

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **046228**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2024.02.19**

(51) Int. Cl. **G01R 31/58 (2020.01)**  
**H01H 9/50 (2006.01)**

(21) Номер заявки  
**202291288**

(22) Дата подачи заявки  
**2020.10.27**

---

(54) **ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО С ДАТЧИКОМ  
НАПРЯЖЕНИЯ**

---

(31) **1915696.7**

(56) **US-A-4241373**  
**DE-A1-4414828**  
**EP-A1-3486662**

(32) **2019.10.29**

(33) **GB**

(43) **2022.08.11**

(86) **PCT/EP2020/080179**

(87) **WO 2021/083893 2021.05.06**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**ТАВРИДА ЭЛЕКТРИК ХОЛДИНГ АГ**  
**(СН)**

(72) Изобретатель:  
**Кольцов Василий Викторович,**  
**Малаховский Сергей Иванович,**  
**Соколов Дмитрий Анатольевич (RU)**

(74) Представитель:  
**Веселицкий М.Б., Кузенкова Н.В.,**  
**Каксис Р.А., Белоусов Ю.В., Куликов**  
**А.В., Кузнецова Е.В., Соколов Р.А.,**  
**Кузнецова Т.В. (RU)**

---

(57) В изобретении описан автомат защиты, содержащий емкостный датчик напряжения, расположенный внутри электроизолирующего корпуса. Датчик напряжения содержит конденсатор, расположенный между клеммами автомата защиты рядом с поверхностью, имеющей низкий потенциал, обеспечиваемой катушкой датчика тока. Конденсатор имеет куполообразную форму. Датчик напряжения не увеличивает ощутимо размеры или вес автомата защиты и отличается надежностью и точностью.

---

**B1**

**046228**

**046228**

**B1**

### **Область техники**

Настоящее изобретение относится к измерению напряжения в электрических распределительных устройствах, в частности, в автоматах защиты и в автоматах повторного включения.

### **Уровень техники**

Обычно автоматы защиты и автоматы повторного включения обеспечиваются датчиками напряжения для мониторинга напряжения на входе, а в некоторых применениях также и на выходе. Традиционные датчики напряжения могут обеспечиваться снаружи основного корпуса автомата защиты или автомата повторного включения и могут быть подсоединены между соответствующей клеммой автомата защиты/автомата повторного включения и электрическим заземлением. Такие датчики существенно увеличивают массу и размеры всего блока, частью которого является автомат защиты/автомат повторного включения, снижают надежность в связи с дополнительными проводами, соединяющими внешний датчик с системой измерения, а также повышают стоимость монтажа всего блока.

Существует потребность хотя бы в частичном устранении вышеуказанных проблем.

### **Сущность изобретения**

В настоящем изобретении предлагается электрическое распределительное устройство, снабженное электрическим переключательным устройством, содержащим:

электроизолирующий корпус;  
первую электрическую клемму, подсоединенную к первому электрическому контакту;  
вторую электрическую клемму, подсоединенную ко второму электрическому контакту;  
средство для переключения второго электрического контакта между разомкнутым состоянием и замкнутым состоянием; и

датчик напряжения для измерения напряжения на первой электрической клемме, причем датчик напряжения содержит делитель напряжения, содержащий точку входного напряжения, соединенную с первой электрической клеммой, точку выходного напряжения, расположенную между точками входного напряжения и опорного напряжения, и первый конденсатор, подсоединенный между точками входного напряжения и выходного напряжения, при этом по меньшей мере первый и второй электрические контакты и первый конденсатор размещены в указанном корпусе, а первый конденсатор расположен в указанном корпусе между первой и второй клеммами.

Переключающее устройство имеет электроизолирующий корпус, предпочтительно включающий электроизолирующее формованное изделие.

Первая клемма может содержать электропроводный элемент, расположенный в корпусе и проходящий между первым электрическим контактом и наружным (открытым) соединителем первой клеммы, вторая клемма содержит электропроводный элемент, расположенный в корпусе, и проходящий между вторым контактом и наружным соединителем второй клеммы, и первый конденсатор расположен между электропроводными элементами. В типичном варианте электропроводный элемент первой клеммы и электропроводный элемент второй клеммы, перпендикулярны, или по существу перпендикулярны, друг другу.

Предпочтительно первый конденсатор расположен ближе к электропроводному элементу второй клеммы, чем к электропроводному элементу первой клеммы, причем конденсатор предпочтительно расположен смежно (рядом) с электропроводным элементом второй клеммы.

В предпочтительных вариантах используется по меньшей мере одна токоизмерительная катушка, расположенная вокруг электропроводного элемента второй клеммы, причем первый конденсатор расположен рядом с указанной по меньшей мере одной токоизмерительной катушкой.

Первый конденсатор может обеспечиваться на электропроводной опоре и соединен с ней электрически, причем опора расположена в корпусе и электрически соединена с первой клеммой. Первый конденсатор может обеспечиваться на конце опоры и предпочтительно имеет такую форму и такие размеры, что он плотно охватывает конец опоры. Первая клемма может содержать электропроводный элемент, расположенный в корпусе и проходящий между первым электрическим контактом и наружным соединителем первой клеммы, причем опора механически соединена с электропроводным элементом или выполнена с ним как одно целое, так что опора и электропроводный элемент электрически соединены друг с другом. Опора может проходить от электропроводного элемента первой клеммы в направлении второй клеммы, и на опоре обеспечивается первый конденсатор, предпочтительно на конце опоры, между первой и второй клеммами. Опора может иметь основную часть, которая проходит вбок от электропроводного элемента первой клеммы, и концевую часть, которая отходит перпендикулярно или наклонно от основания в направлении второй клеммы.

Типичный первый конденсатор содержит первый и второй электрические проводники, предпочтительно в форме соответствующей электропроводной пластины, разделенные диэлектрической средой, причем первый проводник соединен электрически, и опционально механически, с опорой, предпочтительно с концом опоры. Первый проводник и опора могут иметь по меньшей мере одну соответствующую сопрягающуюся поверхность, предпочтительно по меньшей мере одну соответствующую цилиндрическую поверхность, для облегчения их соединения.

В предпочтительных вариантах первый конденсатор имеет куполообразную форму. Предпочти-

тельно первый конденсатор содержит первый и второй электрические проводники, предпочтительно в форме соответствующей электропроводной пластины, разделенные диэлектрической средой, и первый и второй проводники и промежуточная диэлектрическая среда имеют куполообразную форму. Первый конденсатор предпочтительно содержит кольцевую часть стенки, предпочтительно имеющую цилиндрическую форму. Предпочтительно первый конденсатор симметричен относительно его центральной оси. Предпочтительно первый конденсатор имеет U-образную форму в сечении, взятом параллельно его центральной оси. Предпочтительно первый конденсатор имеет кольцевую форму в сечении, взятом перпендикулярно его центральной оси. Кольцевая часть стенки, предпочтительно внутренняя поверхность кольцевой части стенки, может быть механически соединена и электрически с опорой, предпочтительно со свободным концом опоры. Первый проводник может быть соединен электрически и механически с опорой, предпочтительно со свободным концом опоры.

В предпочтительных вариантах делитель напряжения представляет собой емкостный делитель напряжения, предпочтительно содержащий второй конденсатор, подсоединенный между точками выходного напряжения и опорного напряжения.

В предпочтительных вариантах переключающее устройство содержит корпус, предпочтительно электроизолирующий корпус, и по меньшей мере первый и второй электрические контакты и первый конденсатор обеспечиваются в корпусе.

В предпочтительных вариантах переключающее устройство содержит конструкцию с низким, предпочтительно нулевым или по существу нулевым, электрическим потенциалом во время работы, и первый конденсатор расположен рядом с конструкцией. Конструкция с низким потенциалом предпочтительно обеспечивается в корпусе. Конструкция с низким потенциалом предпочтительно расположена на второй клемме.

В предпочтительных вариантах вторая клемма содержит электропроводный элемент, расположенный в корпусе и проходящий между вторым контактом и наружным соединителем второй клеммы, и конструкция с низким потенциалом расположена на электропроводном элементе.

Опционально конструкция с низким потенциалом содержит электрически изолированную муфту или катушку, расположенную вокруг второй клеммы.

В предпочтительных вариантах конструкция с низким потенциалом содержит катушку датчика тока.

В предпочтительных вариантах первый конденсатор вделан в электроизоляционный материал или окружен этим материалом, который предпочтительно представляет собой часть корпуса переключающего устройства.

В типичных вариантах первый и второй электрические контакты представляют собой часть вакуумного выключателя.

В некоторых вариантах переключающее устройство представляет собой автомат защиты.

Во втором аспекте изобретения обеспечивается электрическое переключающее устройство, содержащее:

первую электрическую клемму, подсоединенную к первому электрическому контакту;

вторую электрическую клемму, подсоединенную ко второму электрическому контакту;

средство для переключения второго электрического контакта между разомкнутым состоянием и замкнутым состоянием; и

датчик напряжения для измерения напряжения на первой электрической клемме, причем датчик напряжения содержит делитель напряжения, содержащий точку входного напряжения, соединенную с первой электрической клеммой, точку выходного напряжения, расположенную между точками входного напряжения и опорного напряжения, и первый конденсатор, подсоединенный между точками входного напряжения и выходного напряжения, и первый конденсатор имеет куполообразную форму.

В третьем аспекте изобретения обеспечивается датчик напряжения, содержащий делитель напряжения с точкой входного напряжения, с точкой выходного напряжения, расположенной между точками входного напряжения и опорного напряжения, а также с первым конденсатором, подсоединенным между точками входного напряжения и выходного напряжения, причем первый конденсатор имеет куполообразную форму. Предпочтительно первый конденсатор содержит первый и второй электрические проводники, предпочтительно в форме соответствующей электропроводной пластины, разделенные диэлектрической средой, и первый и второй проводники и промежуточная диэлектрическая среда имеют куполообразную форму.

Изобретение может быть осуществлено в форме автомата защиты, содержащего емкостный датчик напряжения, расположенный внутри электроизолирующего корпуса, причем датчик напряжения включает конденсатор, расположенный между клеммами автомата защиты рядом с поверхностью, имеющей низкий потенциал, которая обеспечивается катушкой датчика тока. Конденсатор предпочтительно имеет куполообразную форму.

Достоинство предпочтительных вариантов изобретения заключается в том, что мониторинг напряжения автомата защиты или автомата повторного включения может осуществляться без увеличения общих размеров автомата защиты/автомата повторного включения и лишь с небольшим увеличением его массы. Более того, надежность устройства повышается по сравнению с традиционными техническими

решениями благодаря введению датчика напряжения и относящихся к нему схем в основной корпус автомата защиты/автомата повторного включения.

Другие преимущества и достоинства изобретения будут очевидными специалистам в данной области техники после ознакомления с нижеприведенным описанием конкретного варианта осуществления изобретения со ссылками на прилагаемые чертежи.

#### **Краткое описание чертежей**

Ниже будет описан вариант осуществления изобретения, который является лишь примером его реализации, со ссылками на прилагаемые чертежи, на которых показано:

на фиг. 1 - вид вертикального сечения вакуумного автомата защиты, в котором осуществлен один из аспектов изобретения;

на фиг. 2 - вид вертикального сечения конденсатора, установленного на части автомата защиты фиг. 1 и являющегося частью датчика напряжения, в котором реализован другой аспект изобретения;

на фиг. 3 - электрическая схема датчика напряжения, частью которого является конденсатор фиг. 2.

#### **Подробное описание осуществления изобретения**

На фиг. 1 показано автоматически срабатывающее электрическое выключающее устройство, указанное в целом ссылочным номером 10. Показанное выключающее устройство 10 указывается обычно как автомат защиты. Выключающее устройство 10 предназначено для автоматического срабатывания в случае неисправности, например, в случае перегрузки по току или короткого замыкания, для защиты цепи (не показана), в которую оно интегрировано. Эта цель достигается путем размыкания электрической цепи после обнаружения неисправности, в результате чего ток прерывается. Как это будет описано ниже более подробно, выключающее устройство 10 содержит по меньшей мере один датчик напряжения для мониторинга напряжения на соответствующей одной его клемме или на обеих клеммах. Датчик напряжения может использоваться для управления работой выключающего устройства 10. В некоторых вариантах выключающее устройство 10 может быть возвращено в исходное состояние вручную (например, с помощью механических или электромеханических средств путем активации пользователем органа управления (не показан)) или автоматически (обычно с помощью электромеханических средств в ответ на обнаружение выключающим устройством устранения неисправности и/или после истечения заданного интервала времени после срабатывания выключателя). Выключающие устройства, которые возвращаются в исходное состояние автоматически, обычно указываются как автоматы повторного включения. В варианте, показанном на фиг. 1, выключающее устройство 10 представляет собой вакуумный автомат защиты. Однако следует понимать, что изобретение не ограничивается вакуумными автоматами защиты и может быть также использовано в других типах автоматов защиты, автоматов повторного включения или в других электрических выключающих устройствах, и в этом случае применимо то же самое или аналогичное описание, как это будет очевидно специалистам. Выключающее устройство 10 особенно подходит для использования с электрическими системами переменного тока, в частности с системами электропитания переменного тока. Выключающее устройство 10 может быть предназначено для использования в цепях низкого напряжения (LV, от английского Low Voltage), среднего напряжения (MV, от английского Medium Voltage) или высокого напряжения (HV, от англ. High Voltage), в зависимости от применения. Обычно для каждой фазы или каждого полюса электрической мощности, обеспечиваемой системой электропитания переменного тока, обеспечивается отдельное выключающее устройство 10.

Выключающее устройство 10 содержит первую и вторую электрические клеммы 12, 14, с помощью которых автомат 10 защиты может быть подсоединен к внешней цепи (не показана). При этом на одну из клемм 12, 14 подается сетевое или линейное напряжение, а другая клемма 14, 12 подсоединена к электрической нагрузке. Клемма, на которую подается сетевое или линейное напряжение, может указываться как сторона сети автомата 10 защиты (или как ее часть), в то время как клемма, подсоединенная к нагрузке, может указываться как сторона нагрузки автомата 10 защиты (или как ее часть).

Первая клемма 12 электрически подсоединена к первому электрическому контакту 16 или может быть сформирована с ним как одно целое. Первый контакт 16 обычно зафиксирован и может указываться как неподвижный контакт 16. Вторая клемма 14 электрически подсоединена ко второму электрическому контакту 18. В рассматриваемом примере вторая клемма электрически подсоединена к контакту 18 с помощью электрического приемного устройства 20. Второй контакт 18 установлен с возможностью перемещения между разомкнутым состоянием, которое показано на фиг. 1, и замкнутым состоянием (не показано), в котором он электрически соединен с первым контактом 16. Разомкнутое состояние контакта 18 соответствует разомкнутому состоянию автомата 10 защиты, в котором он прерывает ток между клеммами 12, 14. Замкнутое состояние контакта 18 соответствует замкнутому состоянию автомата 10 защиты, в котором ток может протекать между клеммами 12, 14 через контакты 16, 18. В рассматриваемом варианте контакты 16, 18 являются частью вакуумного выключателя 22, и, соответственно, они находятся в вакуумной камере 24.

Перемещение контакта 18 между разомкнутым и замкнутым состояниями осуществляется с помощью приводного механизма, включающего привод 26, подсоединенный к контакту 18. В рассматриваемом варианте в качестве привода 26 используется электромагнитный привод, или же в других вариантах

могут использоваться другие традиционные механизмы, например, электромеханический или пьезоэлектрический привод. В рассматриваемом варианте привод 26 соединен с контактом 18 с помощью механического соединительного устройства 28, который предназначен для преобразования перемещения привода 26 в соответствующее перемещение контакта 18. В данном случае соединительное устройство 28 преобразует линейное перемещение привода 26 в линейное перемещение контакта 18. В некоторых вариантах привод 26 может работать для перемещения контакта 18 из замкнутого состояния в разомкнутое состояние и из разомкнутого состояния в замкнутое состояние. В альтернативном варианте перемещение контакта 18 из разомкнутого состояния в замкнутое состояние может быть осуществлено вручную, и в этом случае приводное устройство может включать рычажок или другое устройство ручного действия. Перемещение контакта 18 из замкнутого состояния в разомкнутое состояние обычно осуществляется автоматически в ответ на обнаружение состояния неисправности. Перемещение контакта из разомкнутого состояния в замкнутое состояние может быть осуществлено автоматически или вручную, в зависимости от применения.

По меньшей мере часть автомата 10 защиты обеспечивается в корпусе 30. По меньшей мере часть корпуса (а предпочтительно весь корпус), выполнена из электроизоляционного материала, например из керамики, резины, пластмассы или смолы (например, из эпоксидной или полиэфирной смолы). Корпус 30 может содержать формованное изделие или иную прочную конструкцию, в которую вделаны некоторые или все компоненты автомата 10 защиты, так что некоторые или все компоненты автомата защиты запрессованы или иным образом вделаны в изоляционный материал. Например, вакуумный выключатель 22, датчик 40 напряжения (или по меньшей мере его часть), опора 56 и стержни 12В, 14В, могут быть вделаны в корпус. В варианте, показанном на фиг. 1, соединительный механизм 28 и датчик 34 тока также вделаны в корпус. Вместо этого или дополнительно к этому, весь корпус 30 или его часть может быть полый, так что формируется одна или несколько полостей по меньшей мере для некоторых компонентов автомата 10 защиты. В тех случаях, когда корпус 30 полый, он может быть покрыт диэлектрическим или электроизоляционным материалом. Обычно по меньшей мере контакты 16, 18 обеспечиваются в корпусе 30, и в случае вакуумного автомата защиты, показанного на фиг. 1, вакуумный выключатель 22 размещен в корпусе 30. Клеммы 12, 14 также обеспечиваются в корпусе 30, причем соответствующая соединительная часть 12А, 14А каждой клеммы 12, 14 выходит из корпуса 30 для обеспечения возможности подсоединения автомата 10 защиты к внешним схемам и устройствам, как это может быть необходимо. Обычно каждая клемма 12, 14 содержит электропроводный стержень 12В, 14В или другой электропроводный элемент, проходящий между соответствующим контактом 16, 18 и соответствующей соединительной частью 12А, 14А. Стержни 12В, 14В и контактные части 12А, 14А клемм 12, 14, соответственно, могут быть сформированы как одно целое или сформированы по отдельности и электрически соединены, как это будет целесообразно. В типичном устройстве стержни 12В, 14В проходят непараллельно друг другу, обычно перпендикулярно или по существу перпендикулярно. Стержень 12А первой клеммы 12 обычно проходит вдоль или параллельно оси перемещения подвижного контакта 18.

В предпочтительных вариантах электрическое приемное устройство 20 обеспечивается в корпусе 30. Соединительное устройство 28 также может обеспечиваться в корпусе 30. Привод 26 может обеспечиваться в корпусе 30 или же, как это показано на фиг. 1, может быть механически прикреплен или иным образом подсоединен к корпусу 30. Например, привод 26 может обеспечиваться в основании 32, которое подсоединено к корпусу 30.

Автомат 10 защиты может включать датчик 34 тока для измерения тока, проходящего через вторую клемму 14. Датчик 34 тока может содержать одну или несколько электрических катушек 36, обеспечиваемых вокруг электропроводной части клеммы 14, предпочтительно вокруг стержня 14В. Катушка 36 обычно содержит изолированный проводник. В качестве датчика 34 тока может использоваться любой известный датчик, например, датчик, содержащий пояс Роговского или трансформатор тока. В предпочтительных вариантах датчик 34 тока размещен в корпусе 30. Датчик 34 тока подсоединен к контроллеру 35 для передачи в него сигнала, который указывает уровень тока, протекающего через клемму 14. Контроллер 35 управляет работой автомата 10 защиты в соответствии с сигналом, получаемым из датчика 34 тока. Контроллер 35 может включать схемы или подсоединен к схемам (не показаны), которые обеспечивают работу привода 26 и которые в рассматриваемом варианте могут включать схемы для управления подачей питания на электромагнитные катушки привода 26. В частности, контроллер 35 может включать средства для определения превышения порогового значения величиной тока или напряжения и обеспечения срабатывания привода 26 для размыкания контактов 16, 18 в случае такого превышения. В некоторых вариантах контроллер 35 может быть сконфигурирован для обеспечения замыкания контактов 16, 18 приводом 26 в соответствии с одним или несколькими критериями, например, в случае устранения неисправности в электрической цепи или после истечения определенного временного интервала (например, в вариантах, в которых устройство 10 представляет собой автомат повторного включения). Контроллер 35 может иметь любую традиционную форму, например, он может содержать одну или несколько электрических схем, сконфигурированных соответствующим образом, и/или микропроцессор, микроконтроллер или другой процессор, запрограммированный соответствующим образом. По меньшей мере часть контроллера 35 (опционально весь контроллер 35) может быть включена в автомат 10 защиты, например, в

корпусе 30 или предпочтительно в основании 32. Вместо этого контроллер 35 может обеспечиваться отдельно от автомата 10 защиты и обмениваться с ним сигналами с помощью любых традиционных средств оптической, проводной или беспроводной связи для осуществления любых или всех операций, описанных в настоящем изобретении. В общем случае датчик 34 тока может быть подсоединен к контроллеру 35 с помощью любых традиционных средств, обычно с помощью проводного соединения. Для этой цели автомат 10 защиты может содержать канал 38, предпочтительно внутри корпуса 30, для прокладки в нем электрических проводов или других соединителей от датчика 34 к контроллеру. В рассматриваемом варианте в канале 38 проложены провода от катушки 36 к контроллеру, который в данном случае расположен в основании 32. В канале 38 также могут быть проложены провода от датчиков 40, 60 напряжения к контроллеру 35.

Автомат 10 защиты содержит датчик 40 напряжения для измерения напряжения на первой клемме 12. Датчик 40 напряжения содержит делитель напряжения, предпочтительно емкостный делитель напряжения. На фиг. 3 приведена схема емкостного делителя напряжения, подходящего для использования в качестве датчика 40 напряжения. Датчик 40 напряжения содержит первую часть схемы между точкой 41 входного напряжения и точкой 50 выходного напряжения и вторую часть схемы между точкой 54 выходного напряжения и опорным напряжением  $V_{ref}$ , в качестве которого целесообразно использовать электрическое заземление или другую точку опорного напряжения. Точка 41 входного напряжения соединена с первой клеммой 12. Первая и вторая части схемы имеют соответствующие импедансы, так что выходное напряжение в точке 54 зависит от напряжения на клемме 12 и от отношения импедансов первой и второй частей схемы. В предпочтительных вариантах импедансом первой части схемы является емкостное сопротивление  $C_{HV}$ , предпочтительно обеспечиваемое первым конденсатором 42. Импедансом второй части схемы является емкостное сопротивление  $C_{LV}$ , предпочтительно обеспечиваемое вторым конденсатором 50. Первый конденсатор 42 подсоединен между точкой 41 входного напряжения и точкой 54 выходного напряжения. Второй конденсатор 50 подсоединен между точкой 54 выходного напряжения и "землей". Поэтому первая клемма 44 конденсатора 42 подсоединена электрически к первой клемме 12 автомата 10 защиты, и вторая клемма 46 конденсатора 42 подсоединена электрически к первой клемме 48 второго конденсатора 50, причем вторая клемма 52 второго конденсатора 50 подсоединена электрически к электрическому заземлению. В точке 54 обеспечивается выходное напряжение, которое зависит от напряжения на клемме 12 и от отношения емкостных сопротивлений  $C_{HV}$ ,  $C_{LV}$  конденсаторов 42, 50.

Выходное напряжение в точке 54 меньше входного напряжения на клемме 12. Выходное напряжение с точки 54 подается в контроллер 35, который сконфигурирован для измерения или определения иным образом напряжения в точке 54. Для этой цели точка 54 выходного напряжения подсоединена к контроллеру 35. Контроллер 35 может содержать средства для определения превышения величиной выходного напряжения в точке 54 порогового значения и/или соответствия одной или нескольких других характеристик сигнала выходного напряжения одному или нескольким критериям, которые могут варьироваться в разных вариантах. В зависимости от величины измеренного тока и/или напряжения (как это может быть применимо) опционально вычисляются другие электрические параметры сети, такие как: мощность, энергия, импеданс, фазовые сдвиги и т.п. Такие параметры могут использоваться для работы релейной защиты и автоматизации электроподстанций. Измерения мощности и энергии могут использоваться для коммерческого и технического учета электричества. Контроллер 35 управляет работой автомата 10 защиты в соответствии с выходным сигналом, получаемым из датчика 40, то есть, снимаемым с точки 54. Контроллер 35 может быть сконфигурирован для обеспечения приводом 26 размыкания контактов 16, 18, обычно после определения превышения величиной выходного напряжения в точке 54 порогового значения. В некоторых вариантах контроллер 35 может быть сконфигурирован для обеспечения замыкания контактов 16, 18 приводом 26 в соответствии с одним или несколькими критериями, например, в случае определения, что выходное напряжение в точке 54 не превышает порогового значения, или после истечения определенного временного интервала (например, в вариантах, в которых устройство 10 представляет собой автомат повторного включения).

В предпочтительных вариантах емкостное сопротивление  $C_{LV}$  второго конденсатора 50 выше емкостного сопротивления  $C_{HV}$  первого конденсатора 42. В типичных вариантах, в которых клемма 12 подсоединена к линии HV, величины емкостных сопротивлений  $C_{HV}$ ,  $C_{LV}$  выбирают таким образом, чтобы величина выходного напряжения в точке 54 была на уровне, допустимом для контроллера 35. Например, в зависимости от варианта типичными величинами напряжения на клемме 12 могут быть 10 кВ, 24 кВ или 35 кВ, в то время как типичная величина выходного напряжения в точке 54 может быть порядка милливольт или сотен вольт.

В альтернативных вариантах (не показаны) датчик 40 напряжения может содержать другие формы делителя напряжения, в частности с конфигурациями схем, отличающимися от схемы, приведенной на фиг. 3. Например, одно или оба емкостных сопротивления  $C_{HV}$ ,  $C_{LV}$  могут быть реализованы в форме одного или нескольких конденсаторов, например, в форме одного конденсатора или цепи, содержащей несколько конденсаторов. Например, один или оба конденсатора 42, 50 могут быть реализованы в форме двух или более конденсаторов, соединенных последовательно, или в форме двух или более конденсаторов, соединенных параллельно, или же возможны и другие конфигурации соединений конденсаторов.

Опционально вторая часть схемы может содержать один или несколько конденсаторов, соединенных параллельно и/или последовательно, для температурной компенсации делителя напряжения. Опционально в делитель напряжения может быть включен один или несколько резисторов. Например, один или несколько резисторов могут обеспечиваться во второй части схемы для компенсации фазовых сдвигов.

В предпочтительных вариантах первый конденсатор 42 тока расположен в корпусе 30. Предпочтительно первый конденсатор 42 расположен между первой и второй клеммами 12, 14. В предпочтительных вариантах первый конденсатор 42 обеспечивается на электропроводной опоре 56, с которой он соединен электрически. Электропроводная опора 56 электрически соединена с первой клеммой 12. По соображениям удобства опору 56 механически соединяют со стержнем 12В, или же их формируют как одно целое, так что опора 56 и стержень 12В электрически соединены друг с другом. В предпочтительных вариантах опора 56 отходит вбок от стержня 12В, то есть, в направлении, которое перпендикулярно стержню 12В, или отходит от него наклонно. Предпочтительно, опора 56 отходит от стержня 12В в направлении второй клеммы 14. Опора 56 может отходить от стержня 12В в направлении, которое параллельно стержню 14В второй клеммы 14. Опора 56 включает концевую часть 56А, которая предпочтительно проходит в направлении стержня 14В второй клеммы 14. В предпочтительных вариантах опора 56 имеет основную часть 56В, которая отходит вбок от стержня 12В, и концевую часть 56А, проходящую перпендикулярно или наклонно относительно основной части 56В в направлении стержня 14В. Опора 56 может иметь форму, например, буквы L. Опора 56 может включать любые электропроводные структуры, например один или несколько стержней и/или пластин, которые способны поддерживать конденсатор 42 и изготовлены из металла, однако могут быть сформированы из любых других подходящих электропроводных материалов. В альтернативных вариантах для удерживания конденсатора внутри корпуса 30 могут обеспечиваться альтернативные опорные средства (не показаны), например, удерживающие конденсатор 42 в стороне от стержня 14В. В таких случаях конденсатор 42 может быть подсоединен электрически к клемме 12 с помощью одного или нескольких проводов. Опора 56 или другие поддерживающие средства предпочтительно также обеспечиваются внутри корпуса 30. В предпочтительных вариантах узел, состоящий из опоры 56 или других поддерживающих средств и первого конденсатора 42, расположен внутри корпуса 30 в зоне между первой и второй клеммами 12, 14. Расположение конденсатора между первой и второй клеммами 12, 14 предпочтительно, поскольку в этом случае обеспечивается эффективное использование пространства между первой и второй клеммами 12, 14 и улучшается компактность автомата 10 защиты.

Предпочтительно конденсатор 42 расположен рядом с поверхностью внутри корпуса 30, которая имеет сравнительно низкий электрический потенциал по сравнению с рабочим напряжением устройства 10 (то есть, с нормальным рабочим напряжением на клеммах 12, 14), предпочтительно по меньшей мере на порядок величины (то есть, в 10 раз) меньше рабочего напряжения. Предпочтительно конденсатор 42 расположен рядом с поверхностью внутри корпуса 30, которая во время работы имеет нулевой электрический потенциал (или близкий к нулю, предпочтительно 10 вольт или менее, более предпочтительно 1 вольт или менее). Этого можно достичь путем расположения конденсатора 42 рядом с любой конструкцией, имеющей поверхность, электрический потенциал которой во время работы равен нулю или близок к нулю, например, равен 10 вольтам или менее, предпочтительно 1 вольтам или менее. Поверхность или конструкция с нулевым или низким потенциалом обычно формируется из электропроводного материала и может быть электрически изолирована. В предпочтительном варианте между конструкцией/поверхностью с нулевым или низким потенциалом и конденсатором 42, в частности клеммой 42В конденсатора, которая подсоединена к выходной точке 54 датчика, нет большой разницы потенциалов, например, разница потенциалов равна нулю, или не превышает 1 вольта или 10 вольт. В этом случае обеспечивается высокая степень точности датчика 40 и его достаточная электрическая прочность. Если конденсатор 42 не расположен рядом с поверхностью, имеющей нулевой или низкий потенциал, то сравнительно высокий электрический потенциал на клеммах 12, 14 может ухудшать точность измерений датчика 40. Конденсатор 42 может быть расположен рядом с подходящей конструкцией, имеющей нулевой или низкий потенциал, внутри корпуса 30 или рядом с поверхностью любой конструкции, имеющей нулевой или низкий потенциал. В типичных вариантах конденсатор 42, в частности клемма (42В) конденсатора 42, расположена на расстоянии, не превышающем 100 мм, предпочтительно 50 мм и более предпочтительно 25 мм, от поверхности, имеющей соответствующий нулевой или низкий потенциал.

Во время работы предпочтительных вариантов на катушке 36 датчика 34 тока будет нулевой или низкий электрический потенциал (действительная величина может зависеть от режима работы датчика 34 тока и от тока, протекающего через клемму 14). Поэтому в предпочтительных вариантах конденсатор 42, и в частности проводник 42В, расположен рядом с катушкой 36 датчика 34 тока. В предпочтительных вариантах конденсатор 42 расположен достаточно близко к катушке 36, так что разница потенциалов между конденсатором 42 (или по меньшей мере между проводником 42В) и поверхностью катушки 36 имеет небольшую величину, равна нулю или по существу равна нулю (например, меньше 1 вольта). Во время работы на катушке 36 обычно будет нулевой потенциал, и потенциал проводника 42В конденсатора 42 в точке 54 будет близок к нулю. В этом случае повышается электрическая прочность и точность

работы конденсатора 42. В типичных вариантах конденсатор 42, в частности клемма (42В) конденсатора 42, расположена на расстоянии, не превышающем 100 мм, предпочтительно 50 мм и более предпочтительно 25 мм, от катушки 36. В альтернативных вариантах (не показаны), например, в которых отсутствует катушка 36, в корпусе 30 может обеспечиваться любая другая поверхность с нулевым или низким потенциалом, предпочтительно между клеммами 12, 14, для расположения конденсатора 42 рядом с ней. Например, может обеспечиваться электрически изолированная оболочка (не показана) из электропроводного материала, охватывающая стержень 14В и подсоединенная к электрическому заземлению (или к другой точке с опорным напряжением), и конденсатор 42 может быть расположен рядом с этой оболочкой.

В предпочтительных вариантах первый конденсатор 42 выполнен в форме кольцевой насадки, надетой на конец 57 опоры 56. Первый конденсатор 42 предпочтительно имеет куполообразную форму, и может быть также описан как имеющий форму чашки или колокола. Первый конденсатор 42 предпочтительно симметричен или по существу симметричен относительно центральной оси. В предпочтительных вариантах первый конденсатор 42 имеет U-образную форму в сечении, взятом в любой плоскости, параллельной центральной оси конденсатора.

Первый конденсатор 42 содержит первый и второй электрические проводники 42А, 42В, разделенные диэлектрической средой 42С. Каждый проводник 42А, 42В предпочтительно содержит электропроводную пластину, которая имеет куполообразную или иную закругленную форму. Проводники 42А, 42В имеют такие размеры, что проводник 42А может входить внутрь проводника 42В. Проводник 42В обеспечивает внешнюю поверхность куполообразного конденсатора 42, в то время как проводник 42А обеспечивает внутреннюю поверхность куполообразного конденсатора. Проводники 42А, 42В обычно выполнены из металла, однако в других вариантах они могут быть выполнены из другого подходящего электропроводного материала. Диэлектрическая среда 42С может содержать любой подходящий известный диэлектрический материал, например, стекло, керамику или пластмассу.

Первый проводник 42А соединен электрически с опорой 56. В этом случае первый проводник 42А обеспечивает первую клемму 44 конденсатора 42. Первый проводник 42А также механически соединен с опорой 56, предпочтительно с концевой частью 56А. В предпочтительных вариантах концевая часть 56А имеет свободный конец 57, причем первый проводник 42А расположен на свободном конце 57 и соединен с ним механически и электрически. Для соединения первого проводника 42А с опорой могут использоваться любые подходящие соединительные средства (не показаны), например, электропроводное уплотнительное кольцо, или может использоваться соединение сваркой. Опционально первый проводник 42А и опора 56 имеют по меньшей мере одну соответствующую сопрягающуюся поверхность для улучшения их соединения.

Второй проводник 42В присоединен электрически к первой клемме 48 второго конденсатора 50. Для удобства второй проводник 42В служит в качестве второй клеммы 46 первого конденсатора 42. Второй проводник 42В может быть присоединен электрически к первой клемме 48 второго конденсатора 50 с использованием любых подходящих средств, таких как, например, провод, кабель или другой электрический проводник. Например, второй проводник 42В и первая клемма 48 вместе могут быть электрически присоединены к контроллеру 35. В рассматриваемом варианте провод 58 соединяет второй проводник 42В с точкой электрического соединения (не показана) контроллера 35, причем точка электрического соединения служит в качестве точки 54 выходного напряжения делителя напряжения. Второй конденсатор 50 не показан на фиг. 1, но может обеспечиваться в любом подходящем месте, например в корпусе 30, или в основании 32, или в контроллере 35, и его первая клемма 48 может быть соединена с той же точкой электрического соединения контроллера 35, с которой соединен проводник 58. Вторая клемма 52 конденсатора 50 может быть соединена с "землей" (или с другой точкой опорного напряжения  $V_{ref}$ ) с использованием любых подходящих средств, таких как, например, провод, кабель или другой электрический проводник. В качестве второго конденсатора 50 может быть использован любой подходящий известный конденсатор.

В предпочтительных вариантах первый конденсатор 42 сформирован таким образом, что он имеет закругленную закрытую концевую часть 43, которая может быть полукруглой в сечении, и может иметь кольцевую часть 45 стенки, обеспечивающую открытый проем. В частности, первый и второй проводники 42А, 42В и промежуточный диэлектрический слой 42С выполнены для формирования частей 43, 45 таким образом, что каждая часть 43, 45 содержит соответствующую часть проводников 42А, 42В и диэлектрического слоя 42С. Предпочтительно первый конденсатор 42 сформирован таким образом, что по меньшей мере часть кольцевой части 45 стенки параллельна или по существу параллельна центральной оси конденсатора 42 и предпочтительно имеет цилиндрическую форму, в частности, внутренняя поверхность части стенки, прилегающей к проему, имеет цилиндрическую форму. В предпочтительных вариантах первый конденсатор 42 или по меньшей мере часть 45 стенки имеет круглую форму в поперечном сечении. Обеспечение куполообразного конденсатора 42 обладает тем достоинством, что в этом случае устраняются или ослабляются краевые эффекты, так что улучшается однородность характеристик конденсатора. Кроме того, куполообразная форма предпочтительной конструкции конденсатора 42 обеспечивает симметричность или по существу симметричность электрического поля между пластинами 42А,



42В, в результате чего повышается точность измерений. Кроме того, предпочтительная форма конденсатора 42 обеспечивает достаточную электрическую прочность конденсатора 42 с минимальным или сравнительно низким емкостным сопротивлением.

Предпочтительно часть 45 стенки, для удобства внутренняя поверхность части 45 стенки первого конденсатора 42, механически и электрически соединена с опорой 56, предпочтительно с ее свободным концом 57. В предпочтительных вариантах первый конденсатор 42 надет на конец 57, так что кольцевая часть 45 стенки проходит вокруг конца 57. Соответствующая внутренняя поверхность части 45 стенки и внешняя часть конца 57 предпочтительно выполнены таким образом, что они имеют сопрягающиеся формы, причем предпочтительно они имеют цилиндрическую форму для облегчения их соединения.

Опционально автомат 10 защиты содержит датчик 60 напряжения для измерения напряжения на второй клемме 14. Датчик 60 напряжения может содержать делитель напряжения, предпочтительно емкостный делитель напряжения, схема которого такая же, что и схема, приведенная на фиг. 3, или сходная с ней. На фиг. 1 показан конденсатор 62, аналогичный первому конденсатору 42 датчика 40 напряжения. Второй конденсатор датчика напряжения не показан, однако он может обеспечиваться в любом подходящем месте. Первый конденсатор 62 может иметь форму манжеты, охватывающей стержень 14В, опционально внутри катушки 36.

Из вышеизложенного должно быть понятно, что в предпочтительных вариантах осуществления изобретения обеспечивается встроенный датчик 40 напряжения, содержащий емкостный делитель напряжения, в корпусе 30 автомата 10 защиты или другого переключающего устройства, такого как, например, автомат повторного включения, между первой и второй клеммами 12, 14. Предпочтительная конструкция датчика 40 напряжения содержит U-образный конденсатор 42, входящий в состав схемы делителя напряжения, которая обеспечивает возможность использования конденсатора достаточной электрической прочности и минимально необходимого емкостного сопротивления. Такой датчик напряжения сравнительно дешев и имеет более высокую надежность по сравнению с традиционными альтернативными вариантами, и не приводит к увеличению размеров автомата защиты/автомата повторного включения, или же увеличение его размеров минимально. Встроенный датчик 40 напряжения для клеммы 12 обеспечивает использование автомата защиты или автомата повторного включения в кольцевых сетях, в которых датчики необходимы на обеих клеммах автомата защиты/автомата повторного включения.

Настоящее изобретение не ограничивается вариантами, описанными в изобретении, поскольку они могут быть изменены или модифицированы без выхода за пределы объема охраны изобретения.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Электрическое распределительное устройство, снабженное электрическим переключающим устройством, содержащим:

электроизолирующий корпус;  
первую электрическую клемму, подсоединенную к первому электрическому контакту;  
вторую электрическую клемму, подсоединенную ко второму электрическому контакту;  
средство для переключения второго электрического контакта между разомкнутым состоянием и замкнутым состоянием; и

датчик напряжения для измерения напряжения на первой электрической клемме,  
причем датчик напряжения содержит делитель напряжения, имеющий точку входного напряжения, соединенную с первой электрической клеммой, точку выходного напряжения, расположенную между точками входного напряжения и опорного напряжения, и первый конденсатор, подсоединенный между точками входного напряжения и выходного напряжения,

при этом по меньшей мере первый и второй электрические контакты и первый конденсатор размещены в указанном корпусе, а первый конденсатор расположен в указанном корпусе между первой и второй клеммами.

2. Электрическое распределительное устройство по п.1, в котором электроизолирующий корпус включает электроизолирующее формованное изделие.

3. Электрическое распределительное устройство по п.2, в котором первая клемма содержит электропроводный элемент, расположенный в корпусе и проходящий между первым электрическим контактом и наружным соединителем первой клеммы, а вторая клемма содержит электропроводный элемент, расположенный в корпусе, и проходящий между вторым контактом и наружным соединителем второй клеммы, и в котором первый конденсатор расположен между электропроводными элементами, причем, как правило, электропроводный элемент первой клеммы и электропроводный элемент второй клеммы перпендикулярны, или по существу перпендикулярны друг другу.

4. Электрическое распределительное устройство по п.3, в котором первый конденсатор расположен ближе к электропроводному элементу второй клеммы, чем к электропроводному элементу первой клеммы, предпочтительно смежно с электропроводным элементом второй клеммы.

5. Электрическое распределительное устройство по п.3 или 4, дополнительно содержащее по меньшей мере одну токоизмерительную катушку, расположенную вокруг электропроводного элемента второй

клеммы, причем первый конденсатор расположен смежно с указанной по меньшей мере одной токоизмерительной катушкой.

6. Электрическое распределительное устройство по любому из пп.2-5, в котором первый конденсатор размещен на электропроводной опоре и электрически соединен с ней, причем опора расположена в корпусе и электрически соединена с первой клеммой, а первый конденсатор размещен на конце опоры и предпочтительно имеет форму и размеры, обеспечивающие плотный хват конца опоры.

7. Электрическое распределительное устройство по п.6, в котором первая клемма содержит электропроводный элемент, расположенный в корпусе и проходящий между первым электрическим контактом и наружным соединителем первой клеммы, причем опора механически соединена с электропроводным элементом или выполнена с ним как одно целое, так что опора и электропроводный элемент электрически соединены друг с другом, предпочтительно, опора проходит от электропроводного элемента первой клеммы в направлении второй клеммы, первый конденсатор размещен на опоре, предпочтительно на конце опоры, между первой и второй клеммами, и предпочтительно опора имеет основную часть, которая проходит вбок от электропроводного элемента первой клеммы, и концевую часть, которая отходит перпендикулярно или наклонно от основной части в направлении второй клеммы.

8. Электрическое распределительное устройство по п.6 или 7, в котором первый конденсатор содержит первый и второй электрические проводники, предпочтительно в форме соответствующей электропроводной пластины, разделенные диэлектрической средой, причем первый проводник соединен электрически и опционально механически, с опорой, предпочтительно с концом опоры.

9. Электрическое распределительное устройство по любому предыдущему пункту, в котором первый конденсатор имеет куполообразную форму, и предпочтительно первый конденсатор содержит первый и второй электрические проводники, предпочтительно в форме соответствующей электропроводной пластины, разделенные диэлектрической средой, и первый и второй проводники и промежуточная диэлектрическая среда имеют куполообразную форму.

10. Электрическое распределительное устройство по п.9, в котором первый конденсатор содержит кольцевую часть стенки, предпочтительно имеющую цилиндрическую форму.

11. Электрическое распределительное устройство по любому из пп.6-10, в котором первый конденсатор симметричен относительно центральной оси и предпочтительно имеет кольцевую форму в сечении, взятом перпендикулярно его центральной оси.

12. Электрическое распределительное устройство по любому из пп.9-11, в котором первый конденсатор имеет U-образную форму в сечении, взятом параллельно его центральной оси.

13. Электрическое распределительное устройство по любому из пп.10-12, при зависимости от п.6, в котором кольцевая часть стенки, предпочтительно внутренняя поверхность кольцевой части стенки, механически и электрически соединена с опорой, предпочтительно со свободным концом опоры.

14. Электрическое распределительное устройство по любому из пп.9-13, при зависимости от п.6, в котором первый проводник электрически и механически соединен с опорой, предпочтительно со свободным концом опоры.

15. Электрическое распределительное устройство по любому предыдущему пункту, в котором делитель напряжения представляет собой емкостный делитель напряжения, содержащий второй конденсатор, подсоединенный между точками выходного напряжения и опорного напряжения.

16. Электрическое распределительное устройство по любому предыдущему пункту, имеющее корпус, предпочтительно электроизолирующий корпус, и по меньшей мере первый и второй электрические контакты и первый конденсатор размещены в корпусе.

17. Электрическое распределительное устройство по любому предыдущему пункту, дополнительно содержащее конструкцию с низким, предпочтительно нулевым или по существу нулевым, электрическим потенциалом во время работы, и первый конденсатор расположен смежно с этой конструкцией.

18. Электрическое распределительное устройство по п.17, при зависимости от п.16, в котором конструкция с низким потенциалом размещена в корпусе.

19. Электрическое распределительное устройство по п.17 или 18, в котором конструкция с низким потенциалом расположена на второй клемме.

20. Электрическое распределительное устройство по любому предыдущему пункту, в котором вторая клемма содержит электропроводный элемент, расположенный в корпусе и проходящий между вторым контактом и наружным соединителем второй клеммы, и конструкция с низким потенциалом расположена на электропроводном элементе.

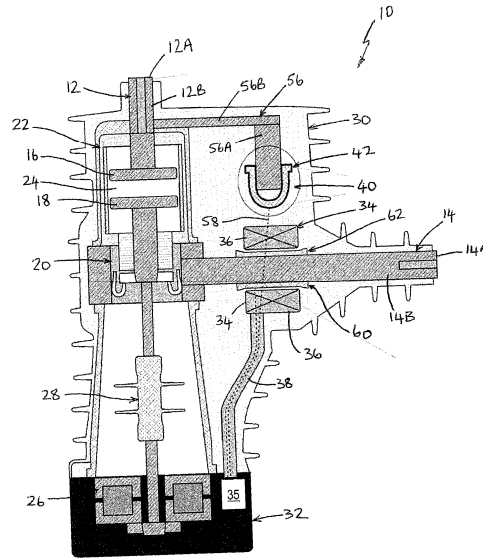
21. Электрическое распределительное устройство по п.19 или 20, в котором конструкция с низким потенциалом содержит электрически изолированную муфту или катушку, расположенную вокруг второй клеммы.

22. Электрическое распределительное устройство по п.21, в котором конструкция с низким потенциалом содержит катушку датчика тока.

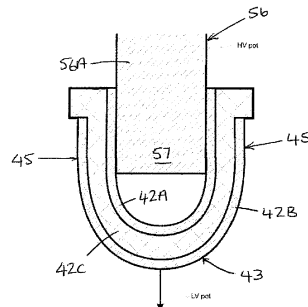
23. Электрическое распределительное устройство по любому предыдущему пункту, в котором первый конденсатор вделан в электроизоляционный материал или окружен этим материалом, который предпочтительно представляет собой часть корпуса переключающего устройства.

24. Электрическое распределительное устройство по любому предыдущему пункту, в котором первый и второй электрические контакты представляют собой часть вакуумного выключателя.

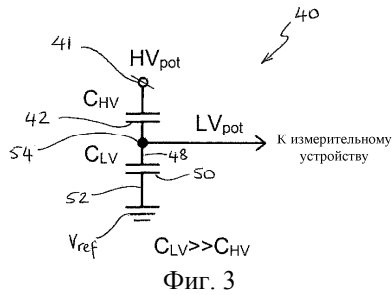
25. Электрическое распределительное устройство по любому предыдущему пункту, которое представляет собой автомат защиты.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3