

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 202391595 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2023.07.28

(51) Int. Cl. G01R 19/155 (2006.01)
G01R 31/327 (2006.01)
G01R 15/06 (2006.01)
G01R 15/16 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2021.12.06

(54) ДАТЧИК НАПРЯЖЕНИЯ

(31) 2020140169

(72) Изобретатель:

(32) 2020.12.07

Малаховский Сергей Иванович,
Соколов Дмитрий Анатольевич (RU)

(33) RU

(86) PCT/RU2021/050418

(74) Представитель:

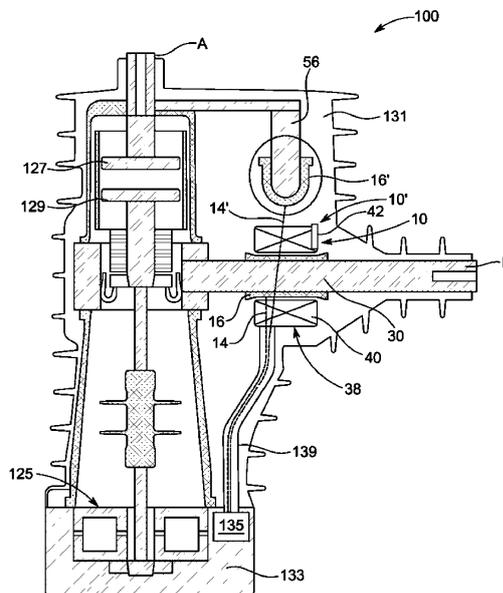
(87) WO 2022/124942 2022.06.16

Харин А.В., Буре Н.Н., Стойко Г.В.,
Галухина Д.В., Алексеев В.В. (RU)

(71) Заявитель:

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "ГРУППА
КОМПАНИЙ ТЭЛ" (RU)

(57) Датчик напряжения содержит конфигурацию делителя напряжения с первым и вторым участками схемы, обеспечивающими первый и второй импедансы. Первый и второй участки схемы выполнены таким образом, что температурная зависимость второго импеданса согласуется с температурной зависимостью первого импеданса в пределах диапазона рабочих температур. Компонент импеданса второго участка схемы и компонент импеданса первого участка схемы совместно размещены друг с другом или иным образом расположены в одном или более местоположениях, которые при применении подвергаются воздействию по существу одной и той же температуры. Датчик напряжения демонстрирует повышенную точность в сравнении с датчиками напряжения без компенсации влияния температуры и также может демонстрировать повышенную точность в сравнении с датчиками напряжения с компенсацией влияния температуры, которые основаны на измерении температуры, поскольку измерение температуры может быть источником ошибки.



A1

202391595

202391595

A1

ДАТЧИК НАПРЯЖЕНИЯ

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

Настоящее изобретение относится к датчикам напряжения. Изобретение относится, в частности, но не исключительно к датчикам напряжения для коммутационной аппаратуры.

ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Датчики напряжения могут содержать компоненты, работа которых является температурно-зависимой и таким образом технические характеристики датчика напряжения также могут быть температурно-зависимыми. Для некоторых областей применения влияние температуры на технические характеристики датчика напряжения не является существенным и может быть проигнорировано. Однако, для других областей применения, включая автоматы повторного включения, прерыватели цепи (автоматические выключатели) и другую коммутационную аппаратуру для систем электроснабжения, важно, чтобы работа датчика напряжения была точной во всем диапазоне рабочих температур.

Компенсация влияния температуры в датчике напряжения может быть выполнена путем измерения рабочей температуры во время применения и с помощью соответствующим образом запрограммированного контроллера, чтобы регулировать вывод датчика на основании измеренной температуры и температурных характеристик соответствующих компонентов датчика. Однако, это относительно сложное и дорогое решение, не в последнюю очередь потому, что оно требует применения датчиков температуры в каждом местоположении, в котором находится температурно-зависимый компонент.

Было бы желательно смягчить проблемы, обозначенные выше.

КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ СУЩНОСТИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Согласно первому аспекту изобретение предоставляет датчик напряжения, содержащий: ввод напряжения; вывод напряжения; источник опорного напряжения; первый участок схемы, соединенный между указанным вводом напряжения и указанным выводом напряжения, причем указанный первый участок схемы содержит по меньшей

мере один компонент импеданса, обеспечивающий первый импеданс, который является температурно-зависимым; и второй участок схемы, соединенный между указанным выводом напряжения и указанным источником опорного напряжения, причем указанный второй участок схемы содержит по меньшей мере один компонент импеданса, обеспечивающий второй импеданс, который является температурно-зависимым, при этом указанные первый и второй участки схемы выполнены таким образом, что температурная зависимость указанного второго импеданса согласуется с температурной зависимостью указанного первого импеданса по меньшей мере в пределах диапазона рабочих температур, и при этом указанный по меньшей мере один компонент импеданса указанного второго участка схемы и указанный по меньшей мере один компонент импеданса указанного первого участка схемы располагаются в одном или более местоположениях, которые, при применении, подвергаются воздействию по существу одной и той же температуры.

Предпочтительно, указанный по меньшей мере один компонент импеданса указанного первого участка схемы содержит единственный конденсатор, причем указанный первый импеданс представляет собой первую емкость, которая обеспечивается указанным конденсатором, или причем указанный по меньшей мере один компонент импеданса указанного первого участка схемы содержит единственный резистор, причем указанный первый импеданс представляет собой первое активное соединение, которое обеспечивается указанным резистором.

Необязательно, указанный по меньшей мере один компонент импеданса указанного первого участка схемы содержит конденсатор или другой компонент импеданса, который имеет форму и размер, подходящие для монтажа на электрический проводник.

Необязательно, указанный по меньшей мере один компонент импеданса указанного первого участка схемы имеет стаканообразную форму.

Необязательно, указанный по меньшей мере один компонент импеданса указанного второго участка схемы содержит единственный конденсатор, причем указанный второй импеданс представляет собой вторую емкость, которая обеспечивается указанным конденсатором, или причем указанный по меньшей мере один компонент импеданса указанного второго участка схемы содержит единственный резистор, причем указанный

второй импеданс представляет собой второе активное сопротивление, которое обеспечивается указанным резистором.

5 Не обязательно, указанный конденсатор или другой компонент импеданса указанного второго участка схемы имеет температурно-зависимую характеристику емкости или импеданса, которая согласуется с температурно-зависимой характеристикой емкости или импеданса указанного конденсатора или другого компонента импеданса указанного первого участка схемы по меньшей мере в указанном диапазоне рабочих температур.

10

Не обязательно, указанный по меньшей мере один компонент импеданса указанного второго участка схемы содержит цепь из конденсаторов, причем указанная цепь из конденсаторов выполнена с возможностью обеспечения указанной второй емкости, или причем указанный по меньшей мере один компонент импеданса содержит цепь из других
15 компонентов импеданса, выполненную с возможностью обеспечения указанного второго импеданса.

Не обязательно, указанная цепь из конденсаторов содержит по меньшей мере один и, как правило, множество конденсаторов, причем каждый с соответствующей
20 температурно-зависимой характеристикой емкости, причем цепь выполнена таким образом, что результирующая температурно-зависимая характеристика емкости цепи согласуется с температурно-зависимой характеристикой емкости указанной первой емкости по меньшей мере в указанном диапазоне рабочих температур, или причем
25 указанная цепь из других компонентов импеданса содержит по меньшей мере один и, как правило, множество компонентов импеданса, причем цепь выполнена таким образом, что результирующая температурно-зависимая характеристика импеданса цепи согласуется с температурно-зависимой характеристикой импеданса указанного первого импеданса по меньшей мере в указанном диапазоне рабочих температур.

30

Не обязательно, указанный по меньшей мере один компонент импеданса указанного первого участка схемы содержит цепь из конденсаторов, причем указанная цепь из конденсаторов выполнена с возможностью обеспечения указанной первой емкости, или причем указанный по меньшей мере один компонент импеданса содержит цепь из других

компонентов импеданса, выполненную с возможностью обеспечения указанного первого импеданса.

5 Необязательно, соответствующая цепь из других компонентов импеданса содержит цепь из резисторов или цепь из по меньшей мере одного резистора и по меньшей мере одного конденсатора.

Соответствующая цепь может содержать параллельную цепь из компонентов импеданса.

10

В некоторых вариантах осуществления датчик напряжения выполнен с возможностью работы в качестве емкостного делителя напряжения. В качестве альтернативы, датчик напряжения может быть выполнен с возможностью работы в качестве резистивного делителя напряжения. В качестве альтернативы, датчик
15 напряжения может быть выполнен с возможностью работы в качестве резистивно-емкостного (RC — англ.: resistive-capacitive) датчика напряжения.

Как правило, по меньшей мере один компонент импеданса указанного второго участка схемы предусмотрен на подложке, например, печатной плате (PCB — англ.:
20 printed circuit board).

Предпочтительно, конденсатор или другой компонент импеданса указанного второго участка схемы располагается смежно с указанным по меньшей мере одним компонентом импеданса указанного первого участка схемы.

25

В некоторых вариантах осуществления по меньшей мере часть указанной цепи из конденсаторов или других компонентов импеданса второго участка схемы располагается смежно с указанным по меньшей мере одним компонентом импеданса указанного первого участка схемы.

30

Температурная зависимость указанного второго импеданса может быть идентична или по существу идентична температурной зависимости указанного первого импеданса в указанном диапазоне рабочих температур.

Предпочтительно, температурно-зависимое изменение импеданса второго участка схемы отличается от соответствующего температурно-зависимого изменения первого участка схемы на величину, которая меньше указанного соответствующего температурно-зависимого изменения первого участка схемы.

5

Температурная зависимость указанного первого импеданса может быть изменением значения указанного первого импеданса по отношению к номинальному значению первого импеданса в ответ на изменение температуры, причем температурная зависимость указанного второго импеданса является изменением значения указанного
10 второго импеданса по отношению к номинальному значению второго импеданса в ответ на изменение температуры.

В предпочтительных вариантах осуществления изменение значения указанного первого импеданса по отношению к указанному номинальному первому импедансу, а
15 изменение значения указанного второго импеданса по отношению к указанному номинальному значению второго импеданса являются нулем при номинальной температуре в указанном диапазоне рабочих температур, причем указанная номинальная температура предпочтительно соответствует нормальным климатическим условиям.

20 В предпочтительных вариантах осуществления указанный по меньшей мере один компонент импеданса указанного второго участка схемы совместно размещен с указанным по меньшей мере одним компонентом импеданса указанного первого участка схемы.

25 Согласно второму аспекту изобретение предоставляет электрическое переключающее устройство, содержащее по меньшей мере один датчик напряжения в соответствии с первым аспектом изобретения.

Как правило, указанный по меньшей мере один компонент импеданса указанного
30 первого участка схемы указанного по меньшей мере одного датчика напряжения соединен с клеммой напряжения указанного электрического переключающего устройства. Предпочтительно, указанный по меньшей мере один компонент импеданса указанного второго участка схемы располагается смежно с указанным по меньшей мере одним компонентом импеданса указанного первого участка схемы.

Указанный по меньшей мере один компонент импеданса указанного второго участка схемы может быть смонтирован на указанной клемме напряжения или на указанном по меньшей мере одном компоненте импеданса указанного первого участка схемы, или на части указанного переключающего устройства, которая располагается
5 смежно с указанной клеммой напряжения, или на несущей структуре, которая также поддерживает указанный по меньшей мере один компонент импеданса указанного первого участка схемы.

Необязательно, указанный по меньшей мере один компонент импеданса указанного
10 первого участка схемы располагается вокруг указанной клеммы напряжения.

Необязательно, датчик тока связан с указанным датчиком напряжения, причем указанный по меньшей мере один компонент импеданса указанного первого участка схемы находится смежно с указанным датчиком тока, а указанный по меньшей мере один
15 компонент импеданса указанного второго участка схемы смонтирован на указанном датчике тока.

Согласно третьему аспекту изобретение предоставляет способ измерения напряжения с помощью датчика напряжения, содержащего: ввод напряжения; вывод
20 напряжения; источник опорного напряжения; первый участок схемы, соединенный между указанным вводом напряжения и указанным выводом напряжения, причем указанный первый участок схемы содержит по меньшей мере один компонент импеданса, обеспечивающий первый импеданс, который является температурно-зависимым; и второй участок схемы, соединенный между указанным выводом напряжения и указанным
25 источником опорного напряжения, причем указанный второй участок схемы содержит по меньшей мере один компонент импеданса, обеспечивающий второй импеданс, который является температурно-зависимым, причем способ включает этапы, на которых: конфигурируют указанные первый и второй участки схемы таким образом, что температурная зависимость указанного второго импеданса согласуется с температурной
30 зависимостью указанного первого импеданса по меньшей мере в пределах диапазона рабочих температур; и располагают указанный по меньшей мере один компонент импеданса указанного второго участка схемы и указанный по меньшей мере один компонент импеданса указанного первого участка схемы так, что при применении, они подвергаются воздействию по существу одной и той же температуры.

В предпочтительных вариантах осуществления датчик напряжения реализуется в форме емкостного делителя, причем конденсатор(-ы) второго плеча делителя напряжения физически располагается рядом с конденсатором(-ами) первого плеча. В дополнение, конденсатор(-ы) выбирается таким образом, что температурно-зависимые характеристики каждого плеча делителя напряжения являются идентичными или по существу идентичными по меньшей мере в пределах соответствующего диапазона рабочих температур.

В более общем смысле, в предпочтительных вариантах осуществления конденсатор(-ы) (или другой импеданс(-ы) как применимо) второго плеча выбирается таким образом, что его температурная зависимость в соответствующем диапазоне рабочих температур отличается от соответствующей температурной зависимости конденсатора(-ов) (или другого импеданса(-ов) как применимо) первого плеча на величину, которая меньше указанной соответствующей температурной зависимости конденсатора(-ов) (или другого импеданса(-ов) как применимо) первого плеча в диапазоне рабочих температур. Например, если температурная зависимость конденсатора(-ов) (или другого импеданса(-ов) как применимо) первого плеча в диапазоне рабочих температур составляет 10 %, тогда температурная зависимость конденсатора(-ов) (или другого импеданса(-ов) как применимо) второго плеча отличается от температурной зависимости конденсатора(-ов) (или другого импеданса(-ов) как применимо) первого плеча на менее чем 10 % в соответствующем диапазоне рабочих температур. Данная компоновка приводит к снижению основанных на температуре ошибок при работе датчика напряжения. Например, если разность составляет 5 %, то присутствует двукратное уменьшение ошибки в сравнении с традиционными датчиками.

Необязательно, второе плечо может содержать множество конденсаторов (и/или других импедансов), соединенных параллельно друг с другом (или иначе взаимно соединенных для формирования цепи), с соответствующими температурными характеристиками (которые могут отличаться друг от друга), выбранными таким образом, что результирующая или составная температурная характеристика цепи из конденсаторов (и/или других импедансов), и вследствие этого второго плеча, согласуется или по существу согласуется с температурной характеристикой конденсатора (и/или другого импеданса(-ов)) первого плеча в диапазоне рабочих температур. Любая часть, например,

любой конденсатор, составного конденсатора/импеданса второго плеча, которая не имеет или имеет относительно низкую зависимость от температуры, не обязательно должна быть расположена рядом с конденсатором первого плеча. Необязательно, первое плечо может содержать множество взаимно соединенных конденсаторов (и/или других импедансов), чтобы формировать цепь, вместо единственного конденсатора.

Датчики напряжения, воплощающие изобретение, демонстрируют повышенную точность в сравнении с датчиками напряжения без компенсации влияния температуры и также могут демонстрировать повышенную точность в сравнении с датчиками напряжения с компенсацией влияния температуры, которые основаны на измерении температуры, поскольку измерение температуры может быть источником ошибки. Более того, варианты осуществления изобретения не требуют активной системы компенсации влияния температуры, что уменьшает сложность и стоимость и увеличивает надежность и срок службы.

15

Преимущественно один или более датчиков напряжения, воплощающих изобретение, могут быть установлены в автомате повторного включения, прерывателе цепи, вакуумном прерывателе цепи или другой коммутационной аппаратуре для того, чтобы измерять напряжение на соответствующей клемме соответствующего устройства. Поскольку измеренное напряжение на клемме может быть применено для управления работой устройства, технические характеристики устройства могут быть улучшены посредством повышенной точности датчика(-ов) напряжения, предусмотренного на соответствующей клемме(-ах). Датчик напряжения или каждый датчик напряжения может быть расположен в корпусе соответствующего устройства (например, в корпусе автомата повторного включения) или снаружи корпуса, как удобно.

20

Преимущественно датчики напряжения, воплощающие изобретение, работают точно в более широком диапазоне температур и более широком диапазоне токов, чем датчики напряжений без компенсации влияния температуры и, вследствие этого, подходят для применения в более широком диапазоне областей применения.

30

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Вариант осуществления изобретения теперь описывается в качестве примера и со ссылкой на графические материалы, в которых:

на фиг. 1 представлена принципиальная электрическая схема датчика напряжения, воплощающего первый аспект изобретения;

на фиг. 2А представлен датчик напряжения, воплощающий изобретение, причем датчик напряжения имеет совместно размещенные конденсаторы;

на фиг. 2В представлен график, иллюстрирующий технические характеристики конденсаторов датчика напряжения, показанного на фиг. 2А по диапазону температур; и

на фиг. 3 представлено электрическое переключающее устройство, воплощающее второй аспект изобретения, причем переключающее устройство включает в себя по меньшей мере один датчик напряжения, воплощающий первый аспект изобретения.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Теперь обратимся к фиг. 1 графических материалов, на которой показана электрическая схема датчика 10 напряжения, воплощающего один аспект изобретения. Датчик 10 напряжения содержит делитель напряжения, в частности, емкостной делитель напряжения. Датчик 10 напряжения имеет первый участок A_{HV} или плечо схемы между вводом 12 напряжения и выводом 14 напряжения, и второй участок A_{LV} или плечо схемы между выводом 14 напряжения и источником опорного напряжения V_{REF} , которое обычно является электрическим заземлением, но может быть любым другим подходящим источником опорного напряжения. Ввод 12 напряжения, вывод 14 напряжения и источник опорного напряжения V_{REF} могут быть реализованы любым традиционным образом, например, посредством соответствующей клеммы или другого соединения, или точки 25 схемы.

Первый и второй участки A_{HV} , A_{LV} схемы содержат соответствующий импеданс так, что напряжение LV_{pot} на выводе 14 зависит от напряжения HV_{pot} на вводе 12 напряжения и соответствующих импедансов первого и второго участков схемы. В предпочтительных варианта осуществления импеданс первого участка A_{HV} схемы представляет собой емкость C_{HV} , предпочтительно обеспечиваемую первым конденсатором 16, как правило, являющимся единственным конденсатором. Предпочтительный импеданс второго участка A_{LV} схемы представляет собой емкость C_{LV} , которая может быть обеспечена (единственным) вторым конденсатором 18 или может

быть обеспечена цепью из конденсаторов, как описано более подробно ниже. Следовательно, выходное напряжение LV_{pot} зависит от входного напряжения HV_{pot} и относительных емкостей C_{HV} , C_{LV} . В альтернативных вариантах осуществления датчик 10 напряжения необязательно должен содержать емкостной делитель напряжения, а вместо этого может содержать, например, резистивный делитель напряжения, в котором каждый участок A_{HV} , A_{LV} схемы содержит один или более резисторов. По-прежнему в качестве альтернативы датчик 10 напряжения может представлять собой резистивно-емкостный (RC) делитель напряжения, в котором один из участков A_{HV} , A_{LV} содержит один или более резисторов, а другой участок схемы содержит один или более конденсаторов, или в котором каждый участок A_{HV} , A_{LV} схемы содержит одну или более соответствующих RC схем. В более общем смысле, каждый участок A_{HV} , A_{LV} схемы в схеме делителя напряжения может содержать единственный компонент импеданса или цепь из компонентов импеданса. Соответственно, несмотря на то, что предпочтительный вариант осуществления описан в данном документе в контексте емкостного делителя напряжения, следует понимать, что изобретение не ограничено таковым и что любое описание, предоставленное в данном документе в отношении конденсаторов или емкости, также применяется в более общем смысле в отношении других компонентов импеданса или значений импеданса, как будет очевидно специалисту в данной области техники.

В типичных вариантах осуществления емкость C_{LV} второго участка A_{LV} схемы выше емкости C_{HV} первого участка A_{HV} схемы. В типичных вариантах осуществления емкость C_{LV} второго участка A_{LV} схемы составляет от порядка единиц пикофард до единиц миллифард, а емкость C_{HV} первого участка A_{HV} схемы составляет от порядка единиц пикофард до единиц нанофард.

В типичных вариантах осуществления входное напряжение HV_{pot} является относительно высоким (например, предоставленным электрической системой высокого напряжения (HV) или среднего напряжения (MV)), причем значения емкостей C_{LV} , C_{HV} выбираются так, чтобы выходное напряжение LV_{pot} находилось на уровне, который совместим с тем, что принимается контроллером (не показано), например, микроконтроллером или программируемым логическим контроллером (PLC — англ.: programmable logic controller). В качестве примера, в зависимости от области применения, типичные уровни напряжения на входе 12 могут соответствовать порядка 10 кВ, 24 кВ или

36 кВ при том, что на выводе 14 типичный уровень напряжения может соответствовать от порядка милливольт до сотен вольт.

В альтернативных вариантах осуществления (не проиллюстрировано) датчик 10
5 напряжения может содержать альтернативные формы делителя напряжения, в частности, с альтернативными топологиями схемы, по отношению к той, что проиллюстрирована на фиг. 1. Например, любая одна или обе из емкостей C_{HV} , C_{LV} могут быть реализованы в качестве одного или более конденсаторов, например, в качестве единственного конденсатора или цепи из более чем одного конденсатора. Например, любой один или оба
10 из конденсаторов 16, 18 могут быть реализованы в качестве двух или более последовательных конденсаторов и/или в качестве двух или более параллельных конденсаторов, или другой цепи из конденсаторов. Необязательно, второй участок A_{LV} схемы может содержать цепь из одного или более параллельных и/или последовательных конденсаторов для термокомпенсации делителя напряжения (которая может быть
15 представлена конденсатором 18 на фиг. 1). Необязательно, один или более резисторов (не показано) может быть включено в делитель напряжения. Например, один или более резисторов может быть предусмотрено во втором участке схемы, чтобы компенсировать фазовые сдвиги.

20 При применении ввод 12 напряжения датчика 10 напряжения электрически соединяется с подходящей частью, как правило, электрическим проводником или электрической клеммой электрической схемы для того, чтобы датчик 10 напряжения мог измерять напряжение в соответствующей точке электрической схемы. Как правило, ввод
12 напряжения соответствует первой клемме 20 конденсатора 16, причем другая клемма
25 22 конденсатора 16 соединяется с выводом 14 напряжения.

В предпочтительных вариантах осуществления датчик 10 напряжения, в частности, подходит для применения с электрическим переключающим устройством, например, прерывателем цепи, вакуумным прерывателем цепи, автоматом повторного включения
30 или другой коммутационной аппаратурой, в особенности, переключающими устройствами для электрических систем переменного тока (АС — англ.: alternating current), в частности, систем электроснабжения АС. В таких областях применения ввод 12 напряжения электрически соединяется с клеммой напряжения электрического переключателя таким образом, что клемма напряжения обеспечивает входное напряжение

HV_{rot} . Ввод 12 напряжения может быть соединен непосредственно с клеммой или с проводником, соединенным с клеммой, как удобно.

На фиг. 2А представлен в качестве примера датчик 10 напряжения, соединенный с
5 электрическим проводником 30, который может быть частью электрического переключающего устройства, например, клеммой напряжения или проводником, соединенным с клеммой напряжения. В данном примере, первый конденсатор 16 является
10 стаканообразным или кольцевым по форме и располагается вокруг проводника 30. Внутренняя поверхность 32 структуры стакана служит в качестве первой клеммы 20 конденсатора 16 и, вследствие этого, в качестве ввода 12 напряжения датчика 10
напряжения. Таким образом, внутренняя поверхность 32 электрически соединяется с проводником 30. Внешняя поверхность 34 структуры стакана служит в качестве другой
15 клеммы 22 конденсатора 16 и соединена с выводом 14 напряжения посредством электрического соединителя 36, который может быть выполнен в виде провода, кабеля или другого подходящего электрического проводника(-ов). Стаканообразная форма
конденсатора 16 является предпочтительной, поскольку она способствует применению проводника 30 в качестве опоры для конденсатора. Однако, следует понимать, что конденсатор 16 может в качестве альтернативы принимать другие традиционные формы.
20 В более общем смысле, в типичных вариантах осуществления конденсатор(-ы) или другой импеданс(-ы) первого участка A_{HV} схемы являются компонентами высокого напряжения (HV — англ.: high voltage), которые обычно соединены с клеммой высокого напряжения и которые, как правило, не подходят для монтажа на РСВ или аналогичной подложке (обычно из-за их размера).

25 Датчик 38 тока может быть предусмотрен для регистрации протекания электрического тока в проводнике 30. Датчик 38 тока содержит одну или более электрических катушек 40, предусмотренных вокруг проводника 30, причем катушка(-и), как правило, содержит электрически изолированный проводник. Датчик 38 тока может
30 быть любого традиционного типа, например, выполнен в виде катушки Роговского или трансформатора тока. Необязательно, конденсатор 16 располагается между катушкой(-ами) 40 и проводником 30. В альтернативных вариантах осуществления, датчик тока 38 может быть опущен.

Обращаясь теперь к фиг. 2В, конденсатор 16 первого участка A_{HV} схемы обладает температурно-зависимой характеристикой, в соответствии с чем его емкость меняется от температуры, в частности, окружающей температуры. На фиг. 2В представлена температурная характеристика ΔC_{HV} конденсатора 16 (или емкость C_{HV}), в частности, относительное изменение емкости (ΔC_{HV}) в диапазоне рабочих температур от T_{min} до T_{max} . В качестве примера типичное значение для T_{min} составляет $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$, а типичное значение для T_{max} составляет $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Значение ΔC_{HV} при любой заданной температуре соответствует изменению, традиционно выраженному в качестве процента, емкости по отношению к номинальному или нормированному значению.

10

Аналогичным образом конденсатор 18 (или конденсаторы в случае, когда емкость C_{LV} обеспечивается более чем одним конденсатором) второго участка A_{LV} схемы обладает температурно-зависимой характеристикой ΔC_{LV} в соответствии с чем его емкость меняется от температуры, в частности окружающей температуры.

15

Температурно-зависимое изменение значений емкости может неблагоприятно влиять на точность датчика 10 напряжения, в частности в случаях, когда разные конденсаторы могут подвергаться воздействию разных температур или профилей изменения температуры во время применения. Чтобы смягчить данную проблему датчик 10 выполнен таким образом, что конденсатор(-ы) второго участка A_{LV} схемы вызывают температурно-зависимое изменение емкости C_{LV} для согласования с температурно-зависимым изменением емкости C_{HV} первого участка A_{HV} схемы по меньшей мере в пределах диапазона рабочих температур датчика 10. Соответствующие температурно-зависимые изменения могут быть указаны как согласованные, если они являются идентичными или по существу идентичными. Предпочтительная компоновка является такой, что значение температурно-зависимого изменения емкости C_{LV} второго участка схемы отличается от соответствующего значения температурно-зависимого изменения емкости C_{HV} первого участка схемы на величину, которая меньше соответствующего значения температурно-зависимого изменения емкости C_{HV} в диапазоне рабочих температур. В предпочтительных вариантах осуществления величина разности в соответствующем температурно-зависимом изменении составляет 5 % или ниже, предпочтительно 0,5 % или ниже, например, вплоть до 0,05 %. Следует понимать, что те же самые принципы применяются в вариантах осуществления, в которых импедансы первого и второго участков схемы не являются емкостными, или являются частично

емкостными, например, в случаях, когда датчик 10 напряжения содержит резистивный делитель напряжения или резистивно-емкостный (RC — англ.: resistive-capacitive) делитель напряжения.

5 В вариантах осуществления, в которых первый участок A_{HV} схемы содержит конденсатор 16, а второй участок A_{LV} схемы содержит конденсатор 18, согласование соответствующих температурно-зависимых изменений может быть достигнуто путем применения конденсаторов, которые обладают согласующимися профилями температурно-зависимой емкости, т. е. профиль температурно-зависимой емкости
10 конденсатора 18 согласуется с профилем температурно-зависимой емкости конденсатора 16. В качестве альтернативы, в вариантах осуществления, в которых второй участок A_{LV} схемы содержит цепь из конденсаторов, конденсаторы цепи и/или конфигурация цепи могут быть выбраны таким образом, что температурно-зависимое изменение результирующей емкости C_{LV} согласуется с температурно-зависимым изменением
15 емкости C_{HV} . Предпочтительно, в таких вариантах осуществления конденсаторы второго участка A_{LV} схемы соединены параллельно друг с другом.

На фиг. 2В проиллюстрирована температурная характеристика ΔC_{LV} конденсатора 18 (или емкость C_{LV}), в частности, изменение емкости (ΔC_{LV}) в диапазоне рабочих
20 температур от T_{min} до T_{max} . В качестве примера типичное значение для T_{min} составляет $-60\text{ }^\circ\text{C}$, а типичное значение для T_{max} составляет $+100\text{ }^\circ\text{C}$. Значение ΔC_{LV} при любой заданной температуре соответствует изменению, традиционно выраженному в качестве процента, емкости по отношению к номинальному или нормированному значению. Может быть видно, что профиль ΔC_{LV} температурно-зависимой емкости второго участка
25 A_{LV} схемы согласуется с профилем ΔC_{HV} температурно-зависимой емкости первого участка A_{HV} схемы в диапазоне рабочих температур несмотря на то, что в данном примере они не идентичны по всему рабочему диапазону. Предпочтительно, профили ΔC_{LV} , ΔC_{HV} являются идентичными (и предпочтительно равны нулю) при номинальной температуре T_n . Профили ΔC_{LV} , ΔC_{HV} предпочтительно также идентичны в поддиапазоне температур
30 между T_{min} и T_{max} , с центром около T_n . Как правило, профили ΔC_{LV} , ΔC_{HV} являются по существу одними и теми же, но не идентичными по направлению к каждому концу диапазона от T_{min} до T_{max} . В более общем смысле, значения ΔC_{LV} и ΔC_{HV} являются идентичными по меньшей мере при номинальной температуре T_n , и идентичными или по существу одними и теми же по остальной части диапазона рабочих температур.

Согласование профилей ΔC_{LV} , ΔC_{HV} означает, что соответствующее изменение температуры каждого из значений ΔC_{LV} , ΔC_{HV} емкости является одним и тем же или по существу одним и тем же.

5 Как правило, калибровка соответствующего конденсатора(-ов) является такой, что каждое из ΔC_{LV} и ΔC_{HV} соответствует нулю при номинальной температуре T_n , которая предпочтительно является температурой, которая соответствует нормальным климатическим условиям (NCC), например, $+25\text{ }^\circ\text{C}$, для датчика 10 напряжения. Соответствующая емкость(-и) может быть измерена при номинальной температуре T_n во
10 время тестирования или настройки, причем измерение может быть выполнено, чтобы представлять $\Delta C=0$ с целью калибровки. Датчик 10 может быть откалиброван на основании данного измерения. В результате, профили ΔC_{LV} , ΔC_{HV} пересекаются при T_n . При других температурах в пределах рабочего диапазона согласование профилей ΔC_{LV} , ΔC_{HV} означает, что соответствующее изменение каждого из значений ΔC_{LV} , ΔC_{HV} емкости
15 является одним и тем же или по существу одним и тем же, что обеспечивает точность датчика 10.

Во многих областях применения, включая области применения для коммутационной аппаратуры, разные части заданного устройства, например,
20 переключающего устройства, могут воспринимать разные температуры и/или разные изменения температуры с течением времени, например, из-за уровней тока и/или изменений окружающих температур. Например, в случае коммутационной аппаратуры, в особенности для MV и HV областей применения, температура на входной и выходной клеммах могут быть много выше, чем на других частях устройства, из-за уровня тока в
25 любой заданный момент времени. Вследствие этого, смягчение проблем, которые могут возникнуть из-за температурно-зависимого изменения значений емкости, также включает расположение соответствующего конденсатора(-ов) первой и второй ветвей A_{HV} , A_{LV} таким образом, что они подвергаются воздействию одной и той же или по существу одной и той же температуры во время применения. Преимущественно, это достигается путем
30 совместного размещения соответствующих конденсаторов. В предпочтительных вариантах осуществления по меньшей мере один конденсатор второго участка A_{LV} схемы располагается совместно с конденсатором 16 первого участка A_{HV} схемы. В вариантах осуществления, в которых второй участок A_{LV} схемы содержит конденсатор 18, конденсатор 18 располагается смежно с конденсатором 16 первого участка A_{HV} схемы. В

качестве альтернативы, в вариантах осуществления, в которых второй участок A_{LV} схемы содержит цепь из конденсаторов, по меньшей мере температурно-зависимый конденсатор(-ы) цепи располагается смежно с конденсатором 16. В связи с этим следует отметить, что в некоторых вариантах осуществления один или более конденсаторов цепи

5 конденсаторов во втором участке A_{LV} схемы могут иметь емкость, которая не является температурно-зависимой, и, вследствие этого, не обязательно должны быть расположены рядом с температурно-зависимыми конденсаторами, несмотря на то, что, как правило, удобно сделать так. Путем расположения всех конденсаторов в первом и втором участках A_{HV} , A_{LV} схемы, которые имеют температурно-зависимую емкость, смежно друг с другом,

10 т. е. по существу, в одном и том же местоположении, они подвергаются воздействию одной и той же или по существу одной и той же температуры во время применения. Совместное размещение конденсаторов, вместе с согласованием профилей ΔC_{LV} , ΔC_{HV} температурно-зависимой емкости, обеспечивает требуемую зависимость между значениями C_{HV} , C_{LV} емкости, которая в свою очередь обеспечивает точность датчика 10 напряжения. В более

15 общем смысле, все из конденсаторов в первом и втором участках A_{HV} , A_{LV} схемы, которые имеют температурно-зависимую емкость, располагаются в одном и том же местоположении, которое подвергается воздействию одной и той же или по существу одной и той же температуры (включая любые измерения температуры), в частности окружающей температуры (которая может включать в себя результаты нагрева,

20 вызванного протеканием тока), во время применения. Это традиционно достигается путем расположения соответствующих конденсаторов смежно друг с другом, как описано выше, но требуемое совместное размещение может включать в себя расположение соответствующих конденсаторов достаточно близко друг к другу так, что они воспринимают одну и ту же или по существу одну и ту же температуру во время

25 применения, без того, чтобы они обязательно были рядом друг с другом. Как правило, температуры могут упоминаться как по существу одни и те же, если присутствует разность в $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ или ниже, предпочтительно $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ или ниже. В типичных вариантах осуществления, соответствующие конденсаторы находятся на расстоянии $0,2\text{ м}$ или менее, предпочтительно на расстоянии $0,05\text{ м}$ или менее.

30

Данный результат проиллюстрирован на фиг. 2В, где показана ошибка выходного напряжения ΔU_{OUT} на выводе 14 датчика в диапазоне рабочих температур от T_{min} до T_{max} . Значение ΔU_{OUT} при любой заданной температуре соответствует проценту ошибки напряжения по отношению к номинальному напряжению. Из фиг. 2В может быть видно,

что когда температура T_{HV} конденсатора 16 первого участка A_{HV} схемы является точно такой же, как температура T_{LV} конденсатора(-ов) второго участка A_{LV} схемы, значение ΔU_{OUT} является относительно небольшим, указывая на то, что датчик 10 работает точно. Может быть видно, что значение ошибки ΔU_{OUT} меняется на относительно небольшую

5 величину в зависимости от температуры при условии, что соответствующие конденсаторы выбираются так, что емкости C_{HV} , C_{LV} имеют одну и ту же или аналогичную зависимость от температуры. В идеальном случае, когда температурная зависимость емкостей является идентичной, т. е. $\Delta C_{HV}/C_{HV} = \Delta C_{LV}/C_{LV}$, то $\Delta U_{OUT} = 0$.

10 Напротив, из фиг. 2В может быть видно, что, если T_{LV} и T_{HV} отличаются, тогда соответствующие значения ΔC_{LV} и ΔC_{HV} могут быть значительно разными, приводя к относительно большому ΔU_{OUT} , которое неблагоприятно влияет на точность датчика 10 напряжения. Такие неточности значений T_{LV} и T_{HV} являются обычными при традиционных компоновках датчика напряжения, в которых компоненты находятся на

15 значительном расстоянии. Например, в традиционном датчике напряжения для прерывателя цепи или автомата повторного включения один конденсатор может быть расположен на клемме напряжения, причем другой конденсатор(-ы) может быть предусмотрен в удаленно расположенном контроллере. Когда ток протекает через клемму, температура в конденсаторе 16 увеличивается, причем температура в контроллере не

20 увеличивается так, что $T_{HV} > T_{LV}$ и ошибка ΔU_{out} является относительно высокой. Аналогичным образом, если температурная зависимость емкостей C_{HV} , C_{LV} является существенно разной, тогда это будет приводить к относительно большому значению ΔU_{OUT} .

25 Соответствующий конденсатор(-ы) второго участка A_{LV} схемы может быть предусмотрен на любой приемлемой несущей структуре, которая позволяет расположить их рядом с конденсатором 16, причем такие несущие структуры могут меняться от области применения к области применения. Необязательно, соответствующий конденсатор(-ы) второго участка A_{LV} схемы может поддерживаться самим конденсатором

30 16 или проводником 30 через любой подходящий электроизоляционный монтажный компонент(-ы), например, изолирующий стакан и/или подложку. В более общем смысле конденсаторы первого и второго участков схемы могут быть предусмотрены смежно друг с другом на любой подходящей общей несущей структуре, например, содержащей подложку и/или корпус, которая может быть частью датчика напряжения, или на любой

удобной части устройства, с которым датчик 10 напряжения соединен или в которое интегрирован. Конденсаторы, которые являются частью цепи конденсаторов, электрически соединены любым удобным образом, чтобы формировать цепь. В проиллюстрированном варианте осуществления, конденсатор(-ы) второго участка A_{LV} 5 схемы смонтированы на катушке 40 датчика 38 тока. Удобно разместить конденсатор(-ы) второго участка A_{LV} схемы рядом с датчиком 38 тока, который обладает хорошей тепловой проводимостью, поскольку он обычно выполнен из меди и стали, причем температура рядом с ним по существу является точно такой же, как температура на конденсаторе 16. В более общем смысле, конденсатор(-ы), реализующие C_{LV} , помещаются 10 в любом местоположении так, что в нем присутствует точно такая же или по существу точно такая же температура как для первого, так и второго участков схемы делителя напряжения.

Удобно, когда конденсатор(-ы) второго участка A_{LV} схемы (или по меньшей мере 15 те, что являются температурно-зависимыми) предусмотрен на опоре, содержащей электроизоляционную подложку 42, например, печатную плату (PCB). Это облегчает монтаж конденсатора(-ов) смежно с конденсатором 16, а также способствует совместному размещению конденсаторов второго участка схемы в вариантах осуществления, в которых присутствует цепь конденсаторов, составляющих C_{LV} . Любой подходящий традиционный 20 конденсатор(-ы) может применяться для реализации C_{LV} , как правило любой тип, который подходит для монтажа на PCB или т. п.

Преимущественно один или более экземпляров датчика 10 напряжения могут применяться в электрическом переключающем устройстве, в частности, автоматически 25 работающем переключающем устройстве. На фиг. 3 представлен, в общем указанный как 100, пример автоматически работающего электрического переключающего устройства. Проиллюстрированное переключающее устройство 100 соответствует типу, который в целом упоминается как прерыватель цепи. Переключающее устройство 100 выполнено с 30 возможностью работы автоматически в условиях отказа, например, при перегрузке по току или коротком замыкании, чтобы защитить схему (не показано), в которую оно включено, во время применения. Это достигается путем разрыва электрической схемы в ответ на обнаружение отказа, тем самым прерывая протекание тока. Как описано более подробно ниже, переключающее устройство 100 включает в себя по меньшей мере один датчик напряжения, воплощающий изобретение, для мониторинга напряжения на

соответствующей одной или обеих его клеммах. Датчик напряжения, или каждый из них, может применяться для управления работой переключающего устройства 100. В некоторых вариантах осуществления приведение в действие переключающего устройства 100 может осуществляться вручную (например, механическим или электромеханическим

5 образом путем активации вручную элемента управления пользователя (не показано)) или автоматически (как правило электромеханическим образом в ответ на обнаружение переключающим устройством 100 того, что произошел отказ и/или после того, как пороговый период времени истек с момента активации). Переключающие устройства, которые работают автоматически, обычно известны как автоматы повторного включения.

10 В варианте осуществления на фиг. 3 переключающее устройство 100 представляет собой вакуумный прерыватель цепи. Однако, следует понимать, что изобретение не ограничивается вакуумными прерывателями цепи и может в качестве альтернативы применяться с другими типами прерывателей цепи, автоматов повторного включения или другой коммутационной аппаратурой или электрическими переключающими

15 устройствами, и применяется то же самое или аналогичное описание, как будет очевидно специалисту в данной области техники. Переключающее устройство 100, в частности, предназначено для применения с электрическими системами АС, в особенности системами электроснабжения АС. Переключающее устройство 100 может быть выполнено с возможностью применения с низким напряжением (LV — англ.: low voltage),

20 средним напряжением (MV — англ.: medium voltage) или высоким напряжением (HV — англ.: high voltage) в зависимости от области применения. Как правило, соответствующий экземпляр переключающего устройства 100 предусмотрен для каждой фазы, или каждого полюса, электрического питания АС, которое обеспечивается системой электроснабжения АС.

25

Переключающее устройство 100 содержит первую и вторую электрические клеммы А, В, посредством которых переключающее устройство 100 может быть соединено с внешней схемой (не показано). При применении, любая из клемм А, В соединяется с подачей, или линией, напряжения, а другая клемма В, А соединяется с электрической

30 нагрузкой.

В данном примере датчик 10 напряжения соединен с клеммой В для того, чтобы измерять напряжение на клемме В. В качестве альтернативы или в дополнение датчик 10' напряжения, также воплощающий изобретение, может быть предусмотрен для

регистрации или измерения напряжения на первой клемме А. Датчик 10' напряжения может быть точно таким же как датчик датчику 10 напряжения или аналогичным ему, и применяется точно такое же или аналогичное описание, как будет очевидно специалисту в данной области техники. В данном примере конденсатор 16' первого участка схемы датчика 10' предусмотрен на и электрически соединен с проводящей опорой 56, которая электрически соединена с первой клеммой А. Конденсатор(-ы) второго участка схемы датчика 10' может быть предусмотрен на подложке 42, или на отдельной подложке в том же самом местоположении или рядом. Конденсатор 16' и температурно-зависимый конденсатор(-ы) второго участка схемы датчика 10' находятся достаточно близко друг к другу так, что они воспринимают одну и ту же или по существу одну и ту же температуру во время применения.

Выводы 14, 14' датчиков 10, 10' предоставлены для контроллера 135, который выполнен с возможностью измерения или иным образом обнаружения и оценки выводов 14, 14' напряжения. Контроллер 135 может включать в себя средство для определения того, превышает ли уровень напряжения на выводах 14, 14' пороговое значение и/или отвечает ли одна или более других характеристик сигнала напряжения одному или более другим критериям, которые могут меняться в зависимости от варианта осуществления. Контроллер 135 может отвечать на сигналы с датчиков 10, 10', т.е. с выводов 14, 14' и/или с датчика 38 тока, чтобы управлять работой переключающего устройства 100. В частности, контроллер 135 может быть выполнен с возможностью приведения в действие исполнительного механизма 125, чтобы вызывать размыкание контактов 127, 129. В некоторых вариантах осуществления контроллер 135 может быть выполнен с возможностью предписания исполнительному механизму 125 замыкать контакты 127, 129 в зависимости от одного или более других критериев, например, при определении того, что уровень напряжения на выводе 14' находится на или ниже пороговой величины, или после того, как истек период времени (например, в вариантах осуществления, в которых устройство 10 является автоматом повторного включения). В качестве альтернативы или в дополнение (например, в другом режиме работы) контроллер 135 может применять любой или оба вывода 14, 14' напряжения для измерения электрической мощности и/или энергии, протекающей через переключающее устройство 100.

Контроллер 135 может иметь любую удобную форму, например, содержать одну или более подходящим образом сконфигурированных электрических схем и/или

подходящим образом запрограммированный микропроцессор, микроконтроллер или другой процессор. Необязательно, весь контроллер 135 или по меньшей мере его часть может быть включена в переключающее устройство 100, например, в корпус 131 или в базовый блок 133. Однако, в типичных вариантах осуществления контроллер 135
5 предоставлен отдельно от переключающего устройства 100 и может осуществлять связь с переключающим устройством 100 посредством любого традиционного оптического, проводного или беспроводного средства, чтобы выполнять любые или все операции, описанные в данном документе. В проиллюстрированном примере кабельный канал 139 несет провода от датчика 38 тока к контроллеру 135 и от датчиков 10, 10' напряжения к
10 контроллеру 135.

Необязательно, по меньшей мере часть переключающего устройства 100 предусмотрена в корпусе 131. По меньшей мере часть, и предпочтительно весь, корпус 131 выполнен из электроизоляционного материала, например, керамики, резины, пластика
15 или смолы (например, эпоксидной смолы или полиэфирной смолы). Корпус 131 может быть выполнен в виде отливки или другой прочной структуры, в которую включены некоторые или все из компонентов переключающего устройства 100, т. е. таким образом, что некоторые или все из компонентов прерывателя цепи залиты в или встроены в изоляционный материал. В предпочтительных вариантах осуществления датчики 10, 10'
20 напряжения (или по меньшей мере их температурно-зависимые конденсаторы) предусмотрены в корпусе. В качестве альтернативы или в дополнение весь корпус 131 или его часть может быть полый, образуя одну или более полостей для приема по меньшей мере некоторых из компонентов переключающего устройства 100. В случаях, когда корпус 131 является полым, он может быть покрыт диэлектрическим или
25 электроизоляционным материалом. В качестве альтернативы переключающее устройство 100 может быть предусмотрено в металлическом или проводящем корпусе (например, типа, который иногда упоминается как структура камеры), в котором компоненты не заделаны в изоляционном материале, а изоляция обеспечивается, при необходимости, посредством других средств изоляции, например, воздуха и/или диэлектрической
30 структуры.

Датчики напряжения, воплощающие изобретение, могут применяться не только для измерения напряжения в контексте работы переключателя, релейной защиты и систем аварийного управления, но также для измерения мощности и/или энергии, протекающей

через переключатель 100 или любое другое электрическое устройство, в которое датчик(-и) напряжения встроены или с которым он соединен, например, чтобы обеспечивать функционирование счетчика электроэнергии, который как правило имеет высокие требования к точности измерения напряжения.

5

В некоторых вариантах осуществления, как, например, проиллюстрировано на фиг. 3, датчики напряжения, воплощающие изобретение, могут быть выполнены как единое целое с устройством (например, переключателем 100), по отношению к которому напряжение должно быть измерено или должен осуществляться его мониторинг. В других вариантах осуществления (не проиллюстрировано) датчики напряжения, воплощающие изобретения, могут быть предусмотрены в качестве отдельного или автономного устройства, которое может быть соединено с другим устройством (например, переключателем 100 или измерителем мощности или шиной электропитания), по отношению к которому напряжение должно быть измерено или должен осуществляться его мониторинг.

10
15

Изобретение не ограничено вариантом(-ами) осуществления, описанным в данном документе, и может быть изменено или модифицировано, не отступая от объема настоящего изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Датчик напряжения, содержащий:

ввод напряжения;

5 вывод напряжения;

источник опорного напряжения;

первый участок схемы, соединенный между указанным вводом напряжения и указанным выводом напряжения, причем указанный первый участок схемы содержит по меньшей мере один компонент импеданса, обеспечивающий первый импеданс, который
10 является температурно-зависимым; и

второй участок схемы, соединенный между указанным выводом напряжения и указанным источником опорного напряжения, причем указанный второй участок схемы содержит по меньшей мере один компонент импеданса, обеспечивающий второй импеданс, который является температурно-зависимым,

15 причем указанные первый и второй участки схемы выполнены таким образом, что температурная зависимость указанного второго импеданса согласуется с температурной зависимостью указанного первого импеданса по меньшей мере в пределах диапазона рабочих температур,

и причем указанный по меньшей мере один компонент импеданса указанного
20 второго участка схемы и указанный по меньшей мере один компонент импеданса указанного первого участка схемы располагаются в одном или более местоположениях, которые, при применении, подвергаются воздействию по существу одной и той же температуры.

25 2. Датчик напряжения по п. 1, в котором указанный по меньшей мере один компонент импеданса указанного первого участка схемы содержит единственный конденсатор, причем указанный первый импеданс представляет собой первую емкость, которая обеспечивается указанным конденсатором, или в котором указанный по меньшей мере один компонент импеданса указанного первого участка схемы содержит
30 единственный резистор, причем указанный первый импеданс представляет собой первое активное сопротивление, которое обеспечивается указанным резистором.

3. Датчик напряжения по п. 1 или 2, в котором указанный по меньшей мере один компонент импеданса указанного первого участка схемы содержит конденсатор или

другой компонент импеданса, который имеет форму и размер, подходящие для монтажа на электрический проводник.

4. Датчик напряжения по любому предшествующему пункту, в котором указанный по меньшей мере один компонент импеданса указанного первого участка схемы имеет стаканообразную форму.

5. Датчик напряжения по любому предшествующему пункту, в котором указанный по меньшей мере один компонент импеданса указанного второго участка схемы содержит единственный конденсатор, причем указанный второй импеданс представляет собой вторую емкость, которая обеспечивается указанным конденсатором, или в котором указанный по меньшей мере один компонент импеданса указанного второго участка схемы содержит единственный резистор, причем указанный второй импеданс представляет собой второе активное сопротивление, которое обеспечивается указанным резистором.

6. Датчик напряжения по п. 5 в зависимости от п. 2, в котором указанный конденсатор или другой компонент импеданса указанного второго участка схемы имеет температурно-зависимую характеристику емкости или импеданса, которая согласуется с температурно-зависимой характеристикой емкости или импеданса указанного конденсатора или другого компонента импеданса указанного первого участка схемы по меньшей мере в указанном диапазоне рабочих температур.

7. Датчик напряжения по любому из п.п. 1–4, в котором указанный по меньшей мере один компонент импеданса указанного второго участка схемы содержит цепь из конденсаторов, причем указанная цепь из конденсаторов выполнена с возможностью обеспечения указанной второй емкости, или в котором указанный по меньшей мере один компонент импеданса содержит цепь из других компонентов импеданса, выполненную с возможностью обеспечения указанного второго импеданса.

8. Датчик напряжения по п. 7, в котором указанная цепь из конденсаторов содержит по меньшей мере один, а, как правило, множество конденсаторов, причем каждый с соответствующей температурно-зависимой характеристикой емкости, причем цепь выполнена таким образом, что результирующая температурно-зависимая

характеристика емкости цепи согласуется с температурно-зависимой характеристикой емкости указанной первой емкости по меньшей мере в указанном диапазоне рабочих температур, или в котором указанная цепь из других компонентов импеданса содержит по меньшей мере один, а, как правило, множество компонентов импеданса, причем цепь
5 выполнена таким образом, что результирующая температурно-зависимая характеристика импеданса цепи согласуется с температурно-зависимой характеристикой импеданса указанного первого импеданса по меньшей мере в указанном диапазоне рабочих температур.

10 9. Датчик напряжения по любому из п.п. 1 или 3–8, в котором указанный по меньшей мере один компонент импеданса указанного первого участка схемы содержит цепь из конденсаторов, причем указанная цепь из конденсаторов выполнена с возможностью обеспечения указанной первой емкости, или в котором указанный по меньшей мере один компонент импеданса содержит цепь из других компонентов
15 импеданса, выполненную с возможностью обеспечения указанного первого импеданса.

10. Датчик напряжения по любому из п.п. 7–9, в котором соответствующая цепь из других компонентов импеданса содержит цепь из резисторов или цепь из по меньшей мере одного резистора и по меньшей мере одного конденсатора.

20

11. Датчик напряжения по любому из п.п. 1–9, выполненный с возможностью работы в качестве емкостного делителя напряжения.

12. Датчик напряжения по любому из п.п. 1–10, выполненный с возможностью
25 работы в качестве резистивного делителя напряжения.

13. Датчик напряжения по любому из п.п. 1–10, выполненный с возможностью работы в качестве резистивно-емкостного (RC) датчика напряжения.

30 14. Датчик напряжения по любому из п.п. 7–10, в котором соответствующая цепь представляет собой параллельную цепь из компонентов импеданса.

15. Датчик напряжения по любому предшествующему пункту, в котором по меньшей мере один компонент импеданса указанного второго участка схемы предусмотрен на подложке, например, печатной плате (PCB).

5 16. Датчик напряжения по п. 5, в котором конденсатор или другой компонент импеданса указанного второго участка схемы располагается смежно с указанным по меньшей мере одним компонентом импеданса указанного первого участка схемы.

10 17. Датчик напряжения по любому из п.п. 7–10 или 14, в котором по меньшей мере часть указанной цепи из конденсаторов или других компонентов импеданса второго участка схемы располагается смежно с указанным по меньшей мере одним компонентом импеданса указанного первого участка схемы.

15 18. Датчик напряжения по любому предшествующему пункту, в котором температурная зависимость указанного второго импеданса идентична или по существу идентична температурной зависимости указанного первого импеданса в указанном диапазоне рабочих температур.

20 19. Датчик напряжения по любому предшествующему пункту, в котором температурно-зависимое изменение импеданса второго участка схемы отличается от соответствующего температурно-зависимого изменения первого участка схемы на величину, которая меньше указанного соответствующего температурно-зависимого изменения первого участка схемы.

25 20. Датчик напряжения по любому предшествующему пункту, в котором температурная зависимость указанного первого импеданса является изменением значения указанного первого импеданса по отношению к номинальному значению первого импеданса в ответ на изменение температуры, а температурная зависимость указанного второго импеданса является изменением значения указанного второго импеданса по
30 отношению к номинальному значению второго импеданса в ответ на изменение температуры.

21. Датчик напряжения по п. 20, в котором изменение значения указанного первого импеданса по отношению к указанному номинальному первому импедансу и изменение

значения указанного второго импеданса по отношению к указанному номинальному значению второго импеданса являются нулем при номинальной температуре в указанном диапазоне рабочих температур, причем указанная номинальная температура предпочтительно соответствует нормальным климатическим условиям.

5

22. Датчик напряжения по любому предшествующему пункту, в котором указанный по меньшей мере один компонент импеданса указанного второго участка схемы совместно размещен с указанным по меньшей мере одним компонентом импеданса указанного первого участка схемы.

10

23. Электрическое переключающее устройство, содержащее по меньшей мере один датчик напряжения как заявлено в любом предшествующем пункте.

24. Переключающее устройство по п. 23, в котором по меньшей мере один компонент импеданса указанного первого участка схемы указанного по меньшей мере одного датчика напряжения соединен с клеммой напряжения указанного электрического переключающего устройства.

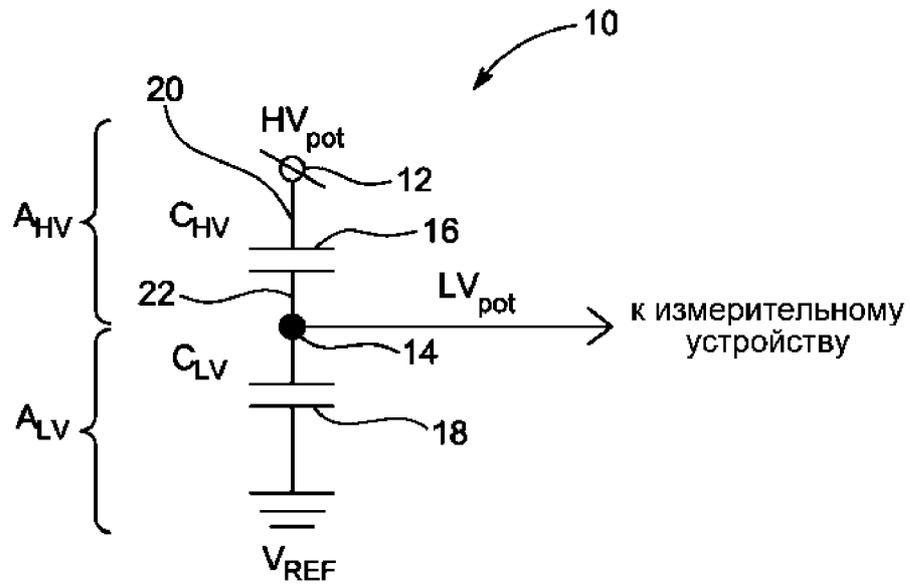
25. Переключающее устройство по п. 24, в котором указанный по меньшей мере один компонент импеданса указанного второго участка схемы располагается смежно с указанным по меньшей мере одним компонентом импеданса указанного первого участка схемы.

26. Переключающее устройство по п. 24 или 25, в котором указанный по меньшей мере один компонент импеданса указанного второго участка схемы смонтирован на указанной клемме напряжения или на указанном по меньшей мере одном компоненте импеданса указанного первого участка схемы, или на части указанного переключающего устройства, которая располагается смежно с указанной клеммой напряжения, или на несущей структуре, которая также поддерживает указанный по меньшей мере один компонент импеданса указанного первого участка схемы.

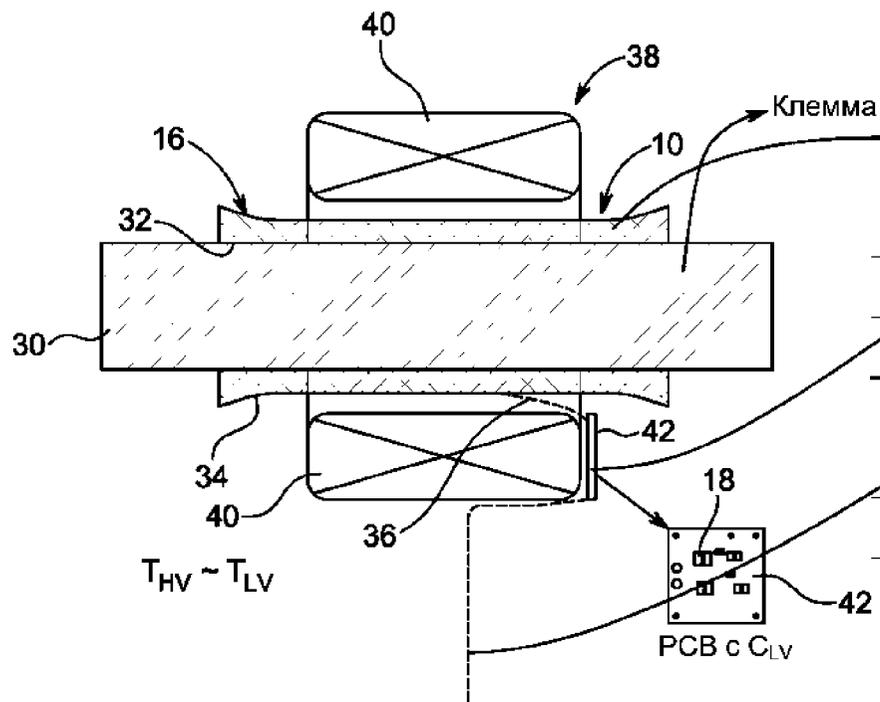
27. Переключающее устройство по любому из п.п. 23–26 в зависимости от п. 4, в котором указанный по меньшей мере один компонент импеданса указанного первого участка схемы располагается вокруг указанной клеммы напряжения.

28. Переключающее устройство по любому из п.п. 23–27, в котором датчик тока связан с указанным датчиком напряжения, причем указанный по меньшей мере один компонент импеданса указанного первого участка схемы находится смежно с указанным датчиком тока и указанный по меньшей мере один компонент импеданса указанного второго участка схемы смонтирован на указанном датчике тока.

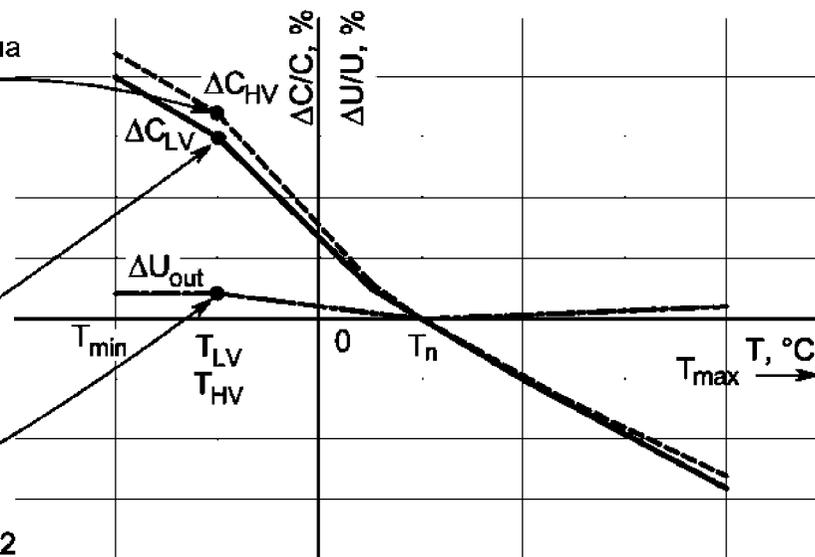
29. Способ измерения напряжения с помощью датчика напряжения, содержащего: ввод напряжения; вывод напряжения; источник опорного напряжения; первый участок схемы, соединенный между указанным вводом напряжения и указанным выводом напряжения, причем указанный первый участок схемы содержит по меньшей мере один компонент импеданса, обеспечивающий первый импеданс, который является температурно-зависимым; и второй участок схемы, соединенный между указанным выводом напряжения и указанным источником опорного напряжения, причем указанный второй участок схемы содержит по меньшей мере один компонент импеданса, обеспечивающий второй импеданс, который является температурно-зависимым, причем способ включает этапы, на которых: конфигурируют указанные первый и второй участки схемы таким образом, что температурная зависимость указанного второго импеданса согласуется с температурной зависимостью указанного первого импеданса по меньшей мере в пределах диапазона рабочих температур; и располагают указанный по меньшей мере один компонент импеданса указанного второго участка схемы и указанный по меньшей мере один компонент импеданса указанного первого участка схемы так, что при применении, они подвергаются воздействию по существу одной и той же температуры.



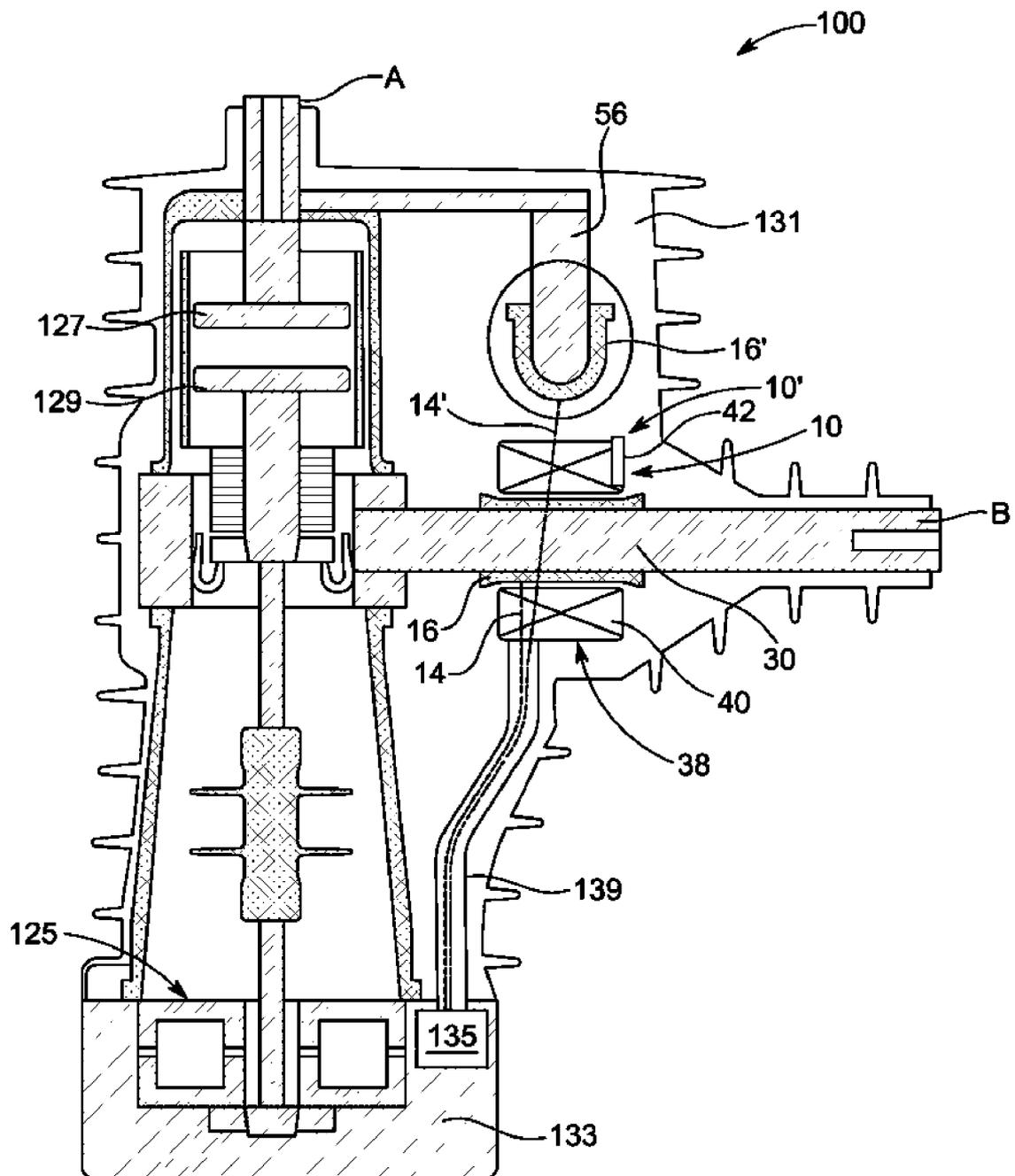
ФИГ. 1



Фиг. 2А



Фиг. 2В



ФИГ. 3