

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **040726**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.07.21

(51) Int. Cl. **G01R 15/14** (2006.01)
G01R 15/20 (2006.01)

(21) Номер заявки
202191916

(22) Дата подачи заявки
2020.01.16

(54) БЛОК ИЗМЕРЕНИЯ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ

(31) **00089/19**

(72) Изобретатель:
Саргсян Арутюн (AM)

(32) **2019.01.28**

(33) **СН**

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(43) **2021.10.13**

(86) **PCT/EP2020/051066**

(87) **WO 2020/156826 2020.08.06**

(56) **US-A1-2018143234**
WO-A1-2011063851

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
СОРЭЙТЕК СКЕНДИНЕЙВИЯ (NO)

(57) Производство электроэнергии становится все более разнообразным, поскольку возобновляемые источники энергии становятся все более доступными - интеллектуальные счетчики могут помочь в подсчете поставляемой энергии, обеспечивая правильную степень компенсации и отслеживая источники проблем, таких как сбои, короткие замыкания, скачки мощности, несбалансированные нагрузки и падение качества электроэнергии. Интеллектуальные счетчики тока часто трудно установить зачастую из-за зажимов, которые должны быть закреплены вокруг проводников для измерения тока, необходимо предусмотреть несколько разных диаметров, чтобы снизить риск того, что диаметр окажется неподходящим. Блок (100) измерения предназначен для одновременного измерения двух значений тока и двух значений напряжения линии (300) электропередачи с тремя высоковольтными проводниками, блок (100) измерения содержит три двухполюсных электрических межсоединения, каждое межсоединение конфигурируется для подключения между двумя отдельными концами высоковольтных проводников; первый (610) и второй (630) датчик тока, сконфигурированные и выполненные с возможностью измерения тока через первое межсоединение (210) и через третье межсоединение (230) соответственно; и первый (710) и второй (720) датчик напряжения, сконфигурированные и выполненные с возможностью измерения напряжения между первым (210) и вторым (220) межсоединениями и между вторым (220) и третьим (230) межсоединениями; измерение двух значений тока и двух значений напряжения выполняется при плавающем потенциале. Этот блок (100) измерения может быть установлен непосредственно на всех трех фазах подстанции, например, с собственным внутренним источником питания и без заземления. Фактические измерения выполняются между фазами. Ток может быть измерен с помощью датчика Холла, шунтирующего датчика, датчика тока с поясом Роговского или трансформатора, например трансформатора тока с наносердечником. Напряжение может быть измерено с помощью делителя напряжения. Основываясь на высокой точности, устройство может выполнять как коммерческий учет энергии, так и измерения/мониторинг электрических параметров в технических целях (например, качество электроэнергии, колебания напряжения или тока). Такие особенности важны для энергосистем с высоким уровнем проникновения переменных возобновляемых источников энергии, таких как солнечная или ветряная установка.

B1

040726

040726
B1

Настоящее изобретение относится к блоку измерения тока и напряжения для измерения значений тока и напряжения трехфазной высоковольтной линии без подключения к нейтрали или заземлению.

Растет потребность в интеллектуальных счетчиках (блоках измерения) для сбора, обработки и передачи важной информации об энергии в системах передачи и распределения электроэнергии точным и надежным способом. Производство электроэнергии становится все более разнообразным, поскольку возобновляемые источники энергии становятся все более доступными - традиционная модель нескольких крупных производителей и множества потребителей быстро переходит к сети микрогенераторов. Эти микрогенераторы должны быть зарегистрированы и интегрированы в систему - интеллектуальные счетчики могут помочь в подсчете потребляемой энергии, обеспечивая правильную степень компенсации и отслеживая источники проблем, таких как сбой, короткие замыкания, скачки мощности, несбалансированные нагрузки и падение качества электроэнергии. Текущие интеллектуальные счетчики часто трудно установить, часто из-за зажимов, которые должны быть закреплены вокруг проводников для измерения тока - необходимо предусмотреть несколько разных диаметров, чтобы снизить риск того, что диаметр окажется неподходящим. Кроме того, современные интеллектуальные счетчики, использующие зажимы, часто имеют проблемы с изоляцией между фазами и проблемы с безопасностью.

Альтернативные решения для выполнения измерений требуют установки набора дополнительного оборудования, включающего в себя трансформаторы тока и напряжения, перед интеллектуальными счетчиками для смягчения технологических ограничений. Очень большое количество распределительных систем, особенно в диапазоне среднего и высокого напряжения от 6/10 до 50 кВ, означает, что стоимость систем измерения является основным препятствием для внедрения этой полезной технологии.

Задачей настоящего изобретения является создание нового блока измерения тока и напряжения, в котором устранены недостатки, описанные выше. В частности, задачей настоящего изобретения является создание нового блока измерения тока и напряжения, в котором не используются зажимы для подключения к линии электропередачи.

Блок измерения предназначен для одновременного измерения двух значений тока и двух значений напряжения линии электропередачи, линия электропередачи включает в себя первый, второй и третий высоковольтный проводник, сконфигурированные с возможностью обеспечения трехфазного питания, блок измерения включает в себя первое, второе и третье двухполюсные электрические межсоединения, причем каждое межсоединение сконфигурировано с возможностью подключения между двумя отдельными концами первого, второго и третьего высоковольтных проводников соответственно, причем два полюса каждого электрического межсоединения электрически соединены друг с другом; первый и второй датчики тока, сконфигурированные и выполненные с возможностью измерения тока через первое межсоединение и через третье межсоединение соответственно; и первый и второй датчики напряжения, сконфигурированные и выполненные с возможностью измерения напряжения в диапазоне от 0 до 50 кВ между первым и вторым межсоединениями и между вторым и третьим межсоединениями; блок измерения дополнительно сконфигурирован и выполнен с возможностью измерения каждого из двух значений тока и каждого из двух значений напряжения с плавающим потенциалом.

При измерении тока и напряжения с плавающим потенциалом заземление или заземленная точка не требуются. Это выгодно, поскольку может упростить установку и может обеспечить большую устойчивость к скачкам мощности в линии электропередачи (например, из-за молнии).

Путем одновременного измерения двух значений тока и двух значений напряжения может быть обеспечена правильная и точная оценка параметров линии электропередачи. Соединяя межсоединения между отдельными концами высоковольтного проводника можно уменьшить проблемы с установкой из-за зажимов. Прямое размещение блока измерения означает отсутствие практических ограничений на диаметр провода высоковольтных проводников. Измерение как на линиях среднего напряжения, так и на линиях высокого напряжения может производиться путем установки блока измерения на подстанциях или на линиях электропередачи.

Кроме того, блок измерения без зажимов позволяет проводить более точные измерения, поскольку он сконфигурирован в виде интегральной схемы с физическими подключениями к линиям электропередач. Кроме того, блок измерения в соответствии с настоящим изобретением более точен, чем блок измерения, использующий зажимы, измерения которого производятся на основе магнитного поля, поскольку он непосредственно измеряет фактические значения тока и напряжения. Стабильность и надежность подключения блока измерения согласно настоящему изобретению по сравнению с системой, использующей зажимы, выше, поскольку он может быть прикреплен болтами к линиям электропередачи. В случае сильных всплесков тока, плохой погоды или любого другого вида физической силы риск отключения отсутствует или снижается.

В первом предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения датчик тока представляет собой шунтирующий датчик для измерения тока в диапазоне от 0 до 200 А, датчик Холла для измерения тока в диапазоне от 0 до 1000 А, датчик тока с поясом Роговского для измерения тока в диапазоне от 0 до 100 кА, особенно для измерения тока выше 200 А, особенно выше 500 А, или трансформатор тока, например трансформатор тока с наносердечником, для измерения тока в диапазоне от 0 до 500 А. При использовании двухполюсных электрических межсоединений вместо зажимов возможно измерение

тока шунтом. Шунт имеет более высокую электромагнитную совместимость ЕМС, т.е. он более устойчив к электрическим помехам/возмущениям, которые могут исходить от распределительного устройства или других частей электрической сети. Используя датчики Холла вместо шунтов для измерения тока, можно измерять большие токи, что позволяет установить блок измерения согласно изобретению вместо обычного множества устройств, используемых в настоящее время на подстанциях для измерения мощности и энергии, которые обычно включают в себя три ступенчатых понижающих трансформатора напряжения (по одному на высоковольтный провод), два или три трансформатора тока (по одному на высоковольтный провод) и систему измерения низкого напряжения. Это может упростить установку, снизить общие затраты и повысить надежность за счет уменьшения сложности.

В другом предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения первое, второе и третье двухполюсные электрические межсоединения представляют собой жесткие электропроводящие стержни или пластины, особенно жесткие стержни или пластины, сделанные из металла, предпочтительно жесткие стержни или пластины, сделанные из меди или алюминия или любых других токопроводящих сплавов. При использовании жестких стержней или пластин блок измерения по настоящему изобретению становится очень жестким, что позволяет точно измерять ток и/или напряжение, даже если блок подвергается воздействию высоких механических сил. Это также позволяет снизить риск отключения блока измерения от линии электропередачи.

В дополнительном варианте осуществления предоставляется блок измерения, который дополнительно сконфигурирован и выполнен с возможностью питания напрямую (с автономным питанием) от высоковольтной линии и/или с питанием от магнитного поля и/или с питанием от внутреннего источника питания. Установка и эксплуатация упрощены, поскольку не требуется внешний источник питания. Кроме того, в периоды, когда поток энергии в линии электропередачи прерывается, мониторинг все еще может продолжаться, если имеется батарея или аккумуляторная батарея.

В еще одном варианте осуществления предусмотрен блок измерения, в котором первый датчик напряжения, второй датчик напряжения, первый датчик тока и второй датчик тока включены в цепь высокого напряжения; и блок дополнительно содержит цепь низкого напряжения, соединенную с цепью высокого напряжения, так что два значения тока обнаруживаются цепью низкого напряжения, а цепь низкого напряжения питается от цепи высокого напряжения. Разделив компоненты на компоненты, работающие при высоком напряжении, и компоненты, работающие при низком напряжении, электрическая изоляция может быть оптимизирована путем покрытия высоковольтных компонентов. Кроме того, обеспечивается большая гибкость, поскольку любой модуль можно модернизировать, отремонтировать и/или заменить.

В другом варианте осуществления предусмотрен блок измерения, дополнительно содержащий интерфейс передачи данных для радиосвязи и/или связи с гальванической развязкой с базовой станцией. Интерфейс передачи данных позволяет упростить интеграцию в существующие сети (Ethernet, мобильный модем 2G/3G/4G/5G, RS-485 и т.д.) для упрощения сбора данных. Затем данные можно использовать для отслеживания и последующей обработки. Интерфейс передачи данных также может быть сконфигурирован для полной двусторонней связи, что позволяет пользователю дистанционно конфигурировать блок измерения.

В еще одном варианте осуществления предусмотрен блок измерения, дополнительно содержащий третий датчик тока, сконфигурированный и выполненный с возможностью измерения тока через второе межсоединение, при этом третий датчик тока представляет собой шунтирующий датчик для измерения тока в диапазоне от 0 до 200 А, датчик Холла для измерения тока в диапазоне от 0 до 1000 А, датчик тока с поясом Роговского для измерения тока в диапазоне от 0 до 100 кА, особенно для измерения тока выше 200 А, особенно выше 500 А, или трансформатор тока, как, например, трансформатор тока с наносердечником, для измерения тока в диапазоне от 0 до 500 А. Это обеспечивает третье значение тока, которое может быть измерено одновременно с двумя другими значениями тока и двумя значениями напряжения. Это дает дополнительную информацию об энергии, переносимой вторым высоковольтным проводником.

В еще одном варианте осуществления предусмотрен блок измерения, который дополнительно сконфигурирован и выполнен с возможностью обнаружения и индикации неисправностей и/или короткого замыкания по меньшей мере в одном высоковольтном проводнике. Предоставляя измерительную ИС и/или цифровой процессор, предоставляется гибкая система, которая может быть сконфигурирована с возможностью обеспечения улучшенного отслеживания и обнаружения неисправностей. Блок измерения может быть дополнительно сконфигурирован с возможностью измерения реактивных токов и/или реактивной мощности, и/или гармоник по меньшей мере одного высоковольтного проводника.

В дополнительном варианте осуществления предусмотрен блок измерения, который дополнительно сконфигурирован и выполнен с возможностью формирования сигнала прерывания в случае индикации неисправности, сигнал прерывания сконфигурирован и выполнен с возможностью срабатывания реле безопасности, реле безопасности сконфигурировано и выполнено с возможностью прерывания потока электрической энергии по меньшей мере к одному высоковольтному проводнику. Опять же, с помощью измерительной ИС и/или цифрового процессора предоставляется гибкая система, которая может быть сконфигурирована с возможностью обеспечения улучшенного отслеживания и обнаружения неисправ-

ностей. Кроме того, блок может быть сконфигурирован с возможностью срабатывания защитного реле - оно может содержаться в самом блоке, сконфигурированном с возможностью прерывания потока энергии через одно или более межсоединений. Реле также может быть расположено вне блока, сконфигурировано и расположено так, чтобы прерывать поток энергии через один или более высоковольтных проводников.

В еще одном варианте осуществления блок содержит модуль извлечения формы волны. Мониторинг и анализ форм сигналов в линиях электропередач могут быть жизненно важным диагностическим инструментом для выявления проблемных состояний в энергосистеме до того, как они могут вызвать сбой или прерывания. Технологии анализа сигналов, такие как периодограмма и спектрограмма или измерение вектора, могут использоваться для анализа изменений напряжения и тока в линии электропередач. Модуль извлечения формы волны особенно используется для автоматического получения формы волны напряжения и тока линии электропередачи.

В дополнительном варианте осуществления модуль извлечения формы волны сконфигурирован с возможностью анализа качества электроэнергии. Модуль извлечения формы волны специально сконфигурирован с возможностью отслеживания изменений пикового и/или среднеквадратичного напряжения для обнаружения пиков или провалов в форме волны напряжения, для отслеживания изменений частоты или отклонений формы волны от заданной идеальной формы волны, например синусоидальной или косинусоидальной формы волны, или обнаружения изменений амплитуды волны для предотвращения перенапряжения, создаваемого, например, возобновляемыми источниками энергии.

В дополнительном варианте осуществления модуль извлечения формы волны сконфигурирован с возможностью обнаружения и характеризования замыкания на землю, межфазного замыкания и/или любого типа искажения формы волны, такого как провалы или выбросы. Обнаруживая и характеризуя эти события, можно определить, например, произошел ли пробой изоляции, или было ли создано короткое замыкание или заземление, например, деревом, упавшим на воздушную линию напряжения, или произошел обрыв кабеля в подземной линии напряжения.

В еще одном варианте осуществления модуль извлечения формы волны сконфигурирован с возможностью локализации обнаруженного события в сети. Используя модуль извлечения формы волны, сконфигурированный с возможностью локализации обнаруженного события в сети, неисправный компонент или часть сети можно заменить или отремонтировать быстрее или изолировать, чтобы предотвратить крупномасштабное полное или частичное обесточивание. Путем анализа времени сигнала неисправности между двумя устройствами регистрируется каждым из них, точка неисправности может быть локализована по разнице во времени, которое потребовалось для регистрации обоими устройствами. В случае только одного устройства место повреждения можно рассчитать, используя характеристики формы волны в сочетании со скоростью распространения сигнала в проводящей среде (линия электропередачи).

В дополнительном варианте осуществления блок содержит модуль сбора данных для сбора данных, относящихся к общему гармоническому искажению напряжения и/или тока, особенно к супрагармоникам. Обнаруживая источники и величину гармонических или супрагармонических искажений, существующие активы и компоненты в энергосети могут быть использованы для поглощения или устранения негативного эффекта искажения или может быть установлено дополнительное оборудование, такое как фильтры нижних или верхних частот или полосовые фильтры, чтобы уменьшить или устранить искажение. Отслеживая уровни искажений можно более точно и экономично планировать параметры сети и обновления.

Краткое описание чертежей приведено ниже.

Фиг. 1 - схематическое изображение механической конструкции блока измерения тока и напряжения в соответствии с изобретением;

фиг. 2 - принципиальная электрическая схема блока измерения тока и напряжения в соответствии с изобретением.

Изобретение проиллюстрировано следующими вариантами осуществления.

На фиг. 1 показан пример механической конструкции блока 100 отслеживания (мониторинга) тока и напряжения в соответствии с изобретением. Блок 100 предназначен для одновременного измерения двух значений тока и двух значений напряжения трех высоковольтных проводников 310, 320, 330, сконфигурированных с возможностью обеспечения трехфазного питания по линии электропередачи - каждый из проводников 310, 320, 330 несет фазу трехфазной электрической энергии.

Для установки блока 100 каждый из трех высоковольтных проводников 310, 320, 330 разделен, образуя два конца. Блок 100 содержит три двухполюсных электрических межсоединения 210, 220, 230 - два полюса каждого электрического межсоединения 210, 220, 230 электрически соединены друг с другом.

Два полюса первого межсоединения 210 электрически соединены между двумя разделенными концами первого высоковольтного проводника 310. Точно так же два полюса второго межсоединения 220 электрически соединены между двумя разделенными концами второго высоковольтного проводника 320, а два полюса третьего межсоединения 230 электрически соединены между двумя разделенными концами третьего высоковольтного проводника 330.

Использование первого, второго и третьего для межсоединений 210, 220, 230 и проводников 310,

320, 330 не означает, что определенные фазы подключены к конкретному межсоединению. Это также не подразумевает определенного порядка фаз или относительного фазового соотношения между соседними проводниками.

Блок 100 измерения сконфигурирован и выполнен с возможностью измерения двух значений тока и двух значений напряжения одновременно при плавающем потенциале - другими словами, не выполняется электрическое соединение с высоковольтным проводником, обозначенным как нейтраль в трехфазной схеме питания. Кроме того, электрическое соединение с землей (или землей) не выполняется. Это упрощает установку блока 100 и может обеспечить большую устойчивость к скачкам мощности в линии электропередачи (например, из-за молнии).

Блок 100, изображенный на фиг. 1, включает в себя

изоляционный кожух 150. Степень и тип изоляции 150 зависят от электрической энергии, которая может присутствовать по меньшей мере на одном из высоковольтных проводников 310, 320, 330. Это может быть до 50 кВ, хотя может присутствовать более низкое номинальное напряжение, такое как 3 кВ, 3,3 кВ, 6 кВ, 6,6 кВ, 10 кВ, 11 кВ, 12 кВ, 20 кВ, 22 кВ, 24 кВ, 33 кВ или 35 кВ. Предпочтительно блок 100 и изоляционный кожух 150 сконфигурированы и выполнены с возможностью соответствовать стандарту IEC 60071-1:2006+AMD1:2010 CSV по требованиям к изоляции;

первый датчик тока (не показан на фиг. 1), сконфигурированный и выполненный с возможностью измерения тока через первое межсоединение 210. Также второй датчик тока (не изображен на фиг. 1), сконфигурированный и выполненный с возможностью измерения тока через третье межсоединение 230. Датчики тока могут быть шунтирующим датчиком, датчиком Холла, датчиком тока с поясом Роговского или трансформатором тока, например трансформатором тока с наносердечником;

шунтирующий датчик содержит резистор высокой мощности с низким сопротивлением, установленный последовательно между двумя полюсами межсоединения 210, 230, где ток должен быть считан и затем измерен. Блок 100 сконфигурирован и выполнен с возможностью измерения значений тока в диапазоне от 0 до 200 А;

датчик на основе эффекта Холла (или датчик Холла) сконфигурирован и выполнен с возможностью воспринимать магнитное поле, создаваемое при протекании тока между двумя полюсами межсоединения 210, 230, где ток должен быть считан и затем измерен. Датчик Холла может быть установлен в непосредственной близости от любой части межсоединения 210, 230. Опционально, ферромагнитный элемент, такой как С-образный сердечник, может использоваться для увеличения напряженности магнитного поля вблизи датчика Холла. Датчики Холла также доступны со встроенным магнитным концентратором (ИМС), что позволяет устанавливать их непосредственно на поверхности межсоединения 210, 230, где должен измеряться ток. Затем блок 100 конфигурируется и размещается для измерения значений тока в диапазоне от 0 до 1000 А, предпочтительно в диапазоне от 5 до 1000 А, более предпочтительно в диапазоне от 100 до 1000 А, наиболее предпочтительно в диапазоне от 200 до 800 А.

Датчики на основе эффекта Холла в целом имеют очень хорошую линейность в верхней области диапазона тока, но страдают от заметной нелинейности в области наименьшего/низкого тока. Например, от 25 до 600 А датчик может иметь точность 0,2%. Однако при падении тока ниже 15 А погрешности значительно увеличиваются. Некоторые современные датчики могут уже иметь степень компенсации. Для более высокой точности датчик может быть откалиброван в этой области низкого тока по эталону, создавая справочную таблицу или формулу коррекции. Если блок 100 дополнительно содержит процессор, процессор может быть сконфигурирован с возможностью обеспечения необходимой коррекции.

Блок 100, изображенный на фиг. 1, дополнительно включает в себя

первый датчик напряжения (не показан на фиг. 1), сконфигурированный и выполненный с возможностью измерения напряжения в диапазоне от 0 до 50 кВ между первым 210 и вторым 220 межсоединениями. Второй датчик напряжения (не изображен на фиг. 1) также предусмотрен, сконфигурирован и выполнен с возможностью измерения напряжения в диапазоне от 0 до 50 кВ между вторым 220 и третьим 230 межсоединениями, предпочтительно в диапазоне от 1 до 50 кВ, более предпочтительно от 5 до 45 кВ, наиболее предпочтительно от 5 до 22 кВ.

Изобретение основано на понимании того, что во многих случаях достаточно одновременно измерить только два напряжения и два тока, чтобы получить точное измерение состояния потока энергии по линии электропередачи. Во многих случаях также нет необходимости проводить измерения относительно земли или нейтрали, чтобы получить точное измерение состояния.

Опционально, электронная схема, содержащаяся в блоке 100, может быть разделена на одну или более высоковольтных цепей 400 и одну или более низковольтных цепей 500. Высоковольтная цепь 400 содержит по меньшей мере одно прямое электрическое соединение для питания от компонента или устройства по меньшей мере к одному межсоединению 210, 220, 230, несущему высокое напряжение. Низковольтная цепь 500 не имеет прямого соединения для питания.

Обычно для высоковольтной цепи 400 требуется более высокая степень изоляции. Разделив схему на одну или более высоковольтных цепей 400 и одну или более низковольтных цепей 500, требуется меньшая изоляция для блока 100 в целом, поскольку компоненты низковольтной цепи 500 нуждаются в меньшей изоляции.

Дополнительно или в качестве альтернативы разделение схемы на два модуля (цепи) обеспечивает большую гибкость в расположении цепей. Например, высоковольтная цепь 400 может быть установлена в пространстве между двумя соседними межсоединениями 210, 220, 230, а низковольтная цепь 500 может быть установлена непосредственно над или под межсоединением 210, 220, 230.

Одновременное измерение двух значений тока и двух значений напряжения трех высоковольтных проводников 310, 320, 330 обеспечивает точное и полное измерение трехфазной мощности, выполняемое с использованием метода цепи Арона или "метода двух измерителей мощности".

Два измеренных значения тока - это

токи, проходящие через первый высоковольтный проводник 310 (в большинстве случаев тот же ток будет проходить через первое межсоединение 210); и

токи, проходящие через второй высоковольтный проводник 330 (в большинстве случаев ток через третье межсоединение 230).

Два измеренных напряжения - это

напряжение между первым высоковольтным проводником 310 и вторым высоковольтным проводником 320 (в большинстве случаев напряжение между первым межсоединением 210 и вторым межсоединением 220); и

напряжение между третьим высоковольтным проводником 330 и вторым высоковольтным проводником 320 (в большинстве случаев напряжение между третьим межсоединением 230 и вторым межсоединением 220).

По этим значениям можно рассчитать общую трехфазную активную, реактивную и/или полную мощность. Дополнительно или альтернативно может быть рассчитана активная, реактивная и/или полная энергия.

На фиг. 2 представлена упрощенная электрическая схема блока 100 отслеживания тока и напряжения в соответствии с изобретением.

Схема может состоять из одной цепи или, опционально, она может быть разделена на высоковольтную цепь 400 и низковольтную цепь 500.

Также может быть преимущественным предусмотреть более одной высоковольтной цепи 400 и более одной низковольтной цепи 500 - используя преимущества модульности может быть легче перестроить, модернизировать или отремонтировать существующий блок 100 или обеспечить индивидуальные блоки 100. Например, высоковольтная цепь 400 включает в себя датчики как тока, так и напряжения. Если требуется более высокий класс точности, может быть достаточным заменить только высоковольтную цепь 400. Низковольтная цепь 500 может быть сохранена.

В изображенном примере блок 100 содержит две высоковольтных цепи 400 и две низковольтных цепи 500, как показано, имеется первая высоковольтная цепь 400/низковольтная цепь 500, электрически соединенная с первым межсоединением 210 и вторым межсоединением 220. Также имеется вторая высоковольтная цепь 400/низковольтная цепь 500, соединенная с третьим межсоединением 230 и вторым межсоединением 220. Электрические соединения с высоковольтными проводниками 310, 320, 330 являются такими же, как показано на фиг. 1, однако для ясности показаны только два полюса для каждого межсоединения 210, 220, 230. Эти полюса при использовании подключаются к разделенным концам высоковольтных проводников 310, 320, 330, как показано на фиг. 1. Первая высоковольтная цепь 400/низковольтная цепь 500 и вторая высоковольтная цепь 400/низковольтная цепь 500 изображены, по существу, идентичными. Однако они могут быть сконфигурированы и размещены отдельно, например, для оптимизации выполняемых измерений - если ниже приводится альтернатива, каждая высоковольтная цепь 400/низковольтная цепь 500 может содержать тот же вариант или другой вариант.

Каждая высоковольтная цепь 400 содержит

источник 450 питания, сконфигурированный и выполненный с возможностью преобразования электрической энергии по меньшей мере от одного межсоединения 310, 320, 330 в напряжение, подходящее для питания компонентов и устройств, содержащихся в низковольтной цепи 500 напряжения.

Эта энергия поступает от трехфазной линии электропередачи и приводит к автономному питанию блока 100. Как показано, выпрямительный мост и стабилитрон могут использоваться для обеспечения постоянного напряжения приблизительно 3,3 В. Однако любое подходящее напряжение может быть постоянным и/или переменным, например ± 5 В, ± 6 В, ± 9 В, ± 12 В. Источник питания также может генерировать более одного напряжения.

Более конкретно, первая высоковольтная цепь 400 подключена между первым 210 и вторым 220 межсоединениями. Источник 450 питания преобразует электрическую энергию из второго межсоединения 220 относительно первого межсоединения 210 в напряжение, здесь 3,3 В. Это напряжение для низковольтной цепи 500 составляет 3,3 В относительно напряжения на первом межсоединении 210.

Точно так же вторая высоковольтная цепь 400 подключена между третьим 230 и вторым 220 межсоединениями. Источник 450 питания преобразует электрическую энергию из второго межсоединения 220 относительно третьего межсоединения 230 в напряжение, здесь 3,3 В. Это напряжение для низковольтной цепи 500 составляет 3,3 В относительно напряжения на третьем межсоединении 230.

Дополнительно или в качестве альтернативы может быть предусмотрен внутренний источник пита-

ния, такой как аккумулятор. Это позволяет осуществлять непрерывный мониторинг, даже если линия электропередачи не работает (т.е. если поток электроэнергии прерывается).

Может быть выгодным предоставить перезаряжаемую батарею и источник 450 питания, сконфигурированный и выполненный с возможностью обеспечения напряжения и/или тока, подходящих для зарядки батареи.

Дополнительно или альтернативно источник 450 питания может быть сконфигурирован с возможностью преобразования магнитной энергии, генерируемой током, протекающим по меньшей мере через одно межсоединение 310, 320, 330.

Датчик тока, как описано выше для фиг. 1. Для этого примера либо первый датчик 610 тока, сконфигурированный и выполненный с возможностью считывания и измерения тока через первое межсоединение 210, содержащееся в первой высоковольтной цепи 400; или

второй датчик 630 тока, сконфигурированный и выполненный с возможностью считывания и измерения тока через второе межсоединение 230, содержащееся во второй высоковольтной цепи 400;

датчик напряжения, как описано выше для фиг. 1. Для этого примера либо

первый датчик 710 напряжения, сконфигурированный и выполненный с возможностью измерения напряжения в диапазоне от 0 до 50 кВ между первым 210 и вторым 220 межсоединениями, содержащимся в первой высоковольтной цепи 400; или

второй датчик 730 напряжения также предусмотрен, сконфигурирован и выполнен с возможностью измерения напряжения в диапазоне от 0 до 50 кВ между третьим 230 и вторым 220 межсоединениями, содержащимся во второй высоковольтной цепи 400.

Как изображено, может быть предусмотрен делитель напряжения, так что центральное соединение между двумя резисторами делителя предоставляет сигнал, имеющий известную взаимосвязь с фактической разностью напряжений между первым 210 и вторым 220 межсоединениями (для первой высоковольтной цепи 400), или третьим 230 и вторым 220 межсоединениями. В случае делителя сигнал представляет собой сигнал напряжения, значительно уменьшенный по амплитуде, который напоминает напряжение, измеренное между межсоединениями 210 и 220 или между 230 и 220.

Сигнал, представляющий разность напряжений, подается в низковольтную цепь 500 для измерения.

Каждая низковольтная цепь 500 содержит

измерительную IC 510 или процессор измерения энергии (EMP).

Она получает питание от источника 450 питания высоковольтной цепи 400, принимает сигнал от датчика 710, 730 напряжения и сигнал от датчика 610, 630 тока и находится в связи с процессором 520.

Компоненты и устройства в низковольтной цепи 500 также получают питание с плавающим потенциалом. В первой низковольтной цепи 500 питание от источника 450 питания подается относительно первого межсоединения 210. Во второй низковольтной цепи 500 питание от источника 450 питания подается относительно третьего межсоединения 230.

Цифровой процессор 520 или микроконтроллерный блок (MCU).

Он получает питание от источника 450 питания высоковольтной цепи 400 - в первой низковольтной цепи 500, питание подается относительно первого межсоединения 210. Во второй низковольтной цепи 500 питание подается относительно третьего межсоединения 230.

Цифровой процессор 520 связан с измерительной IC 510 и дополнительным интерфейсом 800 передачи данных. Процессор 520 может дополнительно содержать цифровую память. Процессор 520 может быть сконфигурирован с возможностью управления и обеспечения, например,

фиксированных, переменных и/или регулярных интервалов измерения тока и напряжения - измерения гармоник как минимум на одном высоковольтном проводнике 310, 320, 330;

обнаружения и указания короткого замыкания хотя бы в одном высоковольтном проводнике 310, 320, 330;

отслеживания и/или сигнализации пороговых значений;

обнаружения и индикации неисправностей, опционально, блок 100 измерения может дополнительно содержать индикатор прохождения неисправности;

срабатывания одного или более реле безопасности для прерывания потока электрической энергии по меньшей мере к одному высоковольтному проводнику 310, 320, 330;

интенсивной обработки данных, такой как постобработка, профилирование нагрузки, время использования и анализ обесточенных линий.

Дополнительный интерфейс 800 передачи данных.

Он получает питание от источника 450 питания высоковольтной цепи 400 - в первой низковольтной цепи 500, питание подается относительно первого межсоединения 210. Во второй низковольтной цепи 500 питание подается относительно третьего межсоединения 230.

Интерфейс 800 передачи данных связан с процессором 520. Кроме того, он сконфигурирован и выполнен с возможностью связи с дополнительным блоком (не показан), таким как базовая станция, и/или блок дистанционного отслеживания, и/или блок дистанционного управления. Преимущественно он сконфигурирован так, чтобы быть совместимым с одним или более общепринятыми промышленными интерфейсами. Могут использоваться проводные сети, такие как RS-485, RS-232 и/или Ethernet или дру-

гие (например, PROFIBUS). Также может использоваться форма связи с гальванической развязкой, такая как оптическая или радио. Также могут использоваться беспроводные сети, такие как GSM, Bluetooth и/или Wi-Fi. Это позволяет эффективно использовать интеллектуальный учет.

Опционально, может быть обеспечена двусторонняя связь, позволяющая управлять и/или конфигурировать блок 100 удаленно.

Еще одно преимущество отдельной низковольтной цепи 500 состоит в том, что ее можно заменить отдельно от высоковольтной цепи 400, что может сэкономить время и может быть дешевле. Это особенно выгодно, когда пользователь обновляет или модифицирует свою сеть. Например, из кабельной сети в беспроводную сеть.

Как описано, блок 100 измерения может быть сконфигурирован с возможностью срабатывания реле безопасности - оно может содержаться в самом блоке 100, сконфигурированное с возможностью прерывания потока энергии через одно или более межсоединений 210, 220, 230. Реле также может быть расположено снаружи блока, сконфигурировано и размещено так, чтобы прерывать поток энергии через один или более высоковольтных проводников 310, 320, 330.

Опционально, блок 100 может дополнительно содержать третий датчик 620 тока, сконфигурированный и выполненный с возможностью измерения тока через второе межсоединение 220. Аналогично первому 610 и второму 620 датчикам тока, третий датчик 620 тока может быть шунтирующим датчиком для измерения тока в диапазоне от 0 до 200 А, датчиком Холла для измерения тока в диапазоне от 0 до 1000 А, датчиком тока с поясом Роговского для измерения тока в диапазоне от 0 до 100 кА, особенно для измерения тока выше 200 А, особенно выше 500 А, или трансформатором тока, например трансформатором тока с наносердечником, для измерения тока в диапазоне от 0 до 500 А.

Таким образом, предоставляется интегрированный блок 100 измерения тока, напряжения, мощности и энергии, который выполняет точное (с точностью от 0,05 до 1%) измерение этих электрических параметров в одном устройстве линий электропередач или подстанций среднего и высокого напряжения при номинальном напряжении 3 кВ и выше, предпочтительно 6 кВ и выше.

Блок 100 измерения может быть установлен непосредственно на всех трех фазах подстанции, например, с собственным внутренним источником питания и без заземления. Фактические измерения выполняются между фазами. Ток может быть измерен с помощью датчика Холла, шунтирующего датчика, датчика тока с поясом Роговского или трансформатора тока, например трансформатора тока с наносердечником. Напряжение можно быть измерено с помощью делителя напряжения. Все датчики и электроника питаются от внутреннего источника питания. Основываясь на высокой точности, устройство может выполнять как коммерческий учет энергии, так и измерения/мониторинг электрических параметров в технических целях (например, колебания напряжения или тока). Такие особенности важны для энергосистем с высоким уровнем проникновения переменных возобновляемых источников энергии, таких как солнечная или ветряная установка.

Предпочтительно блок 100 измерения соответствует одному или более стандартам IEC на современное оборудование подстанции, включающих в себя наиболее важные тесты ВIL (в настоящее время оборудование до 22 кВ).

Например,

стандарт IEC 60071-1:2006+AMD1:2010 CSV по требованиям к изоляции;

стандарт IEC 60060-3:2006 или IEC 60060-2:2010 по методам высоковольтных испытаний для указанных уровней напряжения в соответствии со стандартом IEC 60060-1:2006;

стандарт IEC 62475:2010 по сильноточным испытаниям;

измерение двух значений тока в соответствии со стандартом IEC 61869-2:2012 класса точности 0,5 S или 0,2 S и IEC 62053-22, как определено в разделе "Оборудование для измерения электроэнергии (переменного тока). Особые требования - часть 22: Статические счетчики активной энергии (классы 0,2 S и 0,5 S) "с 2003 г.; и/или

измерение двух значений напряжения в соответствии со стандартом IEC 61869-3:2012, класс точности 0,5 или 0,2 и стандартом IEC 62053-22, как определено в "Оборудование для измерения электроэнергии (переменного тока) - Особые требования - часть 22: Статические счетчики активной энергии (классы 0,2 S и 0,5 S) "с 2003 г.;

в целом соответствует семейству IEC 61869 для измерительных трансформаторов и IEC 62271200:2011 для распределительных устройств переменного тока в металлическом корпусе и аппаратуры управления для номинальных напряжений от 1 до 52 кВ включительно.

Также может быть полезным измерять дополнительное напряжение:

напряжение между первым высоковольтным проводником 310 и третьим высоковольтным проводником 330 (в большинстве случаев напряжение между первым межсоединением 210 и третьим межсоединением 230).

Список номеров ссылок на чертежах.

100 - Блок измерения,

150 - изоляционный кожух,

210 - первое электрическое межсоединение,

220 - второе электрическое межсоединение,
 230 - третье электрическое межсоединение,
 310 - первый высоковольтный проводник,
 320 - второй высоковольтный проводник,
 330 - третий высоковольтный проводник,
 400 - высоковольтная цепь,
 450 - источник питания,
 500 - низковольтная цепь,
 510 - измерительная ИС,
 520 - процессор,
 530 - интерфейс передачи данных,
 610 - первый датчик тока,
 620 - третий датчик тока,
 630 - второй датчик тока,
 710 - первый датчик напряжения,
 720 - второй датчик напряжения,
 800 - интерфейс передачи данных,
 900 - базовая станция.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Блок (100) измерения для одновременного измерения двух значений тока и двух значений напряжения линии (300) электропередачи, причем линия (300) электропередачи включает в себя первый (310), второй (320) и третий (330) высоковольтные проводники, сконфигурированные с возможностью обеспечения трехфазного питания, причем блок (100) измерения содержит

первое (210), второе (220) и третье (230) двухполюсные электрические межсоединения, каждое межсоединение сконфигурировано с возможностью подключения между двумя разделенными концами первого (310), второго (320) и третьего (330) высоковольтных проводников соответственно, причем два полюса каждого электрического межсоединения (210, 220, 230) электрически соединены друг с другом;

первый (610) и второй (630) датчики тока, сконфигурированные и выполненные с возможностью измерения тока через первое межсоединение (210) и через третье (230) межсоединение соответственно, и первый (710) и второй (720) датчики напряжения, сконфигурированные и выполненные с возможностью измерения напряжения в диапазоне от 0 до 50 кВ между первым (210) и вторым (220) межсоединением и между вторым (220) и третьим (230) межсоединением; причем блок (100) измерения дополнительно сконфигурирован и выполнен с возможностью измерения каждого из двух значений тока и каждого из двух значений напряжения при плавающем потенциале.

2. Блок измерения по п. 1, в котором первый датчик (610) тока и/или второй датчик (630) тока представляет собой шунтирующий датчик для измерения тока в диапазоне от 0 до 200 А, датчик Холла для измерения тока в диапазоне от 0 до 1000 А, датчик тока с поясом Роговского для измерения тока в диапазоне от 0 до 100 кА, особенно для измерения тока выше 200 А, особенно выше 500 А, или трансформатор тока, например трансформатор тока с наносердечником, для измерения тока в диапазоне от 0 до 500 А.

3. Блок измерения по п. 1 или 2, в котором первое (210), второе (220) и третье (230) двухполюсные электрические межсоединения представляют собой жесткие электропроводные стержни или пластины, особенно жесткие стержни или пластины, изготовленные из металла, предпочтительно жесткие стержни или пластины, изготовленные из меди, алюминия или любого другого проводящего сплава.

4. Блок измерения по любому из предшествующих пунктов, причем блок (100) дополнительно сконфигурирован и выполнен с возможностью питания (450) непосредственно (автономного питания) от высоковольтной линии и/или питания от магнитного поля и/или питания от внутреннего источника питания.

5. Блок измерения по любому из предшествующих пунктов, в котором первый датчик (710) напряжения, второй датчик (720) напряжения, первый датчик (610) тока и второй датчик (630) тока включены в высоковольтную цепь (400); и блок (100) дополнительно содержит низковольтную цепь (500), соединенную с высоковольтной цепью (400), так что два значения тока обнаруживаются низковольтной цепью (500), и низковольтная цепь (500) питается от высоковольтной цепи (400).

6. Блок измерения по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что блок (100) измерения дополнительно содержит интерфейс (800) передачи данных для радиосвязи и/или гальванически развязанной связи с базовой станцией (900).

7. Блок измерения по любому из предшествующих пунктов, причем блок (100) дополнительно содержит третий датчик (620) тока, сконфигурированный и выполненный с возможностью измерения тока через второе межсоединение (220), при этом третий датчик (620) тока представляет собой шунтирующий датчик для измерения тока в диапазоне от 0 до 200 А, датчик Холла для измерения тока в диапазоне от 0

до 1000 А, датчик тока с поясом Роговского для измерения тока в диапазоне от 0 до 100 кА, особенно для измерения тока свыше 200 А, в частности свыше 500 А, или трансформатор тока, например трансформатор тока с наносердечником, для измерения тока в диапазоне от 0 до 500 А.

8. Блок измерения по любому из предшествующих пунктов, в котором по меньшей мере один высоковольтный проводник (310, 320, 330) находится в рабочем состоянии при номинальном напряжении, выбранном из группы, состоящей из 3 кВ, 3,3 кВ, 6 кВ, 6,6 кВ, 10 кВ, 11 кВ, 12 кВ, 20 кВ, 22 кВ, 24 кВ, 33 кВ, 35 кВ.

9. Блок измерения по п.8, в котором по меньшей мере один датчик (710, 720) напряжения сконфигурирован и выполнен с возможностью измерения напряжения в диапазоне от 80 до 120% номинального напряжения.

10. Блок измерения по любому из предшествующих пунктов, причем блок (100) содержит по меньшей мере один датчик Холла, сконфигурированный и приспособленный как датчик (610, 620, 630) тока для измерения тока в диапазоне от 5 до 1000 А, предпочтительно от 100 до 1000А, наиболее предпочтительно от 200 до 800 А.

11. Блок измерения по любому из предшествующих пунктов, в котором по меньшей мере один датчик (710, 720) напряжения сконфигурирован и выполнен с возможностью измерения напряжения в диапазоне от 1 до 50 кВ, предпочтительно от 5 до 45 кВ, более предпочтительно от 5 до 22 кВ.

12. Блок измерения по любому из предшествующих пунктов, причем блок (100) дополнительно сконфигурирован и выполнен с возможностью обнаружения и индикации неисправностей и/или короткого замыкания по меньшей мере в одном высоковольтном проводнике (310, 320, 330).

13. Блок измерения по любому из предшествующих пунктов, дополнительно сконфигурированный и выполненный с возможностью формирования сигнала прерывания в случае индикации неисправности, причем сигнал прерывания сконфигурирован и выполнен с возможностью срабатывания реле безопасности, реле безопасности сконфигурировано и выполнено с возможностью прерывания потока электрической энергии по меньшей мере на один высоковольтный проводник (310, 320, 330).

14. Блок измерения по любому из предшествующих пунктов, сконфигурированный и выполненный с возможностью измерения реактивных токов, и/или реактивной мощности, и/или гармоник по меньшей мере одного высоковольтного проводника (310, 320, 330).

15. Блок измерения по любому из предшествующих пунктов, причем блок (100, 150) сконфигурирован и выполнен с возможностью соответствовать стандарту IEC 60071-1:2006+AMD1:2010 CSV по требованиям к изоляции; и/или стандарту IEC 60060-3:2006 или IEC 60060-2:2010 по методам высоковольтных испытаний для указанных уровней напряжения в соответствии со стандартом IEC 60060-1:2006.

16. Блок измерения по любому из предшествующих пунктов, при этом блок (100) сконфигурирован с возможностью соответствовать стандарту IEC 62475:2010 по сильноточным испытаниям.

17. Блок измерения по любому из предшествующих пунктов, при этом блок (100) сконфигурирован с возможностью измерения двух значений тока в соответствии с классом точности 0,5 S или 0,2 S стандарта семейства IEC 61869 и классом точности 0,5 S или 0,2 S стандарта IEC 62053-22.

18. Блок измерения по любому из предшествующих пунктов, при этом блок (100) сконфигурирован с возможностью измерения двух значений напряжения в соответствии с классом точности 0,5 или 0,2 стандарта IEC 61869 и классом точности 0,5 S или 0,2 S стандарта семейства IEC 62053-22.

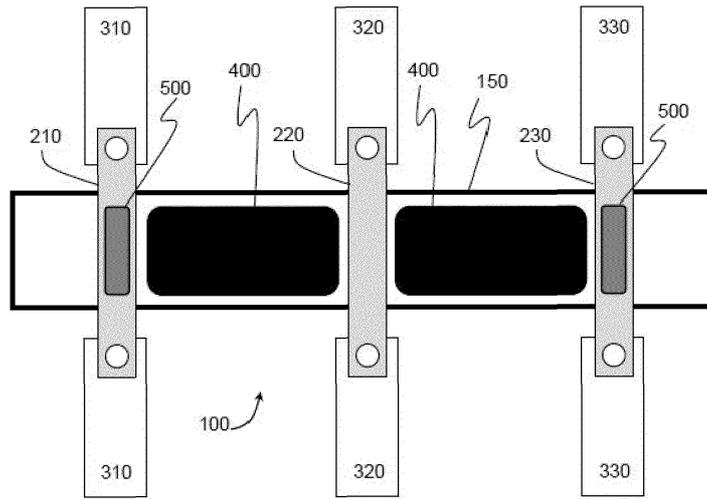
19. Блок измерения по любому из предшествующих пунктов, при этом блок (100) содержит модуль извлечения формы волны.

20. Блок измерения по п.19, в котором модуль извлечения формы волны сконфигурирован с возможностью анализа качества электроэнергии.

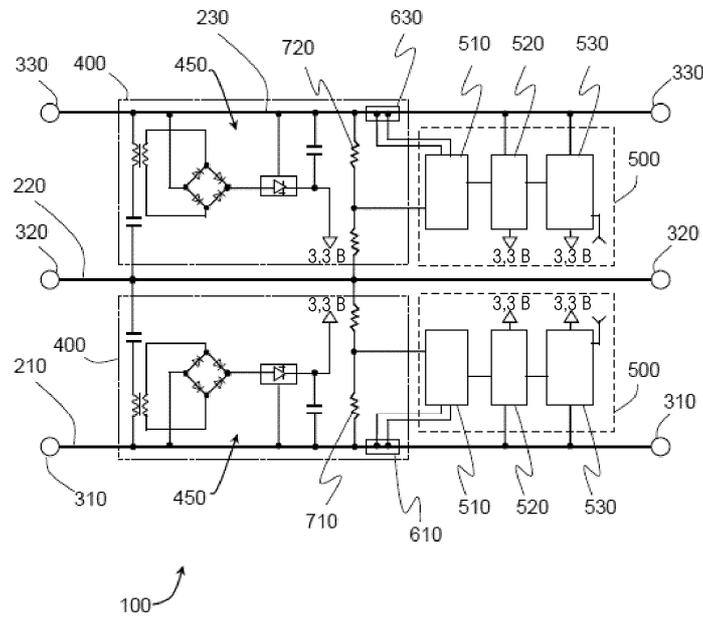
21. Блок измерения по п.19, в котором модуль извлечения формы волны сконфигурирован с возможностью обнаружения и определения характеристик замыкания на землю, межфазного замыкания и/или любого типа искажения формы волны, такого как провалы или выбросы.

22. Блок измерения по п.19, в котором модуль извлечения формы волны сконфигурирован с возможностью локализации обнаруженного события в сети.

23. Блок измерения по любому из предшествующих пунктов, при этом блок (100) содержит модуль сбора данных для сбора данных, относящихся к общему гармоническому искажению напряжения и/или тока, особенно к супрагармоникам.



Фиг. 1



Фиг. 2

