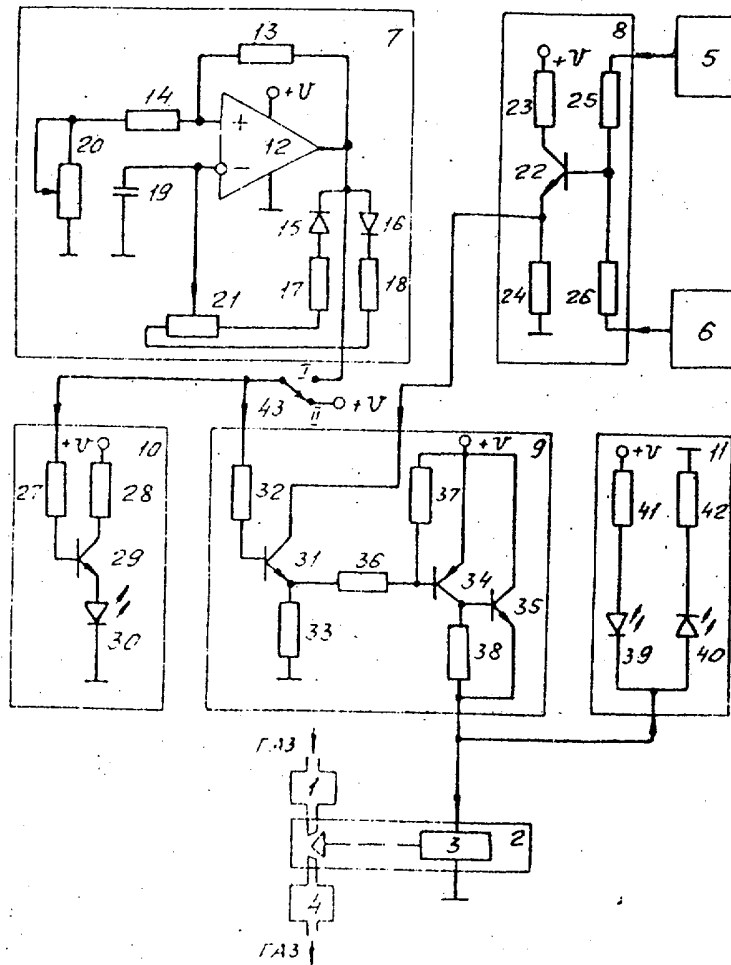
Предлагаемое изобретение позволяет расширить функциональные возможности за счет введения прерывистого комбинированного режима с высокочастотной и низкочастотной вентиляцией легких, по индикации оперативно контролировать состояние пациента при разных режимах работы устройства, а также контролировать функционирование устройства, использовать устройство не только для лечения, но и для проведения экспериментальных работ за счет прерывистого комбинированного режима, обеспечивать формирование прямоугольных импульсов с резкими фронтами для управления работой электромагнитного

клапана, что очень важно для струйной высокочастотной вентиляции легких.

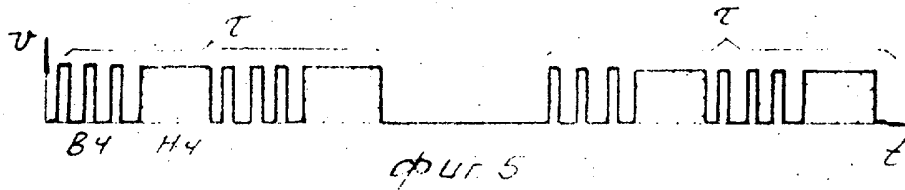
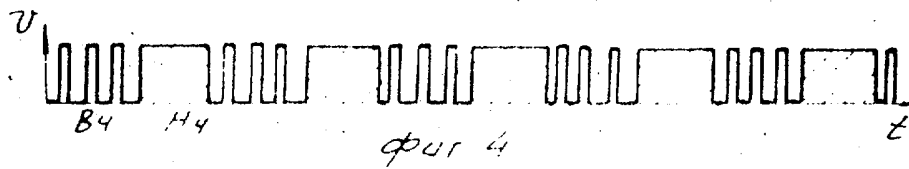
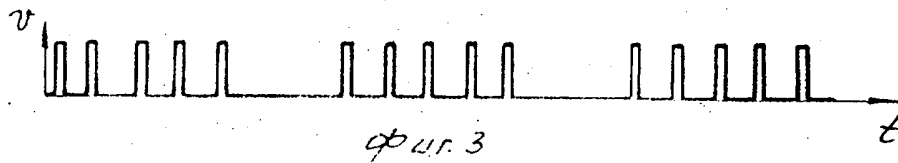
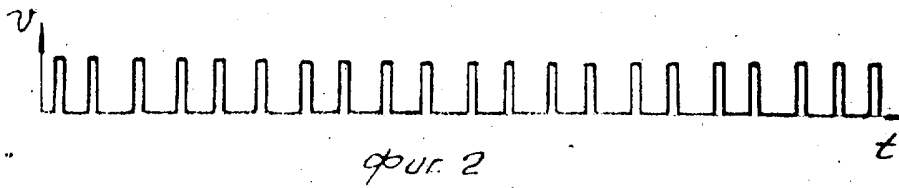
Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Устройство для высокочастотной искусственной вентиляции легких, содержащее блок подачи сжатого газа, электромагнитный клапан, блок сопряжения с пациентом, которые соединены между собой последовательно, первый и второй регулируемые генераторы прямоугольных импульсов и блок объединения, входы которого соединены с выходами генераторов, отличающееся тем, что, с целью расширения функциональных возможностей за счет введения прерывистого комбинированного режима, введены переключатель, третий регулируемый генератор прямоугольных импульсов и прерыватель, третий генератор через первый вход переключателя соединен с первым входом прерывателя, второй вход и выход которого соединены соответственно с выходом блока объединения и обмоткой электромагнитного клапана, а второй вход переключателя – с блоком питания.

25



фиг.1



Редактор И. Ванюшкина

Составитель В. Попов  
Техред М. Моргентал

Корректор О. Кравцова

Заказ 2339

Тираж

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР  
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101