

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(11) 033712

(13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2019.11.19

(51) Int. Cl. *G01F 1/66* (2006.01)
G01S 7/523 (2006.01)

(21) Номер заявки
201791854

(22) Дата подачи заявки
2015.03.11

(54) ЭКОНОМИЧНАЯ СХЕМА ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИКА ДЛЯ РАСХОДОМЕРА

(43) 2018.02.28

(56) EP-A1-1426739
WO-A1-2013174412
US-A-5421211

(86) PCT/EP2015/055038

(87) WO 2016/141982 2016.09.15

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ДАНФОСС А/С (DK)

(72) Изобретатель:
Есперсен Ларс (DK)

(74) Представитель:
Котов И.О., Харин А.В., Буре Н.Н.,
Стойко Г.В. (RU)

(57) Изобретение относится к схеме приемопередатчика для расходомера, содержащей общий тракт сигнала для сигналов, передаваемых и/или принимаемых через один или более соответствующих преобразователей, причем схема приемопередатчика содержит цепь генератора, цепь обработки сигналов и активную цепь, при этом активная цепь содержит первый и второй транзисторы, функционально соединенные через их соответствующие выводы эмиттера, образуя, таким образом, комбинированный входной/выходной вывод, причем указанный комбинированный входной/выходной вывод выполнен с возможностью функционального соединения с одним или более соответствующими преобразователями, при этом активная цепь выполнена с возможностью действовать в качестве буфера для передаваемых сигналов и выполнена с возможностью действовать в качестве усилителя для принятых сигналов.

033712

B1

033712

B1

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к схемам приемопередатчика для расходомеров. В частности, настоящее изобретение относится к экономичным энергосберегающим схемам приемопередатчика для ультразвуковых расходомеров.

Уровень техники

На протяжении многих лет предлагались различные типы схем приемопередатчика, подходящих, в частности, для ультразвуковых расходомеров.

В целом производительность ультразвуковых расходомеров, особенно при низких расходах, напрямую зависит от разниц в задержке в трактах сигнала (вверх по потоку и вниз по потоку) цепи входного каскада, соединенной с ультразвуковыми преобразователями. Очень небольшие разницы в задержке могут привести к ошибкам измерения порядка нескольких процентов при низких расходах. Кроме того, разницы в задержке могут быть вызваны различиями в ультразвуковых преобразователях. Данные ошибки могут быть удалены во время калибровки, но их изменение по времени и с температурой может по-прежнему представлять собой проблему. Кроме того, калибровка при низких расходах занимает много времени и, следовательно, требует больших затрат. Существуют другие топологии схемы, решающие вышеупомянутые проблемы задержки, но для данных топологий схемы часто требуются дорогостоящие усилители.

В ЕР 1426739 был предложен очень простой подход, в котором один транзистор действует как буфер и усилитель, когда ультразвуковые сигналы соответственно должны передаваться и приниматься. Недостатком схемы, предложенной в ЕР 1426739, является то, что транзистор должен работать в классе А для сохранения линейности как для переданного, так и для принятого сигналов. Хорошо известно, что работа транзистора в режиме класса А работы требует величин тока, которые по порядку величины выше по сравнению с тем, что требуется для других типов биполярных топологий.

В качестве проблемы, на решение которой направлены варианты осуществления настоящего изобретения, может рассматриваться создание энергосберегающей схемы приемопередатчика для расходомеров, таких как ультразвуковые расходомеры.

В качестве другой проблемы, на решение которой направлены варианты осуществления настоящего изобретения, может рассматриваться создание простой и экономичной схемы приемопередатчика для расходомеров, таких как ультразвуковые расходомеры.

Раскрытие сущности изобретения

Для решения вышеупомянутых проблем предлагается в первом аспекте изобретения схема приемопередатчика для расходомера, содержащая общий тракт сигнала для сигналов, передаваемых и/или принимаемых через один или более соответствующих преобразователей, причем схема приемопередатчика содержит цепь генератора, цепь обработки сигналов и активную цепь, при этом

цепь генератора функционально соединена с входным выводом активной цепи,

цепь обработки сигналов функционально соединена с выходным выводом активной цепи,

активная цепь содержит первый и второй транзисторы, функционально соединенные через их соответствующие выводы эмиттера, образуя, таким образом, комбинированный входной/выходной вывод, причем указанный комбинированный входной/выходной вывод выполнен с возможностью функционального соединения с одним или более соответствующими преобразователями, при этом активная цепь выполнена с возможностью действовать в качестве буфера для передаваемых сигналов и выполнена с возможностью действовать в качестве усилителя для принятых сигналов, и

входной вывод активной цепи функционально соединен с выводами базы первого и второго транзисторов, причем выходной вывод активной цепи функционально соединен с выводами коллектора первого и второго транзисторов.

Схема приемопередатчика может работать в качестве цепи входного каскада приемопередатчика. В данном документе под термином "входной каскад" подразумевается цепь, функционально соединенная, непосредственно или опосредованно, с соответствующими преобразователями. Настоящее изобретение применимо в отношении расходомеров, адаптированных для измерения скоростей потока жидкостей и/или газов.

Предпочтительно эмиттеры первого и второго транзисторов соединены непосредственно. Под термином "эмиттеры" подразумеваются как эмиттеры по отношению к биполярным транзисторам, так и истоки по отношению к полевым транзисторам (FET). Сходным образом, термины "базы" и "коллекторы" по отношению к биполярным транзисторам соответствуют затворам и стокам полевых транзисторов соответственно.

Активная цепь выполнена с возможностью действовать в качестве буфера для передаваемых сигналов и действовать в качестве усилителя для принимаемых сигналов. Задача буфера заключается в том, чтобы содействовать подаче большего количества тока в преобразователь. Буфер может представлять собой буфер с единичным коэффициентом усиления, имеющим коэффициент усиления по напряжению, по существу, равный единице. Однако следует отметить, что коэффициент усиления по напряжению буфера может отличаться от единицы.

Активная цепь, образующая буфер и усилитель, может гарантировать, что каждый из соответст-

вующих преобразователей испытывает, по существу, постоянный импеданс при передаче и приеме сигналов.

В настоящем документе под термином "преобразователь" подразумевается либо передающий, либо приемный преобразователь. В настоящем изобретении применимы, например, пьезоэлектрические преобразователи, выполненные с возможностью как генерировать, так и детектировать ультразвуковые сигналы.

Сходным образом, под термином "схема приемопередатчика" подразумевается схема, выполненная с возможностью как передавать, так и принимать сигналы через ряд соответствующих преобразователей. Сигналы, передаваемые и/или принимаемые соответствующими преобразователями, могут быть ультразвуковыми сигналами. Под такими ультразвуковыми сигналами в данном документе следует понимать сигналы, имеющие частоты в диапазоне от 100 кГц до 10 МГц, например предпочтительно около 1 МГц. Следует, однако, отметить, что также могут применяться другие диапазоны частот.

Предложенная схема приемопередатчика обладает тем преимуществом, что она проста, дешева и имеет общий тракт сигнала для переданных и принятых сигналов. Таким образом, по существу, предотвращаются разницы в задержке в трактах сигнала вверх по потоку и вниз по потоку при нулевом расходе.

Кроме того, первый и второй транзисторы могут быть конфигурированы в топологии с низким энергопотреблением, в которой первый и второй транзисторы работают в режиме класса АВ за счет цепи, выполненной с возможностью устанавливать точку смещения для первого и второго транзисторов.

Схема приемопередатчика дополнительно может либо содержать управляемый переключатель/мультиплексор, либо быть соединенной с управляемым переключателем/мультиплексором для подачи сигналов на соответствующие приемные и/или передающие преобразователи и/или от одного или более соответствующих приемных и/или передающих преобразователей. Таким образом, управляемый переключатель/мультиплексор может подавать сигналы к паре преобразователей и от этой пары. Каждый из указанных двух преобразователей может работать как передающий преобразователь, так и как приемный преобразователь.

Схема приемопередатчика может также содержать дополнительные управляемые переключатели/мультиплексоры или быть соединенной с ними для подачи сигналов на соответствующие приемные и/или передающие преобразователи и/или от них. Указанные дополнительные переключатели/мультиплексоры могут управляться индивидуально, так что сигналы могут быть направлены к множеству преобразователей и/или из множества преобразователей независимым образом.

Переключатели/мультиплексоры могут быть выполнены в виде переключателей/мультиплексоров нескольких различных типов либо в виде однополюсных переключателей на одно направление (SPST), либо в виде мультиплексора. Каждый элемент переключателя или мультиплексора может быть простым интегрированным или дискретным переключателем на основе полевого транзистора со структурой металл-оксид-полупроводник (MOSFET) или более сложным переключателем Т-типа для повышения характеристик перекрестных помех между преобразователями. Он также может быть комбинирован с переключателями короткого замыкания через преобразователи для дополнительного усиления перекрестных помех между преобразователями.

Предпочтительно цепь генератора имеет выходной импеданс Z_{out} , являющийся, по существу, постоянным. Цепь генератора выполнена с возможностью генерации периодических сигналов, таких как синусоидальные сигналы, сигналы прямоугольной формы и подобные сигналы. Сигналы из цепи генератора могут быть созданы в пакетах с длительностями соответствующего количества периодов. Таким образом, сигналы пакетов могут содержать соответствующее количество периодов синусоидальных сигналов, сигналов прямоугольной формы или даже одношаговой функции.

Также может быть использована отрицательная обратная связь по сигналу от выходного вывода активной цепи к комбинированному входному/выходному выводу активной цепи. Количество отрицательной обратной связи по сигналу может быть переменной величиной, такой как динамическая переменная величина. Под термином "динамическая" здесь подразумевается переменная в любое время. В качестве примера в течение передачи может быть использовано первое количество отрицательной обратной связи, тогда как в течение приема может быть использовано второе отличное количество отрицательной обратной связи.

Во втором аспекте настоящее изобретение относится к расходомеру, содержащему схему приемопередатчика согласно первому аспекту настоящего изобретения. С точки зрения реализации схема приемопередатчика может быть реализована и конфигурирована, как раскрыто в связи с первым аспектом.

Расходомер может дополнительно содержать множество преобразователей, выполненных с возможностью соединения с комбинированным входным/выходным выводом активной цепи. По меньшей мере, некоторое количество из множества преобразователей могут быть выполнены с возможностью как передавать, так и принимать сигналы. Множество преобразователей способствуют тому, что сигналы, такие как ультразвуковые сигналы, могут посылаются как вверх по потоку, так и вниз по потоку относительно направления заданного потока.

Для усиления сигналов от выходного вывода активной цепи может использоваться усилитель. Коэффициент усиления этого усилителя может быть переменной величиной. Это может быть предпочти-

тельно по отношению к последующей обработке сигналов. Фактически коэффициент усиления усилителя может быть динамической переменной величиной, т.е. он может быть изменен в любое время, например, между передачей и приемом.

Краткое описание чертежей

Настоящее изобретение описано более подробно ниже со ссылками на прилагаемые чертежи, на которых

фиг. 1 - принцип настоящего изобретения,

фиг. 2 - принцип изобретения, включая вариант осуществления выходной цепи, и

фиг. 3 - принцип изобретения, включая варианты осуществления цепи смещения и выходной цепи.

Хотя изобретение допускает различные модификации и альтернативные формы, на чертежах посредством примеров показаны конкретные варианты осуществления, которые подробно описаны ниже. Следует, однако, понимать, что изобретение не ограничивается конкретными раскрытыми формами. Напротив, изобретение охватывает все модификации, эквиваленты и альтернативы, подпадающие под сущность и объем изобретения, определенные прилагаемой формулой изобретения.

Осуществление изобретения

В своем наиболее общем аспекте настоящее изобретение относится к топологии экономичной энергосберегающей схемы приемопередатчика, способной обеспечить стабильное смещение нулевого расхода, равное нулю, в расходомерах, например в ультразвуковых расходомерах. В идеальном случае топология схемы приемопередатчика согласно настоящему изобретению не зависит от влияний температуры и изменяющихся импедансов преобразователя.

Для предотвращения разницы в задержке в схеме приемопередатчика настоящее изобретение предлагает топологию цепи с одним общим трактом сигнала для сигналов как выше по потоку, так и ниже по потоку, т.е. для либо передаваемых, либо принимаемых сигналов. Кроме того, в схемах приемопередатчика согласно настоящему изобретению предполагается, что соответствующие преобразователи могут работать обратным образом для предотвращения влияний от разных импедансов приемопередатчика.

На фиг. 1 изображены компоненты схемы 100 приемопередатчика согласно настоящему изобретению. Основными компонентами схемы 100 приемопередатчика являются два транзистора 101 и 102, соединенные через их соответствующие эмиттеры в точке 114. Эмиттеры могут быть соединены непосредственно, как показано на фиг. 1, или они могут быть соединены через другие компоненты, например через сопротивление.

В течение передачи два транзистора 101, 102 приводятся в действие цепью 104 генератора сигналов через цепь 103 смещения. Топология схемы приемопередатчика, показанная на фиг. 1, имеет следующие основные преимущества:

- 1) очень простая и очень экономичная топология,
- 2) низкое потребление тока из-за биполярной топологии класса АВ.

Схема приемопередатчика работает следующим образом.

Сигнал передачи с низким импедансом генерируется на эмиттерах транзисторов 101, 102, который работает в течение передачи как биполярный эмиттерный повторитель класса АВ. Биполярный эмиттерный повторитель класса АВ управляет одним из преобразователей 112, 113 через оконечный импеданс 110 преобразователя и переключатель/мультиплексор 111.

Следует отметить, что количество преобразователей может отличаться от показанного на фиг. 1. Таким образом, вместо двух количество преобразователей может быть равно трем, четырем, пяти или даже больше. Кроме того, количество переключателей/мультиплексоров может быть более одного. В этом случае каждый из переключателей/мультиплексоров может управляться индивидуально.

В течение приема цепь 104 генератора сигналов не осуществляет передачу, при этом сигнал от одного из двух преобразователей 112, 113 подается на эмиттеры транзисторов 101, 102 через переключатель/мультиплексор 111 и оконечный импеданс 110 преобразователя.

Транзисторы 101, 102 теперь работают как биполярный основной усилитель базы класса АВ через выходную цепь 105. Выходной сигнал от выходной цепи 105 может быть дополнительно усилен в цепи 107 обработки сигналов до подачи конечного выходного сигнала 109. Это дополнительное усиление может быть переменным или фиксированным и может зависеть от того, передаются или принимаются сигналы. Сигнал источника питания обозначен номером позиции 108.

Следует отметить, что схема приемопередатчика, показанная на фиг. 1, изображена с биполярными транзисторами 101, 102, однако также возможно применение полевых транзисторов (FET). В этом случае истоки полевых транзисторов функционально соединены либо непосредственно, либо через другие компоненты, например через сопротивление.

Как показано пунктирной линией на фиг. 1, схема приемопередатчика опционально может включать в себя отрицательную обратную связь 106 от выхода выходной цепи 105 к эмиттерам транзисторов 101, 102. Отрицательная обратная связь 106 может увеличить общую линейность активной цепи. Отрицательная обратная связь может быть реализована различными способами, такими как путем использования операционного усилителя, транзисторов, трансформаторов и т.д.

Преобразователи 112 и 113 показаны лишь схематично. На практике преобразователи 112, 113 мо-

гут включать в себя различные компоненты, такие как последовательные и параллельные импедансы. Преобразователи 112, 113 могут быть выполнены с возможностью передавать и/или принимать сигналы, такие как ультразвуковые сигналы. Переключатель/мультиплексор может быть реализован в виде переключателей/мультиплексоров нескольких различных типов либо в виде переключателей SPST, либо в виде мультиплексора.

На фиг. 2 показана возможная реализация выходной цепи 105 с фиг. 1. Как видно на фиг. 2, схема 200 приемопередатчика все еще содержит цепь 204 генератора сигналов, цепь 203 смещения и два транзистора 201, 202, функционально соединенные (непосредственно или опосредованно) через их эмиттеры в точке 214. Оконечный импеданс 210 преобразователя, переключатель/мультиплексор 211 и преобразователь 212, 213 сходны с компонентами, показанными на фиг. 1. Схема приемопередатчика питается от источника 208 питания.

Показанная реализация выходной цепи 105 на фиг. 1 включает в себя два изображенных конденсатора 205 и 206. Выходной сигнал подается от узла между указанными двумя конденсаторами. Сопротивления 215 и 216 вставлены в линию источника питания и соединение с землей соответственно. Выходной сигнал от узла между двумя конденсаторами 205, 206 может быть дополнительно усилен в усилителе 207 до подачи конечного выходного сигнала 209. Опять же, это дополнительное усиление может быть переменным или фиксированным и зависеть от того, передаются или принимаются сигналы.

На фиг. 3 показана возможная реализация цепи 203 смещения с фиг. 2. Выходная цепь с фиг. 3 сходна с цепью с фиг. 2 тем, что она включает в себя два конденсатора 305 и 306, а выходной сигнал подается от узла между этими двумя конденсаторами. Сопротивления 315 и 316 вставлены в линию источника питания и соединение с землей соответственно. Выходной сигнал от узла между двумя конденсаторами 305, 306 может быть дополнительно усилен в усилителе 307 до подачи конечного выходного сигнала 309. Как указано выше, это дополнительное усиление может быть переменным или фиксированным, и оно может зависеть от того, передаются или принимаются сигналы.

Как видно на фиг. 3, схема 300 приемопередатчика дополнительно включает в себя цепь 304 генератора сигналов, цепь смещения, включающую в себя два транзистора 317, 318, функционально соединенные через их соответствующие соединители. Цепь 304 генератора сигналов подает сигналы в цепь смещения через общую точку 303. Сходно с фиг. 1 и 2 два транзистора 301, 302 функционально соединены (непосредственно или опосредованно) через их эмиттеры в точке 314. Оконечный импеданс 310 преобразователя, переключатель/мультиплексор 311 и преобразователь 312, 313 сходны с компонентами, показанными на фиг. 1 и 2. Схема приемопередатчика питается от источника 308 питания.

В цепи смещения, показанной на фиг. 3, используются пары согласованных транзисторов 317, 302 и 318, 301. Эти пары согласованных транзисторов исключают использование сопротивлений эмиттера, не внося риска возникновения теплового пробоя в транзисторах 301, 302. В настоящем документе под тепловым пробоем следует понимать неконтролируемое увеличение прохождения тока и рассеяние энергии, ведущие к разрушительному результату.

Следует отметить, что цепь 103 смещения и выходная цепь 105 могут быть реализованы альтернативными средствами, которые могут отличаться от реализаций, изображенных на фиг. 2 и 3.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Схема приемопередатчика для расходомера, содержащая общий тракт сигнала для сигналов, передаваемых и/или принимаемых через один или более соответствующих преобразователей, причем схема приемопередатчика содержит цепь генератора, цепь обработки сигналов и активную цепь, при этом

цепь генератора функционально соединена с входным выводом активной цепи,

цепь обработки сигналов функционально соединена с выходным выводом активной цепи,

активная цепь содержит первый и второй транзисторы, функционально соединенные через их соответствующие выводы эмиттера, образуя, таким образом, комбинированный входной/выходной вывод, причем указанный комбинированный входной/выходной вывод выполнен с возможностью функционального соединения с одним или более соответствующими преобразователями, при этом активная цепь выполнена с возможностью действовать в качестве буфера для передаваемых сигналов и выполнена с возможностью действовать в качестве усилителя для принятых сигналов, и

входной вывод активной цепи функционально соединен с выводами базы первого и второго транзисторов, и выходной вывод активной цепи функционально соединен с выводами коллектора первого и второго транзисторов.

2. Схема приемопередатчика по п.1, причем эмиттеры первого и второго транзисторов соединены непосредственно.

3. Схема приемопередатчика по п.1 или 2, причем первый и второй транзисторы выполнены с возможностью работы в режиме класса АВ за счет цепи, выполненной с возможностью устанавливать точку смещения для первого и второго транзисторов.

4. Схема приемопередатчика по любому из пп.1-3, дополнительно содержащая один или более управляемых переключателей/мультиплексоров для подачи сигналов на один или более соответствующих

щих приемных и/или передающих преобразователей и/или от одного или более соответствующих приемных и/или передающих преобразователей.

5. Схема приемопередатчика по любому из пп.1-4, причем цепь генератора имеет выходной импеданс Z_{out} , являющийся, по существу, постоянным.

6. Схема приемопередатчика по любому из пп.1-5, причем цепь генератора выполнена с возможностью генерировать периодические сигналы.

7. Схема приемопередатчика по любому из пп.1-6, дополнительно содержащая отрицательную обратную связь по сигналу от выходного вывода активной цепи к комбинированному входному/выходному выводу активной цепи.

8. Схема приемопередатчика по п.7, причем количество отрицательной обратной связи по сигналу является переменной величиной.

9. Схема приемопередатчика по п.8, причем количество отрицательной обратной связи по сигналу является динамической переменной величиной.

10. Расходомер, выполненный с возможностью измерения скоростей потока жидкостей и/или газов, содержащий схему приемопередатчика по любому из пп.1-9.

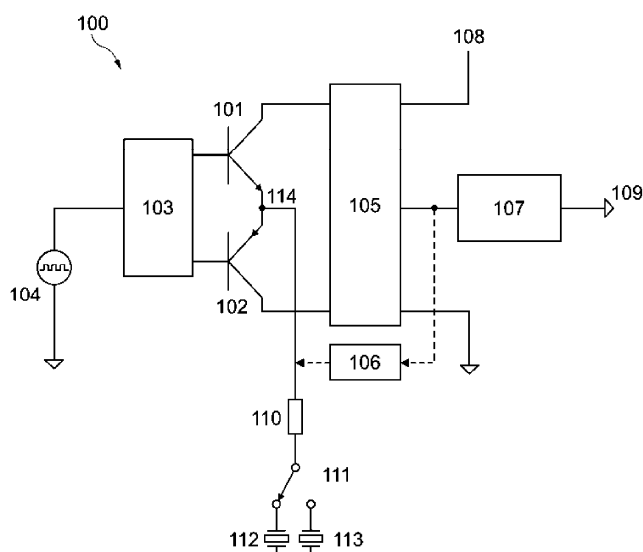
11. Расходомер по п.10, дополнительно содержащий множество преобразователей, выполненных с возможностью соединения с комбинированным входным/выходным выводом активной цепи.

12. Расходомер по п.11, причем по меньшей мере некоторые из множества преобразователей выполнены с возможностью как передавать, так и принимать сигналы.

13. Расходомер по любому из пп.10-12, дополнительно содержащий усилитель для усиления сигналов от выходного вывода активной цепи.

14. Расходомер по п.13, причем коэффициент усиления усилителя является переменной величиной.

15. Расходомер по п.14, причем коэффициент усиления является динамической переменной величиной.



Фиг. 1

