



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
G01F 23/265 (2018.01); G01F 23/266 (2018.01)

(21)(22) Заявка: 2017132693, 19.02.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
19.02.2016

Дата регистрации:  
17.04.2018

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
30.03.2015 EP 15161639.8

(45) Опубликовано: 17.04.2018 Бюл. № 11

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на  
национальной фазе: 19.09.2017

(86) Заявка РСТ:  
EP 2016/053612 (19.02.2016)

(87) Публикация заявки РСТ:  
WO 2016/155943 (06.10.2016)

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул. Большая Спасская, д. 25,  
строение 3, ООО "Юридическая фирма  
Городиский и Партнеры"

(72) Автор(ы):

БЯНЬ Вэй (NL),  
ЙИП Кин Леонг (NL),  
ЧИАХ Яо Хеан (NL),  
ЧИН Квонг Лим (NL),  
ЛИМ Гэри Чи Янг (NL)

(73) Патентообладатель(и):

КОНИНКЛЕЙКЕ ФИЛИПС Н.В. (NL)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: US 5088325 A1 18.02.1992. US  
20130201316 A1 08.08.2013. EP 288215 A3  
26.10.1988. US 5600997 A1 11.02.1997. US  
7307485 B1 11.12.2007. RU 2397454 C1  
20.08.2010. SU 1508100 A1 15.09.1989.

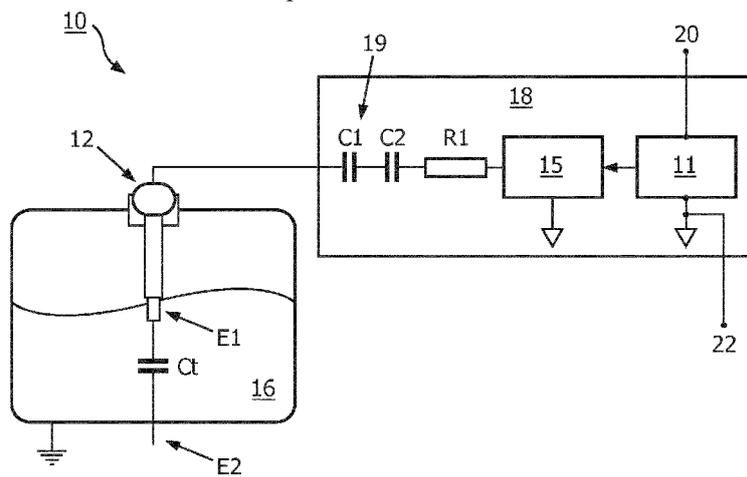
## (54) СПОСОБ И СИСТЕМА ДЛЯ ВОСПРИЯТИЯ УРОВНЯ ЖИДКОСТИ

(57) Реферат:

Группа изобретений предназначена для определения уровня жидкости в сосуде. Система (10) для восприятия уровня жидкости в сосуде (16) содержит емкостный чувствительный зонд (12) для восприятия электрической емкости между емкостным чувствительным зондом (12) и электрически проводящим участком сосуда (16). Система также содержит цепь (15) управления, подключенную к емкостному чувствительному зонду (12), для детектирования уровня жидкости в сосуде (16) на основе упомянутой электрической емкости, неизолированный источник (11) питания переменного тока, выполненный с возможностью подачи питания на цепь (15) управления, при этом

неизолированный источник (11) питания переменного тока имеет электрическое соединение между своим входом и своим выходом, и по меньшей мере один фильтрующий конденсатор (C1, C2), подключенный последовательно между емкостным чувствительным зондом (12) и цепью (15) управления. Раскрыты также способ детектирования уровня жидкости в системе с использованием системы (10) и система котла, содержащая сосуд (16) и систему (10). Технический результат заключается в упрощении и уменьшении числа компонентов системы для определения уровня жидкости за счет

использования неизолированного источника ил.  
питания переменного тока. 3 н. и 8 з.п. ф-лы, 9



ФИГ. 3

RU 2650783 C1

RU 2650783 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*G01F 23/265 (2018.01); G01F 23/266 (2018.01)*

(21)(22) Application: **2017132693, 19.02.2016**

(24) Effective date for property rights:  
**19.02.2016**

Registration date:  
**17.04.2018**

Priority:

(30) Convention priority:  
**30.03.2015 EP 15161639.8**

(45) Date of publication: **17.04.2018** Bull. № 11

(85) Commencement of national phase: **19.09.2017**

(86) PCT application:  
**EP 2016/053612 (19.02.2016)**

(87) PCT publication:  
**WO 2016/155943 (06.10.2016)**

Mail address:

**129090, Moskva, ul. Bolshaya Spasskaya, d. 25,  
stroenie 3, OOO "Yuridicheskaya firma Gorodisskij  
i Partnery"**

(72) Inventor(s):

**BIAN, Wei (NL),  
YIP, Kin, Leong (NL),  
CHIAH, Yao, Hean (NL),  
CHIN, Kwong, Lim (NL),  
LIM, Gary, Chi Yang (NL)**

(73) Proprietor(s):

**Koninklijke Philips N.V. (NL)**

(54) **METHOD AND SYSTEM FOR THE PERFORMANCE OF THE LEVEL OF LIQUID**

(57) Abstract:

FIELD: measuring equipment.

SUBSTANCE: group of inventions is designed to determine the level of liquid in a vessel. System (10) for sensing the liquid level in vessel (16) comprises capacitive sensing probe (12) for sensing the capacitance between capacitive sensing probe (12) and electrically conductive portion of vessel (16). System also comprises control circuit (15) connected to capacitive sensing probe (12) for detecting a liquid level in vessel (16) based on said electrical capacitance, non-isolated AC power supply (11) configured to apply power to control circuit (15), wherein uninsulated AC

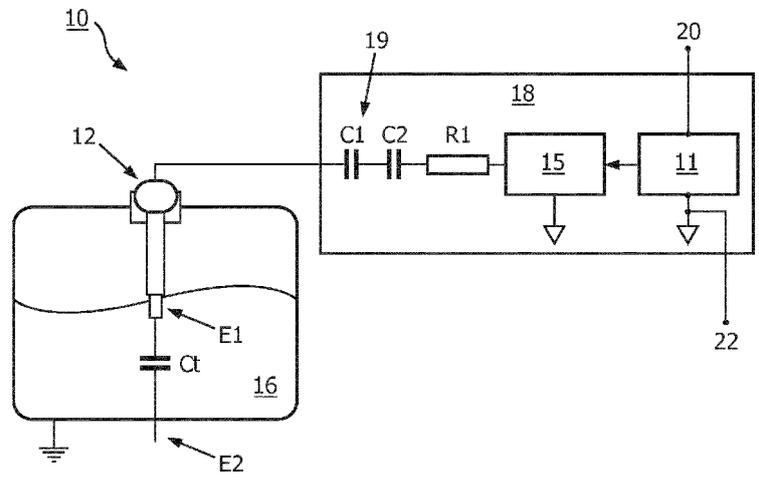
power supply (11) has an electrical connection between its input and its output, and at least one filter capacitor (C1, C2) connected in series between capacitive sensing probe (12) and control circuit (15). Method for detecting a liquid level in a system using system (10) and a boiler system containing vessel (16) and system (10) are also disclosed.

EFFECT: technical result consists in simplifying and reducing the number of components of the system for determining the liquid level by using a non-isolated AC power source.

11 cl, 9 dwg

RU 2 650 783 C1

RU 2 650 783 C1



ФИГ. 3

## ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Настоящее изобретение относится к восприятию уровня жидкости, в частности к восприятию/детектированию уровня жидкости поверхности жидкости с использованием системы емкостного восприятия.

### 5 УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Использование чувствительного к уровню жидкости зонда является известным методом контроля уровня жидкости в пределах сосуда, например котла парогенератора под давлением. Принцип датчика может быть резистивным или емкостным. Что касается использования емкостного датчика для детектирования уровня жидкости в пределах  
10 сосуда, то емкостный чувствительный зонд может быть расположен в пределах сосуда, действуя в качестве первого электрода емкостного датчика, с заземленным электрически проводящим участком сосуда, действующим в качестве второго электрода этого емкостного датчика. При такой конфигурации жидкость в пределах сосуда действует в качестве диэлектрика между первой пластиной и второй пластиной. Детектированное емкостным датчиком изменение (электрической) емкости может быть использовано  
15 для определения изменения уровня содержащейся в сосуде жидкости. По мере того, как уровень жидкости в сосуде поднимается и падает, диэлектрическое влияние жидкости изменяет эффективную емкость емкостного датчика, что детектируется связанными с емкостным датчиком электронными схемами.

Для детектирования уровня жидкости в заземленном сосуде (то есть сосуд соединен с землей) предлагались различные способы, использующие емкостный датчик. В обычных устройствах для выполнения требований по безопасности при осуществлении емкостного восприятия требуется изолированный импульсный источник питания (как изображено на фигуре 1). В таких системах существует изолированный барьер (например,  
25 высокочастотный трансформатор), который может выдерживать от несколько сотен вольт до нескольких тысяч вольт. Однако эти известные методы использования изолированных импульсных источников питания относительно дороги и сложны в осуществлении.

### СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

30 Задачей изобретения является обеспечение системы емкостного восприятия уровня жидкости и способа, который значительно уменьшает или преодолевает вышеупомянутые проблемы.

Изобретение охарактеризовано независимыми пунктами формулы изобретения. Зависимые пункты формулы изобретения характеризуют предпочтительные варианты  
35 осуществления.

В соответствии с настоящим изобретением обеспечена система для восприятия уровня жидкости в сосуде, содержащая: емкостный чувствительный зонд, выполненный с возможностью быть в контакте с жидкостью в сосуде, для восприятия электрической емкости между емкостным чувствительным зондом и заземленным электрически  
40 проводящим участком сосуда; цепь управления, подключенную к емкостному чувствительному зонду, для выполнения емкостного восприятия с детектированием уровня жидкости в сосуде; неизолированный источник питания переменного тока, выполненный с возможностью подачи питания на цепь управления; и по меньшей мере один фильтрующий конденсатор, подключенный последовательно с емкостным  
45 чувствительным зондом и цепью управления.

Такая система связана с меньшим числом компонентов и поэтому дешевле по сравнению с системой, использующей питание от изолированного источника. Использование фильтрующего конденсатора (например, Y-конденсатора) для изоляции

зонда и цепи управления исключает проблему, связанную с током утечки на землю. Кроме того, другое преимущество этой конфигурации состоит в том, что при применении фильтрующего конденсатора (то есть Y-конденсатора) для обеспечения изоляции может быть использован более дешевый неизолированный источник питания.

5 Следует понимать, что неизолированный источник питания переменного тока имеет входную (первичную) и выходную (вторичную) цепи и что в неизолированном источнике питания между входной (первичной) и выходной (вторичной) цепями имеется общее заземление.

10 В некоторых вариантах осуществления цепь управления выполнена с возможностью получения от сети питания напряжения переменного тока и преобразования этого напряжения переменного тока в переходящий через ноль сигнал, используемый для запуска емкостного восприятия. Использование переходящего через ноль сигнала уменьшает влияние шума переменного тока.

15 В некоторых вариантах осуществления емкостное восприятие запускается с некоторой временной задержкой после того, как детектирована точка пересечения ноля переходящего через ноль сигнала, при этом временная задержка представляет собой заданное значение или диапазон (например, менее 10 мс).

20 Блок контроллера может быть выполнен с возможностью осуществления измерения емкостного восприятия на переднем фронте и/или на заднем фронте переходящего через ноль сигнала.

Цепь управления может быть выполнена с возможностью детектирования, является ли фронт переходящего через ноль сигнала передним фронтом или задним фронтом, и цепь управления может быть выполнена с возможностью осуществления измерения емкостного восприятия с использованием емкостного чувствительного зонда, на основе результатов обнаружения, выполненного цепью управления.

25 Упомянутый по меньшей мере один фильтрующий конденсатор может быть Y-конденсатором. В некоторых бытовых электрических приборах могут быть использованы два таких Y-конденсатора.

30 Неизолированный источник питания переменного тока может быть по меньшей мере одним из импульсного источника питания, емкостного источника питания и резистивного источника питания.

Цепь управления и неизолированный источник питания переменного тока могут быть расположены в узле печатной платы.

35 Емкостный чувствительный зонд может действовать в качестве первого электрода чувствительного конденсатора, а заземленный электрически проводящий участок сосуда может действовать в качестве второго электрода чувствительного конденсатора.

40 В соответствии с другим аспектом настоящего изобретения обеспечена система котла, содержащая сосуд и систему для восприятия, при этом упомянутая система содержит: емкостный чувствительный зонд, выполненный с возможностью нахождения в контакте с находящейся в сосуде жидкостью, например расположения на верху корпуса котла, для восприятия электрической емкости между емкостным чувствительным зондом и заземленным электрически проводящим участком сосуда; цепь управления, подключенную к емкостному чувствительному зонду, для детектирования уровня жидкости в сосуде; и неизолированный источник питания переменного тока, 45 выполненный с возможностью подачи питания на цепь управления; при этом цепь управления содержит а) блок преобразования, выполненный с возможностью преобразования напряжения переменного тока в переходящий через ноль сигнал, и б) блок контроллера, выполненный с возможностью осуществления емкостного восприятия

с использованием емкостного чувствительного зонда и переходящего через ноль сигнала.

В соответствии с другим аспектом настоящего изобретения обеспечен способ детектирования уровня жидкости в системе, содержащей емкостный чувствительный зонд, цепь управления и неизолированный источник питания переменного тока, при этом способ включает в себя этапы: преобразования напряжения переменного тока в переходящий через ноль сигнал и осуществления емкостного восприятия с использованием емкостного чувствительного зонда и переходящего через ноль сигнала.

Эти и другие аспекты изобретения будут очевидны из и разъяснены со ссылкой на описанные здесь далее варианты осуществления.

#### КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Варианты осуществления изобретения будут теперь описаны, только в качестве примера, со ссылкой на приложенные чертежи, на которых:

Фигура 1 представляет собой принципиальную цепь обычного изолированного импульсного источника питания, который используется в системе для восприятия уровня жидкости;

Фигура 2 представляет собой блок-схему, иллюстрирующую компоненты системы для восприятия уровня жидкости в сосуде в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

Фигура 3 представляет собой условную схему, иллюстрирующую подробную конфигурацию системы 10 по фигуре 2;

Фигуры 4А и 4В представляют собой принципиальные схемы, иллюстрирующие работу емкостного датчика;

Фигура 5 представляет собой график, иллюстрирующий заземление, общий дискретный выход и пересекающий ноль сигнал во времени;

Фигура 6 представляет собой блок-схему последовательности операций способа, иллюстрирующую способ восприятия уровня жидкости в системе для восприятия уровня жидкости в сосуде в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

Фигура 7 представляет собой принципиальную схему цепи понижающего преобразователя в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

Фигура 8 представляет собой принципиальную схему цепи повышающего преобразователя в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

Фигура 9 представляет собой принципиальную схему комбинированного преобразователя в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

#### ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ВАРИАНТОВ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

В дальнейшем следует иметь в виду, что источники питания могут называться "изолированными" или "неизолированными".

В этом контексте термин "изоляция" относится к электрическому разделению между входом (первичным) и выходом (вторичным). Другими словами, понятие "изоляция" относится к существованию электрического барьера между входом и выходом.

Большинство обычных преобразователей переменного тока в постоянный и переменного тока в переменный изолированы по соображениям безопасности.

Изолированные источники питания обычно включают в себя либо трансформаторы, либо оптические изоляторы как в силовом канале, так и в линии обратной связи. Входное напряжение и выходное напряжение электрически изолированы. Вторичное (выходное) заземление полностью изолировано от первичного (входного) трансформаторами и/или оптическими развязками. Другими словами, далее термин "изолированный источник питания" относится к источнику питания, в котором вход и выход источника питания электрически изолированы, например, с использованием магнитной развязки (например,

трансформатора) или оптической развязки, размешенной между входом и выходом источника питания.

Неизолированные источники питания таковы, что входное напряжение и выходное напряжение не являются электрически изолированными. Следовательно, в  
5 неизолированном источнике питания между входом и выходом существует электрическое соединение. Электрическое соединение между входной (первичной) и выходной (вторичной) цепью в неизолированных источниках питания относится к общему заземлению между входной (первичной) и выходной (вторичной) цепями. Далее термин "неизолированный источник питания" относится к источнику питания, в котором вход  
10 и выход источника питания не являются электрически изолированными (т.е. между входом и выходом источника питания не используется ни магнитная развязка, ни оптическая развязка). Другими словами, неизолированный источник питания представляет собой источник питания, имеющий электрическое соединение между входом и выходом источника питания.

15 Теперь ссылки будут выполнены на фигуру 1, которая схематично изображает схему обычного изолированного импульсного источника 100 питания, который может использоваться в системе для восприятия уровня жидкости.

Фигура 1 показывает сигнал входного напряжения переменного тока от источника питания переменного тока, подаваемого на входной блок 110 выпрямления и  
20 фильтрации, который выпрямляет и фильтрует входное напряжение переменного тока. Выпрямленный и отфильтрованный сигнал затем подается на полевой транзистор со структурой металл-оксид-полупроводник (полевой МОП-транзистор) или биполярный транзистор 120 для коммутирования сигнала. Затем коммутированный сигнал от полевого МОП-транзистора или от биполярного транзистора 120 подается на силовой  
25 трансформатор 130, который действует в качестве изолирующего барьера между входным напряжением и выходным напряжением. Силовой трансформатор действует как изолирующий барьер, который способен выдерживать напряжения в диапазоне, например, от нескольких сотен вольт до нескольких тысяч вольт. Поэтому, когда источник питания, как показано на фигуре 1, реализуется в системе для восприятия  
30 уровня жидкости в сосуде, то емкостный чувствительный электрод изолирован от активной части схемы. Выходное напряжение на силовом трансформаторе 130 затем подается на выходной блок 140 выпрямления и фильтрации, который выпрямляет и фильтрует выходное напряжение. Результирующий сигнал этого выходного блока выпрямления и фильтрации представляет собой выходное напряжение постоянного  
35 тока.

Выходное напряжение постоянного тока подается в схему 150 управления, которая включает в себя широтно-импульсный модулятор, осциллятор и усилитель. Схема 150  
управления изолирована от источника питания переменного тока посредством использования силового трансформатора 130. Импульсный сигнал выводится широтно-  
40 импульсным модулятором в качестве сигнала управления коэффициентом заполнения для управления полевым МОП-транзистором или биполярным транзистором 120.

При использовании изолированного источника питания может быть повышена безопасность, поскольку входное напряжение схемы электрически изолировано от  
выходного напряжения. Кроме того, использование изолированных источников питания  
45 обеспечивает множественные выходные напряжения, а, кроме того, выход можно сконфигурировать как на положительную, так и на отрицательную полярность.

Настоящее изобретение нацелено на обеспечение улучшенной системы для восприятия уровня жидкости в сосуде, в которой цепь управления запитывается от неизолированного

источника питания переменного тока. Это объясняется с помощью фигур 2-9.

Фигура 2 представляет собой блок-схему, иллюстрирующую компоненты системы 10 для восприятия уровня жидкости в сосуде в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

5 Система 10 содержит неизолированный источник 11 питания, емкостный чувствительный зонд 12, цепь 15 управления и емкость 19. Цепь 15 управления содержит блок 13 контроллера и блок 14 преобразования.

В этом варианте осуществления неизолированный источник 11 питания представляет собой импульсный источник питания. Дальнейшие технические детали неизолированного источника 11 питания будут объяснены более подробно со ссылкой на цепи преобразователей, показанные на фигурах 7-9.

10 Блок 14 преобразования запитывается от неизолированного источника 11 питания и выполнен с возможностью преобразования сигнала входного напряжения переменного тока из сети питания в переходящий через ноль сигнал переменного тока прямоугольной формы.

Следует понимать, что переходящий через ноль сигнал представляет собой сигнал прямоугольной формы, содержащий передние фронты RE и задние фронты FE.

Передний фронт RE является точкой пересечения ноля переходящим через ноль сигналом, в которой прямоугольная форма возрастает с низкого уровня до высокого уровня.

20 Задний фронт FE является точкой пересечения ноля переходящим через ноль сигналом, в которой сигнал прямоугольной формы падает с высокого уровня до низкого уровня.

Передний фронт RE переходящего через ноль сигнала соответствует точке пересечения ноля сигналом входного напряжения переменного тока, в которой синусоида спадает.

Задний фронт FE переходящего через ноль сигнала соответствует точке пересечения ноля сигналом входного напряжения переменного тока, в которой синусоида растет. Это связано с тем, что переходящий через ноль сигнал переменного тока является обратным сигналу входного напряжения переменного тока.

30 Следует иметь в виду, что существует ряд различных типов цепи, используемой для генерации переходящего через ноль сигнала переменного тока, который является синфазным с входным напряжением переменного тока.

Эти пересекающие ноль фронты (точки пересечения ноля) переходящего через ноль сигнала детектируются блоком 13 контроллера для того, чтобы использовать их для управления чувствительным конденсатором, который состоит из емкостного чувствительного зонда 12 и по меньшей мере заземленного электропроводящего участка сосуда.

40 Емкостный чувствительный зонд 12 подключен к цепи 15 управления и выполнен таким образом, что он действует в качестве первого электрода (E1) чувствительного конденсатора при использовании в сочетании с заземленным электропроводящим участком сосуда, который действует в качестве второго электрода (E2) чувствительного конденсатора.

Емкость 19 расположена электрически последовательно между цепью 15 управления и емкостным чувствительным зондом 12. Функция емкости 19 более подробно будет объяснена ниже.

Измерение емкостного восприятия осуществляется с использованием конденсатора (электроды E1 и E2) датчика в соответствии с переходящим через ноль сигналом.

Подробное управление операцией емкостного восприятия будет объяснено более подробно со ссылкой на фигуры 3-6.

5 Фигура 3 представляет собой условную схему, иллюстрирующую более подробную конфигурацию системы 10 по фигуре 2 в соответствии с вариантом осуществления изобретения.

В этом варианте осуществления неизолированный источник 11 питания переменного тока и цепь 15 управления, как показано на фигуре 2, обеспечены, например, в узле 18 печатной платы. На фигуре 3 также показаны емкостный чувствительный зонд 12 и сосуд 16.

10 В этом варианте осуществления неизолированный источник 11 питания переменного тока представляет собой импульсный источник питания, подключенный к линиям Фаза 20 и Нейтраль 22. Неизолированный источник 11 питания по фигуре 3 имеет ту же самую функцию, что и неизолированный источник питания 11 по фигуре 2. Дополнительные технические детали неизолированного источника питания 11 будут  
15 более подробно объяснены со ссылкой на цепи преобразователей, показанные на фигурах 7-9.

В альтернативных вариантах осуществления настоящего изобретения неизолированный источник 11 питания переменного тока является одним из емкостного источника питания и резистивного источника питания.

20 Узел 18 печатной платы содержит емкость 19, которая в этом варианте осуществления содержит по меньшей мере один фильтрующий конденсатор (C1, C2), подключенный последовательно с емкостным чувствительным зондом 12 и цепью 15 управления. Фильтрующий конденсатор преимущественно содержит первый конденсатор C1 и второй конденсатор C2. В этом варианте осуществления конденсаторы C1 и C2 могут  
25 иметь номиналы, которые изменяется в диапазоне от 100 пФ до 4700 пФ.

Кроме того, в этом варианте осуществления последовательно с конденсаторами C1 и C2 также расположен первый резистор. Однако в других вариантах осуществления первый резистор R1 может не быть необходимым. Номинал первого резистора R1 может изменяться в диапазоне от 10 Ом до 10 кОм.

30 В этом варианте осуществления неизолированный источник 11 питания подключен между линиями Фаза 20 и Нейтраль 22. Линия Фаза проводит переменный ток между электрической сетью и прибором. Линия Нейтраль также проводит переменный ток между электрической сетью и прибором. Линия Нейтраль соединена с землей и поэтому имеет почти тот же самый электрический потенциал, что и земля.

35 Как обсуждено в отношении фигуры 2, цепь 15 управления выполнена с возможностью преобразования входного напряжения переменного тока (например, от сети питания) в переходящий через ноль прямоугольный сигнал переменного тока. Этот переходящий через ноль прямоугольный сигнал используется для управления операцией емкостного восприятия чувствительного конденсатора, который образован  
40 из емкостного чувствительного зонда 12 в качестве первого электрода E1 и по меньшей мере заземленного электрически проводящего участка сосуда 16 в качестве второго электрода E2.

В изолированном источнике питания вторичная цепь считается частью не под напряжением, и пользователь может безопасно касаться/иметь доступ ко вторичной  
45 цепи. В неизолированном источнике питания первичную и вторичную цепь электрически соединяет общая земля. Поэтому в неизолированном источнике питания вторичная цепь считается частью под напряжением, и она не должна быть доступна для пользователя.

В этом варианте осуществления сосуд 16 представляет собой котел или находящийся под давлением парогенератор.

Первый конденсатор С1 и второй конденсатор С2 являются фильтрующими конденсаторами. В этом варианте осуществления первый конденсатор С1 и второй конденсатор С2 являются Y-конденсаторами. Конденсаторы класса Y являются фильтрующими конденсаторами сети, которые подпадают под требования безопасности Европейских стандартов на бытовые электроприборы. Использование первого конденсатора С1 и второго конденсатора С2 предназначено для изоляции емкостного чувствительного зонда от находящейся под напряжением части электронной схемы. Поэтому первый конденсатор С1 и второй конденсатор С2 обеспечивают защитный импеданс. Те компоненты, которые расположены после защитного импеданса, не считаются частью под напряжением и, следовательно, могут быть доступны пользователю.

Соответственно, при использовании неизолированного источника питания в системе для восприятия уровней жидкости требования безопасности могут быть выполнены.

Заметим, что показанный на фигуре 3 конденсатор  $C_t$  представляет собой просто визуальное представление емкости, обусловленной жидкостью между емкостным чувствительным зондом 12 и заземленным электрически проводящим участком сосуда 16, а не реальный физический конденсатор в этой системе.

В альтернативных вариантах осуществления настоящего изобретения весь сосуд 16 действует как второй электрод Е2 чувствительного конденсатора. В таких вариантах осуществления весь сосуд 16 является электрически проводящим и электрически заземленным.

В этом варианте осуществления использование переходящего через ноль сигнала способствует разрешению проблемы шума переменного тока, если линия Фаза использована в качестве общего дискретного выхода. Однако варианты осуществления настоящего изобретения не ограничиваются этим. В других компоновках, если общим дискретным выходом всегда является линия Нейтраль, то использование переходящего через ноль сигнала таким образом не важно.

Фигуры 4А и 4В представляют собой принципиальные схемы, иллюстрирующие операцию емкостного восприятия с использованием технологии переноса заряда. В общих словах, такая технологии переноса заряда работает при приложении импульсного напряжения к последовательному соединению конденсатора  $C_x$  и конденсатора  $C_s$ . Конденсатор  $C_s$  накапливает заряды по ряду импульсов переноса заряда, и величина заряда, переданного конденсатору  $C_s$  каждым импульсом, зависит от  $C_x$ .

Фигура 4А представляет собой упрощенное представление емкостного восприятия системой 10, когда емкостный чувствительный зонд 12 не находится в контакте с жидкостью в сосуде 16.

Фигура 4В представляет собой упрощенное представление емкостного восприятия системой 10, когда емкостный чувствительный зонд 12 находится в контакте с жидкостью в сосуде 16.

Как видно на фигуре 4А, между источником напряжения VDD и землей 25 подключены конденсатор  $C_s$  и конденсатор  $C_x$ . Конденсатор  $C_s$  представляет собой дискретный конденсатор, и он является физическим конденсатором в узле 18 печатной платы, как показано на фигуре 3. Конденсатор  $C_s$  может иметь номинал от 1 нФ до 100 нФ. Конденсатор  $C_x$  является виртуальным конденсатором, который представляет емкость между емкостным чувствительным зондом 12 и заземленным электрически проводящим участком сосуда 16.

На фигуре 4В в дополнение к конденсатору Cs и конденсатору Cx, которые описаны в предыдущем абзаце в отношении фигуры 4А, обеспечен конденсатор Ct, подключенный параллельно обеспеченному в цепи конденсатору Cx. Этот конденсатор Ct представляет емкость, обусловленную имеющейся в сосуде 16 жидкостью (как показано на фигуре 3), которая действует как диэлектрик между емкостным чувствительным зондом 12 и заземленным электрически проводящим участком сосуда 16.

Конденсатор Cs представляет собой дискретный конденсатор в узле 18 печатной платы (это реальный конденсатор с номиналом в диапазоне 1 нФ ~ 100 нФ). Конденсатор Cx является виртуальным конденсатором, который представляет емкость между чувствительным зондом и заземленным металлическим корпусом котла. Обычно отношение Cs/Cx находится, например, в диапазоне около 1000:1.

Как пояснялось выше по отношению к фигуре 3, емкостный чувствительный зонд 12 действует в качестве первого электрода E1 чувствительного конденсатора, а заземленный электрически проводящий участок сосуда 16 действует в качестве второго электрода E2 чувствительного конденсатора. На фигуре 4В чувствительный конденсатор представлен конденсатором Ct, подключенным параллельно конденсатору Cx и между источником напряжения VDD и землей.

Фигура 4С показывает схематичную компоновку контроллера 15, первого резистора R1, конденсаторов C1, C2, емкостного чувствительного зонда 12 и сосуда 16. На фигуре 4С уровень жидкости находится ниже емкостного чувствительного зонда 12, при этом показана виртуальная емкость Cx. Это виртуальная емкость между емкостным чувствительным зондом 12 и сосудом 16. Как обсуждалось, емкость Cs - это реальный конденсатор с номиналом от 1 до 100 нФ. Емкость Cs гораздо больше, чем емкость Cx, и отношение Cs/Cx может составлять около 1000:1.

В варианте осуществления, показанном на фигуре 4С, контроллер 15 содержит три переключателя S1, S2 и S3, хотя варианты осуществления изобретения не ограничены такой компоновкой. В этом варианте осуществления переключатели S1, S2 и S3 являются КМОП-транзисторами. Переключатель S1 подсоединен между узлом N1 и землей GND. Один из электродов конденсатора Cs подключен к узлу N1. Переключатель S2 подсоединен между источником напряжения VDD и узлом N2, а переключатель S3 подсоединен между землей GND и узлом N2. Другой из электродов конденсатора Cs подключен к узлу N2. При соответствующем управлении переключателями S1, S2 и S3 в виртуальную емкость Cx через емкость Cs может переноситься заряд.

Сигнал, полученный блоком 13 контроллера, выражается в числе счетов (счет сигналов). Счет сигналов представляет собой число импульсов, которые он содержит в соответствии с напряжением на конденсаторе Cs, то есть Vcs, для достижения порогового уровня. Поскольку каждый импульс увеличивает величину заряда, то Vcs возрастает все быстрее. Пороговый уровень задан в соответствии с назначением системы. Когда емкостный чувствительный зонд 12 находится в контакте с жидкостью в сосуде 16, то счет сигналов становится меньше по сравнению с тем случаем, когда емкостный чувствительный зонд 12 не находится в контакте с жидкостью в сосуде 16. Это обусловлено тем, что когда емкостный чувствительный зонд 12 находится в контакте с жидкостью в сосуде, емкость конденсатора Ct подключена параллельно конденсатору Cx (сравни фигуры 4А и 4В) и заряд в конденсаторе Cs нарастает быстрее. В результате, при контроле счета сигналов, требуемых для достижения напряжением на конденсаторе Cs порогового уровня, блок 13 контроля может определить, находится ли емкостный чувствительный зонд в контакте с жидкостью в сосуде 16. Генерация и счет импульсов могут выполняться с использованием технологии на основе переноса заряда.

В качестве примера, когда емкостный чувствительный зонд 12 находится в контакте с жидкостью в сосуде 16, счет сигналов составляет 300. Когда емкостный чувствительный зонд 12 не находится в контакте с жидкостью в сосуде 16, счет сигналов становится 600. Таким образом, при сравнении счета сигналов можно определить, находится ли емкостный чувствительный зонд 12 в контакте с жидкостью в сосуде 16. Следовательно, система восприятия может детектировать, находится ли вода выше или ниже определенного уровня (на основе положения зонда).

На переднем фронте RE переходящего через ноль сигнала разность потенциалов между напряжением VDD и землей является положительной и увеличивается, что в свою очередь, будет увеличивать величину заряда, переносимого в каждом импульсе. Следовательно, для того чтобы напряжение Vcs достигло порогового уровня, требуется меньше импульсов (то есть меньше времени). С другой стороны, на заднем фронте FE переходящего через ноль сигнала разность потенциалов между напряжением VDD и землей является отрицательной. Это уменьшает величину заряда, переносимого в каждом импульсе, что означает, что требуется больше импульсов (то есть больше времени) для того, чтобы напряжение Vcs достигло порогового уровня. В результате влияние разности потенциалов между напряжением VDD и землей на счет сигналов будет увеличивать счет сигналов и приводит к неточному и ненадежному счету сигналов.

Другими словами, влияние разности потенциалов между напряжением VDD и землей по заднему фронту FE приводит к увеличению счета сигналов, измеренного, когда емкостный чувствительный зонд 12 находится в контакте с жидкостью в сосуде 16, а в некоторых случаях, когда емкостный чувствительный зонд 12 не находится в контакте с жидкостью в сосуде 16, даже к превышению счета сигналов. Например, счет сигналов, измеренный по заднему фронту FE, когда емкостный чувствительный зонд 12 находится в контакте с жидкостью в сосуде 16, может составлять 650, в то время как счет сигналов, измеренный по заднему фронту FE, когда емкостный зонд 12 не находится в контакте с жидкостью в сосуде 16, равен 600. В этом примере блок 13 контроля не способен различить при сравнении счета сигналов, находится ли емкостный чувствительный зонд 12 в контакте с жидкостью в сосуде 16 или нет.

Следовательно, в настоящем изобретении предпочтительно, чтобы емкостное восприятие осуществлялось по передним фронтам RE переходящего через ноль сигнала (или сразу же после этого).

Тем не менее, в альтернативных вариантах осуществления настоящего изобретения емкостные чувствительные измерения могут выполняться при прохождении заднего фронта переходящего через ноль сигнала.

В некоторых вариантах осуществления контроллер получает результат восприятия с помощью вызова соответствующей библиотеки восприятия. Однако, когда вызов библиотеки может быть важен, потому что если восприятие (то есть, вызов библиотеки) запущено в неправильный момент времени, то на восприятие может повлиять и привести к неверному результату шум заземления переменного тока (обусловленный неизолированным источником питания). Было обнаружено, что когда восприятие осуществляется по переднему фронту переходящего через ноль сигнала, получают более точный сигнал, потому что шум заземления переменного тока может даже способствовать усилению сигнала, в то время как при восприятии по заднему фронту шум заземления переменного тока ослабляет сигнал и даже может привести к неправильному сигналу восприятия. Поэтому варианты осуществления изобретения могут использовать переходящий через ноль сигнал для управления шумом заземления переменного тока, чтобы получить точный сигнал емкостного восприятия.

Фигура 5 представляет собой график, иллюстрирующий землю, общий дискретный выход (линия Фаза, 50 Гц) и переходящий через ноль сигнал во времени.

Как показано на фигуре 5, изменения сигнала  $V_{\text{земля}}$  30 земли, сигнала 31 общего дискретного выхода и переходящего через ноль сигнала 32 показаны на графике в виде

5 напряжения в зависимости от времени (мс). В этом варианте осуществления линия Фаза в конфигурации цепи используется в качестве общего дискретного выхода. Следовательно, сигнал земли изменяется похожим образом, как напряжение переменного тока в отношении общего дискретного выхода. На графике в качестве опорного

10 приведен также уровень напряжения VDD 33 питания. На переднем фронте RE переходящего через ноль сигнала 32 разность между сигналом напряжения питания и сигналом земли ( $V_{\text{DD}} - V_{\text{земли}}$ ) является положительной и увеличивающейся. Поэтому, как пояснялось со ссылкой на фигуры 4А и 4В, величина

15 заряда, передаваемого в каждом импульсе, увеличивается, и соответственно требуется меньше импульсов (то есть меньше времени) для того, чтобы напряжение на конденсаторе Cs (то есть Vcs) достигло порогового уровня. На заднем фронте FE переходящего через ноль сигнала разность между сигналом

20 напряжения питания и сигналом земли ( $V_{\text{DD}} - V_{\text{земли}}$ ) отрицательна. Как пояснялось со ссылкой на фигуры 4А и 4В, это уменьшает величину заряда, передаваемого в каждом импульсе, что означает, что требуется больше импульсов (то есть больше времени) для того, чтобы напряжение Vcs достигло порогового уровня.

Это может быть проиллюстрировано ссылкой на следующее уравнение 1:

$$V_{cs_i} = \{(V_{\text{DD}} - V_{\text{земли}}) - V_{cs_{(i-1)}}\} \times C_x / (C_s + C_x) + V_{cs_{(i-1)}},$$

где  $V_{cs_i}$  представляет собой напряжение дискретного конденсатора, VDD

25 представляет собой напряжение питания,  $V_{\text{земли}}$  представляет собой напряжение земли,  $V_{cs_{(i-1)}}$  представляет собой напряжение дискретного конденсатора (предшествующего); Cs представляет собой дискретную емкость; а  $C_x$  представляет собой емкость электрода по отношению к земле (виртуальная).

30 Изобретение относится также к способу детектирования уровня жидкости системой, содержащей емкостный чувствительный зонд 12, цепь 15 управления, выполненную с возможностью получения напряжения переменного тока из сети питания, и

35 неизолированный источник 11 питания переменного тока, а также по меньшей мере один фильтрующий конденсатор C1, C2, подключенный последовательно с емкостным чувствительным зондом 12 и цепью 15 управления. Способ включает этапы:

- использования цепи 15 управления для преобразования напряжения переменного тока из сети питания в переходящий через ноль сигнал,

40 - осуществления емкостного восприятия с использованием емкостного чувствительного зонда 12 в момент времени, определенный переходящим через ноль сигналом.

Фигура 6 представляет собой подробную блок-схему последовательности операций способа, иллюстрирующую способ восприятия уровня жидкости в системе для восприятия уровня жидкости в сосуде в соответствии с вариантом осуществления

45 настоящего изобретения. На этапе S1 блок-схемы последовательности операций способа начинается операция выполнения измерения восприятия уровня жидкости в системе. Синусоидальная волна переменного тока (например, из сети питания) преобразуется в прямоугольную волну низкого напряжения, то есть в переходящий через ноль сигнал.

На этапе S2 переходящий через ноль сигнал переменного тока подается в блок 13 контроллера цепи 15 управления. Переходящий через ноль сигнал используется для управления, когда блок 13 контроллера детектирует уровень жидкости, используя измерение восприятия от емкостного чувствительного зонда 12.

5 На этапе S3 блоком 13 контроллера цепи 15 управления в переходящем через ноль сигнале переменного тока детектируется передний фронт RE или задний фронт FE.

Как пояснялось выше, передний фронт RE представляет собой точку пересечения ноля переходящего через ноль сигнала, в которой прямоугольная волна возрастает от низкого уровня до высокого уровня. Задний фронт FE представляет собой точку  
10 пересечения ноля переходящего через ноль сигнала, в которой прямоугольная волна падает с высокого уровня до низкого уровня. Эти пересекающие ноль фронты детектируются на этапе S3 в переходящем через ноль сигнале для того, чтобы использоваться для управления операцией восприятия уровня жидкости.

На этапе S4 определяется, детектирован ли на этапе S3 передний фронт RE или задний фронт FE. Результат этого определения на этапе S4 будет использован на последующем  
15 этапе S5 для того, чтобы определить, следует ли выполнять измерение емкостного восприятия, то есть запись данных емкостного восприятия чувствительного конденсатора (то есть первого электрода E1 и второго электрода E2).

Для того чтобы обеспечить неизменность влияния сигнала заземления емкостного  
20 чувствительного зонда 12, переходящий через ноль сигнал используется для восприятия одной и той же точки синусоидальной волны цикла входного напряжения переменного тока так, чтобы измерения емкостного восприятия всегда выполнялись в одной и той же точке каждого цикла синусоидальной волны цикла входного напряжения переменного тока. Это гарантирует, что запись данных емкостного восприятия производится в  
25 точках цикла входного напряжения переменного тока, в которых влияние шума переменного тока является минимальным. Таким образом могут быть получены надежные и точные результаты емкостного восприятия.

В настоящем варианте исполнения линия Фаза в конфигурации цепи используется в качестве общего дискретного выхода. В результате сигнал земли изменяется подобным  
30 образом, что и напряжение переменного тока по отношению к общему дискретному выходу. Когда измерение емкостного восприятия выполняется по переднему фронту RE переходящего через ноль сигнала, сигнал земли спадает, и это усиливает сигнал, как это объяснялось в отношении фигуры 5. Когда измерение емкостного восприятия выполняется по заднему фронту FE переходящего через ноль сигнала, сигнал  
35 ослабляется. В результате предпочтительно выполнять измерения емкостного восприятия только по переднему фронту RE переходящего через ноль сигнала для того, чтобы получать надежные данные от емкостного чувствительного зонда 12.

На этапе S5 на основе результатов определения на этапе S4 производится измерение емкостного восприятия. В этом настоящем варианте осуществления, если детектировано,  
40 что точка пересечения ноля входного напряжения переменного тока является точкой переднего фронта, то блок 13 контроллера конфигурируется для управления емкостным чувствительным зондом 12 с осуществлением измерения емкостного восприятия. В этом варианте осуществления это измерение восприятия должно быть завершено до того, как будет детектирован следующий переходящий через ноль сигнал. Другими  
45 словами, в случае напряжения питания 50 Гц время восприятия должно быть в пределах 10 мс. Если детектировано, что точка пересечения ноля входным напряжением переменного тока является точкой заднего фронта, то блок 13 контроллера не осуществляет никакого измерения емкостного восприятия. Другими словами, в этом

варианте осуществления блок 13 контроллера конфигурируется для управления емкостным чувствительным зондом 12 для осуществления измерения емкостного восприятия только во время передних фронтов RE переходящего через ноль сигнала.

5       Посредством применения переходящего через ноль сигнала в системе для восприятия уровней жидкости может быть уменьшен интерференционный шум переменного тока, вводимый при использовании неизолированных источников питания. Это обусловлено тем, что в некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения данные емкостного восприятия записываются во время пересечения ноля (то есть в точке(ах), где входное напряжение переменного тока пересекает ноль), при котором влияние  
10       интерференционного шума переменного тока является минимальным.

      Более того, при выполнении измерений восприятия только по передним фронтам RE переходящего через ноль сигнала влияние шума, обусловленное разностью потенциала между землей и общим дискретным выходом, может быть даже благоприятным, если общим дискретным выходом является линия Фаза. Это обусловлено  
15       тем, что когда емкостное восприятие осуществляется по переднему фронту(ам) переходящего через ноль сигнала, увеличивающаяся разность потенциалов между землей и общим дискретным выходом может усиливать сигнал емкостного восприятия (более быстрый перенос заряда, меньший счет).

      Например, когда общим дискретным выходом является линия Нейтраль, шум  
20       переменного тока уже является минимальным, и передний или задний фронт не имеет никакой разницы. В качестве примера, когда вода не касается зонда, система может получать 600 счетов, а когда касается, система может получать 300 счетов. Если общим дискретным выходом является линия Фаза, то между передним или задним фронтами существует большая разница, и система может получать 150 счетов для переднего  
25       фронта (сигнал усиливается, большая разница по сравнению с сигналом, когда вода не касается зонда) и 500 или даже 650 для заднего фронта (сигнал ослаблен, меньшая разница или даже отрицательный сигнал по сравнению с сигналом, когда вода не касается зонда).

      Стоит отметить, что в альтернативных вариантах осуществления этапы способа  
30       могут быть выполнены в иной последовательности, чем та, которая описана выше, и что некоторые этапы способа могут быть опущены. Например, даже хотя выгодно определять, является ли фронт сигнала передним фронтом или задним фронтом, этот этап (S4) в некоторых альтернативных вариантах осуществления может быть не обязательным. В этих альтернативных вариантах осуществления измерения емкостного  
35       восприятия выполняются по обоим, и по передним фронтам, и по задним фронтам переходящего через ноль сигнала. В другом примере, если общим дискретным выходом является линия Нейтраль, то детектирование переднего/заднего фронта переходящего через ноль сигнала не является критическим, поскольку шум переменного тока уже минимальный.

40       Как говорилось, в некоторых вариантах осуществления изобретения контроллер запускает процесс восприятия, спустя  $n$  миллисекунд после обнаружения точки пересечения ноля переходящего через ноль сигнала. В некоторых вариантах осуществления  $n=0$ , что означает, что восприятие запущено точно в точке пересечения ноля. Однако в других вариантах осуществления из-за иной конструкции или  
45       архитектуры возможно запускать восприятия с некоторой задержкой (например, 3 мс, 5 мс или 7 мс) после детектирования точки пересечения ноля. Другими словами, варианты осуществления могут использовать переходящий через ноль сигнал в качестве опорной точки, а фактическая временная привязка детектирования может быть любой точкой

между двумя точками пересечения ноля, что определяется отдельным применением.

Варианты осуществления изобретения могут использовать множество методик емкостного восприятия, например, осуществляющих запуск на основе сигнала пересечения ноля. Например, варианты осуществления изобретения могут использовать датчик емкостного поля с сигма-дельта модулятором (см. US 8089289 B1), емкостный датчик, использующий генераторы релаксационных колебаний (см. US 7307485 B1), или способы измерения или системы для измерения емкости, использующие методы зарядки постоянным током (см. US 3761805 A).

Теперь обратимся к фигурам 7-9, которые представляют собой цепи силового преобразователя, предназначенные для реализации в системе для восприятия уровня жидкости в сосуде в соответствии с вариантами осуществления настоящего изобретения. В отличие от базового изолированного импульсного источника питания, который показан на фигуре 1, эти цепи преобразователя являются неизолированными, что означает, что при реализации в системе между входом и выходом нет никакого изолирующего барьера. Следовательно, неизолированные источники питания по фигурам 7-9 являются возможными примерами неизолированного источника питания, показанного на фигуре 1.

Как показано на фигурах 7-9,  $V_{in}$  представляет собой входное напряжение,  $V_{out}$  представляет собой выходное напряжение. В практических компоновках  $V_{in}$  может быть линией Фаза,  $V_o$  может быть напряжением VDD питания, а линия Нейтраль может быть заземлением.

Фигура 7 представляет собой принципиальную схему цепи понижающего преобразователя в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

Как показано на фигуре 7, понижающий преобразователь содержит схему управления, переключающий транзистор TR1 и компенсационную схему, содержащую диод D1, катушку индуктивности L1 и конденсатор C<sub>o</sub>.

Когда переключающий транзистор TR1 включен, электроэнергия протекает непосредственно на выходные выводы. Это напряжение должно также проходить через катушку индуктивности L1, что вызовет в ней нарастание тока, почти таким же образом, каким заряжается конденсатор. Когда переключающий транзистор TR1 выключен, накопленный в катушке индуктивности ток создаст на диоде D1 напряжение прямого смещения, которое сделает его шунтирующим (обратным) диодом и обусловит подачу тока в нагрузку, которая подключена к выходным выводам.

Фигура 8 представляет собой принципиальную схему повышающего преобразователя в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

Как показано на фигуре 8, повышающий преобразователь содержит схему управления, переключающий транзистор TR1, диод D1, катушку индуктивности L1 и конденсатор C<sub>o</sub>.

По сравнению с понижающим преобразователем по фигуре 7 переключающий транзистор TR1 перенесен в точку после катушки индуктивности L1 и подключен непосредственно к положительной и отрицательной линиям выхода. Шунтирующий диод D1 подключен последовательно и создается обратное смещение с помощью катушки индуктивности L1. Конденсатор C<sub>o</sub> для обеспечения фильтрации остается подключенным параллельно выводам выходного напряжения.

Фигура 9 представляет собой принципиальную схему комбинированного преобразователя в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

Как показано на фигуре 9, комбинированный преобразователь содержит схему управления, переключающий транзистор TR1, диод D1, катушку индуктивности L1 и

конденсатор  $C_0$ .

Переключающий транзистор TR1 подключен последовательно, как в понижающем преобразователе по фигуре 7, и по сравнению с понижающим преобразователем по фигуре 7 катушка индуктивности L1 перенесена в положение, в котором она подключена параллельно выходным выводам.

Переключающий транзистор TR1 управляет напряжением на выходе этой цепи. Когда он включен, катушка индуктивности L1 будет накапливать электроэнергию. Когда переключающий транзистор TR1 выключен, накопленная электроэнергия будет достаточно большой для обеспечения прямого смещения диода и передачи напряжения на выходные выводы. Поскольку эта цепь основным назначением имеет работу в качестве как понижающего, так и повышающего преобразователей, это значит, что выходное напряжение может регулироваться как выше, так и ниже уровня входного напряжения. По этой причине комбинированный преобразователь более популярен. Формы сигналов цепи такого типа подобны формам сигналов повышающего преобразователя.

При сравнении показанного на фигуре 1 изолированного источника питания с показанными на фигурах 7-9 неизолированными источниками питания можно видеть, что в неизолированных источниках питания требуется меньше компонентов. Поэтому затраты, связанные с построением схемы, использующей неизолированный источник питания, могут быть снижены.

В конфигурациях с неизолированными источниками питания входное напряжение и выходное напряжение не являются электрически изолированными, поэтому для некоторых применений могут потребоваться элементы безопасности для разделения между собой входного напряжения и выходного напряжения. В некоторых вариантах осуществления это достигается использованием двух конденсаторов класса Y (Y-конденсаторы), как объяснено выше в отношении первого конденсатора C1 и второго конденсатора C2 на фигуре 3.

Использование для контроллера неизолированного источника питания позволяет использовать меньше компонентов, чем при использовании изолированного источника питания, и поэтому такая система дешевле системы, использующей изолированный источник питания. Использование фильтрующего конденсатора (то есть Y-конденсатора) для изолирования зонда и цепи управления предотвращает проблему, связанную с током утечки на землю. Кроме того, другое преимущество этой конфигурации состоит в том, что при применении фильтрующего конденсатора (то есть Y-конденсатора) для обеспечения изоляции может быть использован более дешевый неизолированный источник питания.

Следует отметить, что применение неизолированных источников питания, как ожидается, приведет к введению в систему восприятия интерференционного шума переменного тока. Чтобы преодолеть эту проблему, переходящий через ноль сигнал может использоваться таким образом, чтобы данные емкостного восприятия записывались только в точках пересечения ноля сигналом входного напряжения переменного тока, в которых интерференционный шум переменного тока является минимальным или благоприятен для емкостного восприятия. Следовательно, варианты осуществления настоящего изобретения могут обеспечить системы восприятия, которые связаны с преимуществами использования неизолированных источников питания с точки зрения стоимости, одновременно уменьшая проблемы интерференционного шума переменного тока.

Следует отметить, что термин "содержащий" не исключает других элементов или

этапов и что признак единственного числа не исключает множества. Единственный процессор может выполнять функции нескольких элементов, перечисленных в формуле изобретения. Тот простой факт, что некоторые меры перечислены во взаимно различных зависимых пунктах формулы изобретения, не указывает на то, что не может быть использована с преимуществом комбинация этих мер. Любые ссылочные позиции в формуле изобретения не должны толковаться как ограничивающие объем формулы изобретения.

(57) Формула изобретения

10 1. Система (10) для восприятия уровня жидкости в сосуде (16), содержащая:  
- емкостный чувствительный зонд (12) для восприятия электрической емкости между емкостным чувствительным зондом (12) и электрически проводящим участком сосуда (16);

15 - цепь (15) управления, подключенную к емкостному чувствительному зонду (12), для детектирования уровня жидкости в сосуде (16) на основе упомянутой электрической емкости;

- неизолированный источник (11) питания переменного тока, выполненный с возможностью подачи питания на цепь (15) управления, при этом неизолированный источник (11) питания переменного тока имеет электрическое соединение между своим входом и своим выходом; и

20 - по меньшей мере один фильтрующий конденсатор (C1, C2), подключенный последовательно между емкостным чувствительным зондом (12) и цепью (15) управления.

25 2. Система (10) по п. 1, в которой цепь (15) управления выполнена с возможностью приема от сети питания напряжения переменного тока и преобразования этого напряжения переменного тока в переходящий через ноль сигнал, используемый для запуска емкостного восприятия.

30 3. Система (10) по п. 2, в которой емкостное восприятие запускается с временной задержкой после детектирования точки пересечения ноля переходящим через ноль сигналом, при этом временная задержка представляет собой заданное значение или диапазон.

4. Система (10) по любому из пп. 1-3, в которой цепь (15) управления выполнена с возможностью осуществления измерения емкостного восприятия по переднему фронту и/или по заднему фронту переходящего через ноль сигнала.

35 5. Система (10) по любому из предшествующих пунктов, в которой цепь (15) управления выполнена с возможностью детектирования того, является ли фронт переходящего через ноль сигнала передним фронтом или задним фронтом, и детектирования уровня жидкости в сосуде (16) на основе электрической емкости емкостного чувствительного зонда (12), исходя из результатов упомянутого детектирования.

40 6. Система (10) по любому из пп. 1-5, в которой упомянутый по меньшей мере один фильтрующий конденсатор (C1, C2) является Y-конденсатором.

7. Система (10) по любому из предшествующих пунктов, в которой неизолированный источник (11) питания переменного тока является по меньшей мере одним из импульсного источника питания, емкостного источника питания и резистивного источника питания.

8. Система (10) по любому из предшествующих пунктов, в которой цепь (15) управления и неизолированный источник (11) питания переменного тока расположены

в узле (18) печатной платы.

9. Система (10) по любому из пп. 1-8, в которой емкостный чувствительный зонд (12) действует в качестве первого электрода (E1) чувствительного конденсатора, а заземленный электрически проводящий участок сосуда (16) действует в качестве второго электрода (E2) чувствительного конденсатора.

10. Система котла, содержащая сосуд (16) и систему (10) по любому из пп. 1-9, в которой емкостный чувствительный зонд (12) расположен в пределах сосуда и электрически изолирован от сосуда.

11. Способ детектирования уровня жидкости в системе, содержащей емкостный чувствительный зонд (12), цепь (15) управления, выполненную с возможностью получения напряжения переменного тока из сети питания, и неизолированный источник (11) питания переменного тока, выполненный с возможностью подачи питания на цепь (15) управления, при этом неизолированный источник (11) питания переменного тока имеет электрическое соединение между своим входом и своим выходом, и по меньшей мере один фильтрующий конденсатор (C1, C2), подключенный последовательно между емкостным чувствительным зондом (12) и цепью (15) управления, при этом способ включает:

- использование цепи (15) управления для преобразования напряжения переменного тока из сети питания в переходящий через ноль сигнал, и
- осуществление емкостного восприятия с использованием емкостного чувствительного зонда (12) в момент времени, определенный переходящим через ноль сигналом.

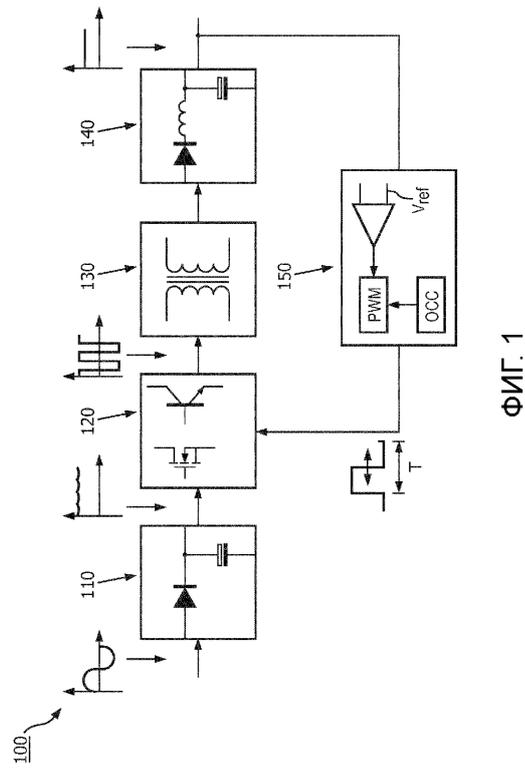
25

30

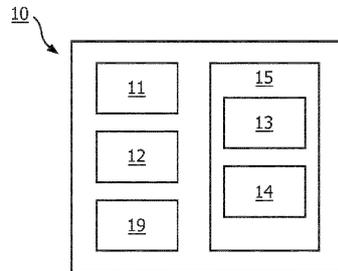
35

40

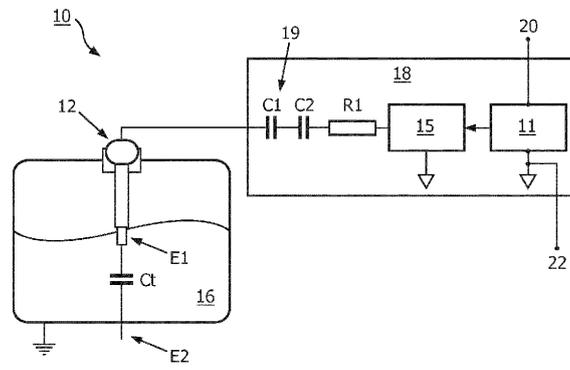
45



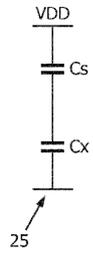
ФИГ. 1



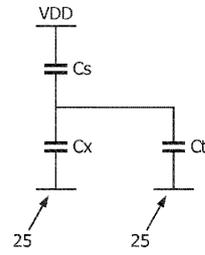
ФИГ. 2



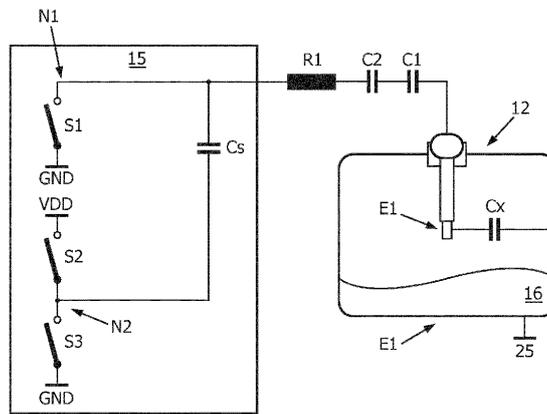
ФИГ. 3



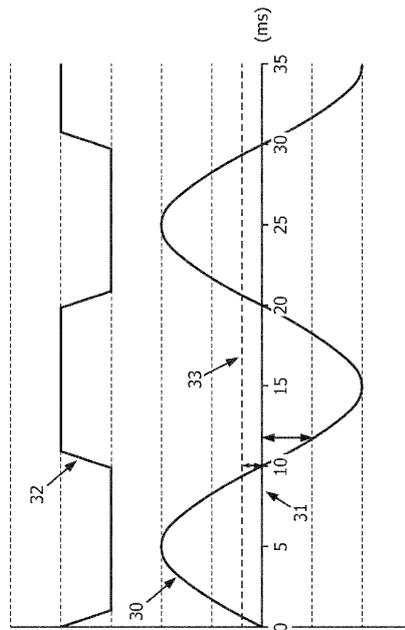
ФИГ. 4А



ФИГ. 4В

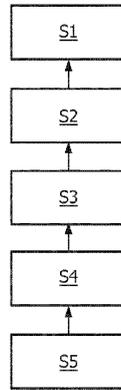


ФИГ. 4С

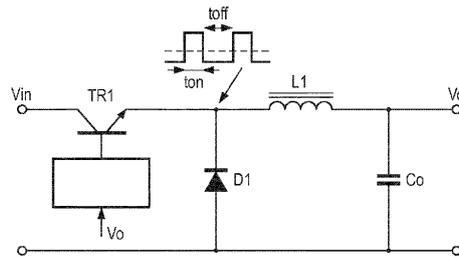


ФИГ. 5

5/6

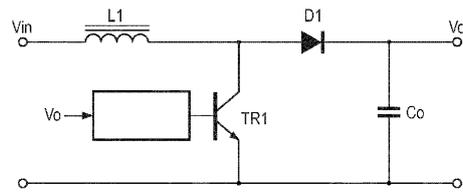


ФИГ. 6

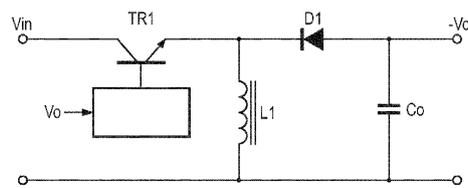


ФИГ. 7

6/6



ФИГ. 8



ФИГ. 9