

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013141954/08, 13.09.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
13.09.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 13.09.2013

(43) Дата публикации заявки: 20.03.2015 Бюл. № 8

(45) Опубликовано: 20.12.2015 Бюл. № 35

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: И.С.КОРОЛЕВ "Способ тестирования устройства предупреждения пожара от искрения в электрической сети", М., журнал "Энергонадзор и энергобезопасность" N2, 2008, с. 69 -73. RU 2254615 C2, 20.06.2005. RU 2309461 C1, 27.10.2007. US 5654684 A1, 05.08.1997. US 8103476 B2, 24.01.2012. US6598208 B2, 22.07.2003. WO 2006121364 A1, 16.11.2006.

Адрес для переписки:

123181, Москва, Неманский пр-д, 5, корп. 1, кв.
236. Королев И.С.

(72) Автор(ы):

КОРОЛЕВ Игорь Сергеевич (RU),
КОРОЛЕВ Андрей Игоревич (RU),
НОВИКОВА Елена Игоревна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

КОРОЛЕВ Игорь Сергеевич (RU),
КОРОЛЕВ Андрей Игоревич (RU),
НОВИКОВА Елена Игоревна (RU)

(54) СПОСОБ ИМИТАЦИИ ИСКРЕНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области пожарной безопасности и электроэнергетике, а именно к способам и устройствам тестирования устройств предупреждения пожара (взрыва) от искрения (дефектная дуга), возникающего в месте нарушения целостности электрической цепи. Технический результат - повышение достоверности оценки уровня опасности контролируемого объекта устройством предупреждения пожара (взрыва, проявления скрытого отказа) от искрения в электрической цепи и (или) от других неисправностей за счет повышения достоверности результата тестирования устройства. Способ базируется на имитации параметров сопротивления искрового

промежутка путем имитации высокочастотных составляющих тока искрения, характеризующих образующие и затухающие стадии цикла "возникновение-гашение искры" на границе области нулевых значений тока искрения, и ширины искрового промежутка. Уровень пожаро-взрывобезопасности и безотказности систем оценивается по имитируемому интегральному показателю в зависимости от суммы имитируемых тока искрения и шунтирующего тока, ширины искрового промежутка и интенсивности искрения, а также от характеристики имитируемых теплоотводящих свойств электрооборудования и окружающей среды. 2 н.п. ф-лы, 5 ил.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 571 521** (13) **C2**

(51) Int. Cl.

G08B 17/00 (2006.01)

H02H 3/52 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2013141954/08, 13.09.2013**

(24) Effective date for property rights:
13.09.2013

Priority:

(22) Date of filing: **13.09.2013**

(43) Application published: **20.03.2015** Bull. № 8

(45) Date of publication: **20.12.2015** Bull. № 35

Mail address:

**123181, Moskva, Nemanskij pr-d, 5, korp. 1, kv. 236.
Korolev I.S.**

(72) Inventor(s):

**KOROLEV Igor' Sergeevich (RU),
KOROLEV Andrej Igorevich (RU),
NOVIKOVA Elena Igorevna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**KOROLEV Igor' Sergeevich (RU),
KOROLEV Andrej Igorevich (RU),
NOVIKOVA Elena Igorevna (RU)**

(54) **METHOD OF SPARKING IMITATION IN ELECTRIC CIRCUIT AND DEVICE FOR ITS REALISATION**

(57) Abstract:

FIELD: electricity.

SUBSTANCE: invention relates to the field of fire safety and power engineering, namely, to methods and devices for testing devices of fire (explosion) prevention from sparking (defect arc) arising in the area of electric circuit break. The method is based on imitation of spark gap resistance parameters by imitation of high-frequency components of sparking current, characterising forming and attenuating stages of "origination-suppression of spark" cycle at the border of the area of zero values of sparking current, and spark gap width. The level of fire and explosion protection

and reliability of systems is assessed by the imitated integral parameter depending on the sum of imitated sparking current and shunting current, spark gap width and sparking intensity, and also on the characteristic of imitated heat-removing properties of electric equipment and environment.

EFFECT: increased validity of assessment of hazard level of a monitored object by a device of fire (explosion, hidden fault) prevention from sparking in an electric circuit and (or) from other faults due to increased validity of device testing result.

2 cl, 5 dwg

R U 2 5 7 1 5 2 1 C 2

R U 2 5 7 1 5 2 1 C 2

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Изобретение относится к области пожарной безопасности и электроэнергетики, а именно к системе тестирования устройств предупреждения пожаров от искрения, возникающего при нарушении целостности электрических цепей в электрических сетях (ЭС) или электроустановках (ЭУ) в помещениях, сооружениях, зданиях, самолетах, судах, железнодорожном транспорте и др. объектах.

Примечание. Здесь и далее под пожарной безопасностью понимается пожарная и (или) взрывобезопасность, а также отсутствие отказа важных функциональных систем по причине искрения (дефектной дуги) на искровом промежутке без их возгорания. Последнее может привести к катастрофе или аварии, например, потеря управления космическим аппаратом из-за плавления изоляции проводника в плотном жгуте проводов.

Разработанные к настоящему времени устройства, выявляющие искрения, являющиеся следствием нарушения целостности электрических цепей, предназначены для уменьшения риска возникновения пожаров из-за теплового воздействия последовательной или параллельной дефектной дуги.

Однако ввиду сложности технических решений отсутствуют эффективные методы настройки данных устройств, а также подтверждения адекватности реагирования тестируемых приборов на реальные искрения в их электрооборудовании. Реальные сигналы искрения отличаются своим стохастическим характером, нелинейностью и нестабильностью. Поэтому перед исследователем стоит задача разработать способ и устройство эффективной настройки и контроля технического состояния подобных приборов предупреждения пожара (взрыва, отказа систем).

Устройство, решающее данные задачи, создает возможность имитировать электрический ток искрения для произвольно выбранной электрической цепи по форме и параметрам, близким к реальным. Это позволит также приблизиться к формированию нормативной базы, необходимой для задания требований к устройствам предупреждения пожара (взрыва, отказа неконтролируемых элементов систем) от искрения, и более глубоко понять реакцию этих устройств на заданные воздействия. К сожалению, в мире на сегодняшний день указанная нормативная база находится на зачаточной стадии, а в России полностью отсутствует.

Тем не менее существуют приборы тестирования устройств защиты от последовательной и параллельной дефектной дуги.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Известно устройство [1] - модуль анализа имитируемого аварийного сигнала, сформированного средством измерения тока от 4 до 20 мА при неудовлетворительной оценке влияния температуры окружающей среды. Модуль анализа имитируемого аварийного сигнала включает: средство измерения тока от 4 до 20 мА, получивший неудовлетворительную оценку влияния температуры окружающей среды; модуль имитатора цепи, способный компоновать имитационную эквивалентную цепь средства измерения тока и получающий выходной сигнал при вводе отрицательного импульса; модуль анализа, получающий выходной сигнал от модуля имитатора цепи, и затем анализируя это; и модуль анализа имитатора аварийного сигнала, включая систему, связывающую модуль имитатора цепи с модулем анализа.

Известно устройство AS1000 [2] - небольшое (3"×7"×1.5"), переносимое вручную. Основное достоинство прибора - большая мощность, точность резистивной нагрузки при встроенном микропроцессоре. Его первичная функция - имитация условий параллельной дуги, которые являются обязательным условием передачи в центр

установившейся нагрузки прерывателя AFCI. Устройство выполняет четыре теста. Во-первых, существуют стандартные показатели для исправной проводки розетки, для чего используют три светодиодных дисплея. Во-вторых, это кнопка, которая инициирует неисправность теста. Этот тест - два вторых последовательных импульса шириной 200 мкс, частотой 120 Гц и величиной тока 25 А. AFCI - выключатель, срабатывание которого может быть ложным во время этого теста из-за слишком высокой чувствительности и вибрации его элементов. В-третьих, это дуга теста - вторая половина последовательных импульсов шириной 300 мкс, частотой 120 Гц и величиной тока 75 А. AFCI выключатель должен сработать как только нажата кнопка. Последнее испытание - наземные испытания. Этот тест состоит из второй половины последовательных импульсов шириной 200 мкс, частотой в 120 Гц и величиной тока 5 А в заземленном проводе. AFCI выключателю следует еще раз сработать как только нажата кнопка 5 А, это по UL спецификации.

Анализ уровней техники [1] и [2] приводит к выводу о их существенном недостатке, заключающемся в отсутствии тестирования приборов в области его нулевого значения, а также в использовании метода контроля качества тестируемых приборов, основанного на сравнении графиков высокочастотных импульсов, в том числе и не относящихся к реальному процессу искрения, с заданным шаблоном этих графиков.

Согласно многим источникам известны имитации одним устройством от одной до нескольких функций, например, по крайней мере, одного из токов короткого замыкания, тока перегрузки, тока утечки и (или) величины отклонения напряжения сети от требуемых значений. Однако при этом все они не способны имитировать искрение в электрической цепи, реально имеющее до 90% и более от всех пожаров в электрооборудовании.

Наиболее близким по совокупности существенных признаков к заявляемому техническому решению является способ [3] тестирования устройства предупреждения пожара от искрения в электрической сети, реализуемый устройством, предназначенным для тестирования серийно изготовленного прибора ИСКРА, применяемого в настоящее время с целью предупреждения пожара при искрении в электропроводке электрической сети или электроустановки, или его аналога.

Упомянутые способ и устройство обладают более широкой совокупностью общих свойств, чем имеющие перечисленные выше технические устройства. Поэтому техническое решение уровня техники [3] выбрано в качестве ближайшего аналога и принято за прототип.

Имитатор искрения, реализующий данный способ, имитирует напряжение контролируемой сети или электроустановки и генерирует высокочастотный сигнал, передаваемый в произвольно выбранную реальную электрическую цепь контролируемой электрической сети или электроустановки. Его частота, амплитуда, мощность и форма соответствуют параметрам тока искрения, реально возникающего в неисправной электрической цепи (при нарушении ее целостности) на границе области его нулевых значений как слева, так и справа.

Рассматриваемое устройство осуществляет имитацию высокочастотных импульсов как признаков искрения только в случае прохождения тока искрения через нуль в условиях запрета (игнорирования) всех высокочастотных помех как слева, так и справа за границами области нулевых значений тока искрения. Это позволило повысить эффективность помехозащищенности самого тестируемого прибора и, соответственно, повысило достоверность результатов его оценки, что не достигнуто другими средствами защиты и их оценки.

Имитатор формирует массив полезных информационных данных для процесса оценки тестируемого устройства в области нулевых значений тока и в его приграничных областях, в том числе имитирует количество циклов «возникновение-гашение искры» для оценки интенсивности искрения. При этом амплитуда и продолжительность имитируемых высокочастотных импульсов тока искрения формируются от начала до окончания (единицы-сотни мкс) как затухающей, так и возникающей стадиях цикла «возникновение-гашение искры» и передаются вместе с необходимыми командами на тестируемый прибор. С другой стороны, имитатор также готов принять от тестируемого прибора значения параметров, соответствующих его реакции на воздействие имитатора, а также обеспечивает хранение и отображение информации, управление функционированием имитатора и его электропитание.

При необходимости устройство способно имитировать низкочастотные процессы одновременно с имитацией искрения или без него. При этом устройство предусматривает возможность имитировать один из нескольких наперед заданных процессов, т.е. одного из, по крайней мере, токов короткого замыкания, тока перегрузки, тока утечки и (или) величины отклонения напряжения сети от требуемых значений.

Все команды на выполнение заданного алгоритма работы имитатора формируются в блоке управления, исполненного, например, в виде микроконтроллера.

Заданный алгоритм работы имитатора реализуется через нижепредставленную совокупность взаимосвязанных блоков, изображенную на Фиг.5 структурной блок-схемой имитатора искрения.

Блок 5 связи имитатора с тестируемым прибором; блок 7 хранения и отображения информации.

Блок 8 передачи и приема сигнала, команд и донесений предназначен для передачи на тестируемый прибор сигнала, имитирующего ток искрения, и сигнала от блока 19 необходимых команд, а также для приема от тестируемого прибора соответствующих команд и донесений и доведения их до блока 12 управления.

Блок 9 расчета уровня пожарной опасности (пожарной и взрывоопасности или опасности проявления скрытых отказов), блок 10 расчета показателя теплоотвода окружающей среды и блок 11 питания, потребляющий электрическую энергию, как от сети, так и от автономного источника.

Блок 12 управления принимает донесения, осуществляет взаимодействие между элементами имитатора и формирует соответствующие команды для воздействия как на элементы имитатора, так и на тестируемое устройство.

Блок 14 имитации ВЧ-импульсов тока искрения. Высокочастотные импульсы образуются на затухающей и возникающей стадиях цикла «возникновение-гашение искры» на левой и правой границах области нулевых значений тока искрения. Выход данного блока соединен с входом блока 9 расчета уровня пожарной опасности. Данная связь (пунктирная стрелка, фиг.5) распространяется только на прототип.

Блок 17 имитации количества циклов «возникновение-гашение искры».

Блок 19 имитации, по крайней мере, одного из тока КЗ, тока перегрузки, тока утечки, величины отклонения напряжения сети от требуемых значений. Блок 20 имитации напряжения, формирующий сигналы, соответствующие напряжению контролируемой сети или электроустановки и углу сдвига фаз между этим напряжением и током.

Как недостатки к прототипу следует отнести:

1. Отсутствие имитации токов шунтирования, тем более превышающих ток искрения и существенно влияющих на точность измерения и расчета тока искрения, а, значит, и определения уровня пожарной опасности.

Примечание. Здесь и далее под шунтирующим током (током шунтирования) понимается сумма токов, параллельных току искрения.

2. Отсутствие имитации ширины искрового промежутка, который реально образуется в месте нарушения целостности электрической цепи. Несмотря на возможность существующих имитаторов оценивать величину тока искрения и его интенсивность, это не позволяет определить количество выделяемой на этом промежутке тепловой энергии, адекватное реальной опасности. Это может привести не только к заниженному уровню реально высокой опасности, но и к завышенному значению реально не существующей опасности.

Таким образом, если не учитывать ширину искрового промежутка, то это может привести к серьезной ошибке в оценке погрешности и достоверности тестируемого прибора в части определения уровня опасности как возникновения пожара, так и проявления скрытого отказа, тем более взрыва.

Существо данного недостатка заключается в отсутствии имитации временного интервала между моментами возникновения образующей и затухающей стадий цикла «возникновение-гашение искры», которые имеют место только на узкой границе (десятки-сотни мкс) области нулевых значений тока искрения как слева, так и справа. На их базе, и на основе имитации ширины нулевого «провала» тока искрения определяется ширина искрового промежутка.

Ошибочность прогноза пожарной опасности или проявления скрытого отказа заключается в том, что количество тепловой энергии, выделяемое на искровом промежутке, например, при токе искрения 10 А и ширине искрового промежутка 1 мс при равных условиях будет иметь такое же значение от тока искрения 100 А и ширине искрового промежутка 100 мкс.

Примечание. Здесь и далее под средой искрового промежутка понимается как воздух, так и другой газ, или другая жидкая, или твердая диэлектрическая среда.

3. Отсутствие имитации высокочастотной стохастической или детерминированной помехи с целью проверки уровня помехозащищенности тестируемого прибора не позволяет оценить достоверность показаний реально функционирующего тестируемого прибора.

4. Реализация технического решения [3] вносит в электрическую сеть или в электрооборудование действующих объектов реальные мощные токи нагрузки теста с высокочастотной составляющей, влияющей на надежность электрической системы в целом и на ее помехозащищенность в частности.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Целью изобретения является повышение достоверности оценки уровня опасности контролируемого объекта устройством предупреждения пожара (взрыва, проявления скрытого отказа) от искрения в электрической цепи и (или) от других неисправностей в ЭС и ЭУ.

Целью изобретения является также повышение достоверности оценки помехозащищенности самого тестируемого прибора, приводящего в результате к уменьшению числа пропуска опасных предпосылок к происшествию на контролируемом объекте или количества ложных предупреждений об опасности данного объекта.

Цель достигается тем, что предлагаемый способ тестирования устройства предупреждения пожара при искрении в электрической цепи дополнительно к существующим техническим решениям имитируют ширину искрового промежутка, адекватного законам образования и затухания на них искрения (дефектной дуги), и величину шунтирующего тока. При необходимости имитируют случайные или

детерминированные высокочастотные помехи.

Кроме этого одновременно с имитацией тока искрения или без него при необходимости имитируют, по крайней мере, один из тока короткого замыкания, тока перегрузки, тока утечки, величины напряжения сети и его отклонения от требуемых значений.

В процессе имитации сигнала тока искрения дополнительно осуществляют:

- имитацию нулевых значений тока искрения и их количество - «провал» тока искрения (фиг.1), определяющих спад в сигнале суммарного тока нагрузки;

- имитацию электрического тока, параллельного току искрения (тока шунтирования

- фиг.3) заданной величины (в том числе нулю), и суммирование его с током искрения;

- формирование сигнала первой производной от сигнала имитации суммарного тока;

- имитацию величины спада (глубины «провала» - заштрихованная область 3 фиг.3) суммарного тока в области нулевого значения тока искрения, соответствующего разнице между токами искрения и шунтирования;

- имитацию ширины искрового промежутка, реально образуемого в месте нарушения целостности электрической цепи. Определяется продолжительностью спада (длительностью «провала») суммарного тока и параметрами образующей и затухающей стадий цикла «возникновение-гашение искры» (их продолжительностей);

- имитацию (при необходимости) стохастической или детерминированной помехи, накладываемой на имитируемый сигнал тока искрения или на суммарный ток, в целом. При этом выполняют расчет необходимых параметров случайных величин и в итоге показателя достоверности оценки помехозащищенности тестируемого прибора, в целом.

Примечание. Здесь и далее под термином «провал» понимается величина сигнала тока искрения, равная нулю, продолжительность которого определяется количеством нулевых значений, а также слева и справа ограничиваются высокочастотными импульсами, возникающими на образующей и затухающей стадиях цикла «возникновение-гашение искры». «Провал» может принимать значения от единиц мкс до одной и более мс (фиг.1). При переменном токе изменяется полярность сигнала и имеет место временная область перехода тока через нуль.

ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Сущность заявляемого технического решения поясняется рисунками:

Фиг.1 - график суммирования имитируемых токов искрения и шунтирования;

Фиг.2 - форма сигналов имитации токов на входе тестируемого прибора;

Фиг.3 - взаимосвязь сигнала имитации суммарного тока с «провалом» тока искрения;

Фиг.4 - схема связи Имитатора с тестируемым прибором ИСКРА;

Фиг.5 - структурная блок-схема Имитатора искрения.

ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ.

Вид сигнала, имитирующего ток искрения, представлен на Фиг.1 в виде графика тока искрения (жирная сплошная линия), при этом заметное искажение величины имитируемого тока искрения («провал» имитированного тока искрения) так же, как и реального тока, наблюдается в области прохождения его через нуль. Эта область принимается как базовая для дальнейших рассуждений, преобразований и расчетов.

С целью учета влияния внешних энергетических факторов на точность определения тока искрения предварительно имитируют шунтирующий ток, представленный на Фиг.1 в виде графика имитируемого тока шунтирования (тонкая пунктирная линия), и суммируют его с током искрения в виде графика суммарного имитируемого тока нагрузки (тонкая сплошная линия), также представленного на Фиг.1. Данные действия позволяют не только определить соответствие измеренного тестируемым прибором тока

искрения имитируемому току напрямую при токе шунтирования, равного нулю, но и определять это соответствие при наличии заданной величины тока шунтирования. При этом оба данных действия относятся к отличительным признакам.

С целью более наглядного представления характера изменения зависимости тока от времени, например синусоидальной, и расширения возможностей ее анализа в области перехода тока через нуль выполнено дифференцирование данной зависимости по первой производной, приведенной на Фиг.2. Для примера на графике показан сигнал имитируемого суммарного тока, который должен соответствовать сигналу на выходе реального, например, датчика прибора ИСКРА.

Представленный на данном графике результат действий по имитации «провала» на уже косинусоидальной зависимости сигнала относится к отличительному признаку предлагаемого изобретения. При этом имеется полное соответствие с процессом измерения суммарного тока реальным любым типом устройства защиты от искрения с последующим его дифференцированием путем применения, например, датчика в виде трансформатора тока.

При этом в отличие от прототипа тестирование проводится без воздействия имитатором на реальную электрическую сеть или электроустановку, что не оказывает влияния на штатную электрическую сеть или электроустановку, а также существенно снижает собственное потребление имитатора и при необходимости позволяет использовать для питания автономный источник с малой энергоемкостью.

С целью обеспечения возможности более детального пояснения интересуемой области на сигнале первой производной выполняются следующие действия:

- имитируют участок нулевых значений тока искрения, который определяет место образования «провала» имитируемого суммарного тока нагрузки, при прохождении имитируемого тока искрения через нуль (Фиг.1);

- имитируют продолжительность имитируемого «провала» путем задания точек 1 и 2 перегиба кривой суммарного тока в области его амплитудного значения (Фиг.2, 3), что соответствует параметрам реального «провала» тока искрения при наличии шунтирующего тока или при его отсутствии;

- имитируют глубину «провала» (минимальное значение сигнала в заштрихованной области 3, Фиг.3), согласно чему определяют величину как тока искрения, так и шунтирующего тока. При этом заштрихованная область 3 соответствует величине реального тока искрения, а заштрихованная область 4 - доле шунтирующего тока в суммарном токе нагрузки контролируемого участка сети (электроустановки).

Путем измерения ширины «провала» (расстояние между точками 1 - 2 графиков Фиг.2, 3) в соответствие с характеристикой образующей и затухающей стадий цикла «возникновение-гашение искры» имитируют ширину искрового промежутка.

Точка 1 Фиг.2, 3 соответствует моменту затухания искрения в полупериоде одной полярности, в то время как точка 2 соответствует моменту возникновения искрения в области «провала» после перехода в соседний полупериод, изменяющий противоположную полярность имитируемого тока искрения. Для постоянного тока точка 1 характеризует начало затухания дуги при достижении левой границы области нулевых значений тока искрения, точка 2 соответствует моменту электрического пробоя искрового промежутка при достижении правой границы данной области.

Ширина данного промежутка для всех видов сетей и электроустановок определяется интервалом времени от момента затухания искрения (дефектной дуги) до момента его пробоя, зависящего, в свою очередь, от величины напряжения и других параметров электрической сети. Искровой промежуток - воздушный (или другая, непроводящая

электрический ток среда) зазор, образуемый при нарушении целостности электрической цепи и при возникновении на нем последовательной или параллельной электрической дефектной дуги.

Имитация стохастической или детерминированной помехи, накладываемой на сигнал имитации суммарного тока нагрузки или тока искрения, в частности, является
5 необходимым способом испытаний тестируемого прибора на его помехозащищенность, в первую очередь с точки зрения исключения получения от него ложных донесений и команд, т.е. повышения показателя достоверности.

Наличие в заявляемом техническом решении совокупности указанных отличительных
10 признаков, не известных из уровня техники, позволяет сделать вывод о его соответствии условию патентоспособности «новизна».

Совокупность существенных признаков заявляемого изобретения, предопределяющих получение указанного технического результата, явным образом не следует из уровня техники, что позволяет сделать вывод о соответствии изобретения условию
15 патентоспособности «изобретательский уровень».

Условие патентоспособности «промышленная применимость» подтверждено на примере конкретного осуществления.

Для примера на Фиг.4 представлен пример соединения имитатора искрения с тестируемым прибором ИСКРА. Связь приборов осуществляется по двум каналам:

20 - канал передачи имитируемого сигнала искрения от Имитатора (с блока передачи имитируемого сигнала искрения) на вход тестируемого прибора ИСКРА, который в штатном режиме соединяется с выходом отсутствующего при тестировании датчика;
- канал обмена информацией предназначен для передачи от Имитатора (с блока обмена командами и донесениями) на тестируемый прибор различных команд. К
25 последним относятся команды «включение прибора», «отключение прибора», «приведение в исходное» и другие. От тестируемого прибора Имитатору передаются донесения «уровень опасности», «ток искрения», «ширина искрового промежутка» и др., а также команда, например, «отключение сети».

Имитатор искрения в электрической цепи (здесь и далее Имитатор) работает
30 следующим образом.

Имитатор соединяется с тестируемым прибором, например с прибором предупреждения пожара от искрения «ИСКРА» (далее Прибор), согласно схеме, приведенной на Фиг.4.

На Фиг.5 представлена структурная блок-схема имитатора, содержащая: блок 5 связи с тестируемым прибором; блок 6 имитации помех; блок 7 хранения и отображения информации; блок 8 передачи и приема сигнала, команд и донесений; блок 9 расчета уровня пожарной опасности; блок 10 показателя теплоотвода окружающей среды; блок 11 питания; блок 12 управления; блок 13 имитации суммарного тока нагрузки; блок 14 имитации ВЧ-импульсов тока искрения; блок 15 имитации «провала» тока
40 искрения; блок 16 имитации шунтирующего тока; блок 17 имитации количества циклов «возникновение-гашение искры»; блок 18 имитации ширины искрового промежутка; блок 19 имитации, по крайней мере, одного из тока КЗ, тока перегрузки, тока утечки, величины отклонения напряжения сети от требуемых значений; блок 20 имитации напряжения, формирующий сигналы, соответствующие напряжению контролируемой
45 сети или электроустановки и углу сдвига фаз между этим напряжением и током.

Управление функционированием блоков 5-20 реализуется блоком 12 управления и осуществляется с помощью программного обеспечения, заложенного, например, в микропроцессоре.

Блоки, дополнительно включенные в существенные признаки

Блок 6 имитации помех, дополнительно входящий в состав Имитатора, включает в себя блок формирования случайных помех и блок формирования детерминированных помех. Выбор вида помех, а также задание закона распределения импульсов (для

стохастической помехи), их амплитуды и количества на одном периоде суммарного тока нагрузки и другие задаваемые параметры определяются с блока управления 12. Имитируемые помехи накладываются на имитируемый ток искрения или на суммарный ток нагрузки, в целом. Выход блока 6 соединяется с входом блока 13 имитации суммарного тока нагрузки, а его вход связан с выходом блока 12 управления.

Блок 13 имитации суммарного тока нагрузки, включающий в себя: модуль 15 имитации «провала» тока искрения, вход которого соединяется с выходом блока 14 имитации ВЧ-импульсов тока искрения; модуль 16 имитации шунтирующего тока, суммируемого с током искрения. Блок 13 управляет работой модулей 15 и 16 и по команде с блока 12 управления результат формирования сигнала имитации суммарного тока передает на вход блока 9 расчета уровня пожарной опасности.

Блок 18 имитации ширины искрового промежутка содержит: модуль имитации гашения искры первого цикла и его сохранение; модуль имитации момента возникновения искры (пробоя) второго цикла соседнего полупериода тока искрения; модуль расчета ширины искрового промежутка. Блок 18 управляет работой указанных выше модулей и по команде с блока 12 управления результат формирования сигнала имитации ширины искрового промежутка передает на вход блока 9 расчета уровня пожарной опасности.

В блоке 13 имитации суммарного тока нагрузки согласно графикам (Фиг.3) выделяют сигнал тока искрения и рассчитывают величину тока искрения по формуле

$$i_{\text{искр}} = i_{\text{sum}} S_{\text{искр}} / S_{\text{sum}} \quad (1)$$

где:

i_{sum} - суммарный ток нагрузки;

$S_{\text{искр}}$ - площадь заштрихованного участка 3 (Фиг.3);

S_{sum} - площадь суммы заштрихованных участков 3 («провала») и 4 тока шунтирования (Фиг.3).

Результат расчета с выхода блока 13 имитации суммарного тока нагрузки направляется на вход блока 9 расчета уровня пожарной опасности.

Блок 18 имитации ширины искрового промежутка предназначен для имитации разницы между моментами времени начала и окончания «провала» (точки 1 и 2 Фиг.2, 3).

Имитируют в виде сигналов-признаков следующие друг за другом два цикла «возникновение-гашение искры», каждый из которых принадлежит одному из соседних полупериодов. При этом, согласно представленной на фиг.5 структурной блок-схеме Имитатора, выполняют следующие операции:

- сначала с использованием представленного на фиг.5 модуля имитации момента гашения искры первого цикла и его сохранения имитируют момент времени $t_{\text{гаш}}$ гашения искры первого цикла, его сохраняют и передают в модуль расчета ширины искрового промежутка;

- затем с использованием представленного на фиг.5 модуля имитации момента возникновения искры второго цикла соседнего полупериода тока искрения и его сохранения имитируют момент времени $t_{\text{воз}}$ возникновения искры второго цикла,

фиксируют время $t_{\text{воз}}$ и передают его в тот же модуль расчета ширины искрового промежутка;

- с использованием модуля расчета ширины искрового промежутка рассчитывают ширину «провала» $t_{\text{провал}}$ по формуле

$$t_{\text{провал}} = t_{\text{воз}} - t_{\text{гаш}}; \quad (2)$$

- определяют ширину искрового промежутка $t_{\text{зазор}}$, для чего:

- при активной нагрузке тока искрения искровой промежуток соответствует ширине «провала» тока искрения, т.е.

$$t_{\text{зазор}} = k \cdot t_{\text{провал}} \quad (3)$$

- при реактивной нагрузке тока искрения искровой промежуток соответственно изменяется на величину сдвига фаз

$$t_{\text{зазор}} = k \cdot (t_{\text{провал}} - \varphi), \quad (4)$$

где:

φ - угол сдвига фаз, имитируемый между моментом времени $t_{\text{гаш}}$ тока искрения при прохождении его через нуль и моментом времени $t_{\text{сети}}$ напряжения электрической сети при прохождении его через нуль, имитируемого блоком 20;

k - коэффициент, устанавливающий взаимосвязь между напряжением электрической сети от времени и напряженностью электрического поля от ширины искрового промежутка.

Результат вычислений направляют с выхода модуля расчета ширины искрового промежутка блока 18 имитации ширины искрового промежутка на вход блока 9 расчета уровня пожарной опасности.

Дополнительно на вход этого же блока 9 поступает имитируемое количество циклов «возникновение-гашение искры» (блок 17). Кроме того, на этот же блок 9 поступает показатель теплоотвода окружающей среды (блок 10).

Таким образом, с выхода блока 9 снимается имитируемый сигнал, соответствующий значению интегрального показателя, имитирующего зависимость уровня пожарной опасности от величины тока искрения с учетом шунтирующего тока, от ширины искрового промежутка, от интенсивности искрения, а также от теплоотводящих свойств электрооборудования и окружающей среды. Данный сигнал по каналу передачи имитируемого сигнала передается от Имитатора на вход тестируемого прибора от блока 8 передачи имитируемого сигнала через блок 5 связи с тестируемым прибором.

Кроме того, уровень пожарной опасности контролируется блоком 19 путем имитации им токов КЗ, перегрузки, утечки и отклонения напряжения контролируемой сети или электроустановки от требуемых значений и передачи соответствующего сигнала опасности с выхода блока 19 через блоки 8 и 5 в условиях наличия тока искрения или при его отсутствии.

С целью формирования единой совокупности значений параметров, характеризующих сигнал, имитирующий интегральный показатель опасности, в целом, поступающий на вход тестируемого Прибора с выхода Имитатора, выполняется следующая последовательность действий:

1. Подготовка Имитатора к совместной работе с Прибором для чего, согласно Руководству по эксплуатации Имитатора выполняют следующие действия:

- при включении питания все блоки Имитатора обеспечиваются стабилизированным питанием постоянного тока, например напряжением 5 В;

- приведение Имитатора в исходное состояние путем формирования на его выходе, например, синусоидального сигнала амплитудой, например, 20 мВ. Величина данного сигнала должна соответствовать действующему значению реального тока, например 1 А, подаваемого на вход тестируемого прибора, настроенного на диапазон измеряемого

тока, например, $(0,1 \div 10)A$.

2. Подготовка Прибора к совместной работе с Имитатором для чего, согласно Руководству по эксплуатации Прибора выполняют следующие действия:

- включают питание Прибора;
- приводят Прибор в исходное положение - в состояние готовности к приему сигнала от Имитатора и к автоматическому формированию результатов реакции Прибора на воздействие Имитатора и к передаче их в адрес Имитатора.

3. Формирование Имитатором сигнала имитации интегрального показателя опасности.

На лицевой панели Имитатора с помощью органов настройки и информации на дисплее отображается выбираемый вид сигнала, наименование параметра и его установленная величина из диапазона возможных значений. Совокупность устанавливаемых данных и последовательность их установки определяется предварительно разработанным алгоритмом действий для соответствующего тестируемого прибора. Ниже для примера приведены три не связанных между собой

эпизода.

Эпизод 1. Установка тока искрения при отсутствии шунтирующего тока

- вид имитируемого сигнала «Ток искрения»;
- наименование параметра «Величина тока искрения» - например, 5 А;
- вид имитируемого сигнала «Ток шунтирования»;
- наименование параметра «Величина тока шунтирования» - например, 0 А;
- наименование параметра «Ширина искрового промежутка» - например, 0,7 мс.

В соответствии с установленным значением Имитатор автоматически или оператор вручную устанавливают:

- количество нулевых значений тока искрения;
- продолжительность высокочастотных импульсов тока искрения на левой границе области его нулевых значений на затухающей стадии цикла «возникновение-гашение искры»;
- продолжительность высокочастотных импульсов тока искрения на правой границе области его нулевых значений на образующей стадии цикла «возникновение-гашение искры».

...

Эпизод 2. Установка тока шунтирования

...

После установки требуемого значения тока шунтирования Имитатором автоматически осуществляется:

- суммирование сигналов токов искрения и шунтирования;
- дифференцирование сигнала суммарного тока по первой производной;
- определение величины спада («провала») имитируемого суммарного тока в области нулевых значений тока искрения, соответствующего разнице между токами искрения и шунтирования.

...

Эпизод 3. Установка параметров сигнала помехи

...

- на лицевой панели Имитатора устанавливают требуемые имитируемые параметры случайного или детерминированного воздействия помехи на имитируемый ток (здесь и ниже при тестировании Прибора без воздействия помехи не выполняются). Далее Имитатор автоматически:

- 5 - осуществляет суммирование сигнала помехи с сигналом установленного ранее тока искрения или суммарного тока и определяет их параметры;
- рассчитывает все необходимые параметры случайной величины (плотность вероятности распределения, математическое ожидание, среднее квадратическое отклонение, доверительный интервал и др.);
- 10 - оценивает достоверность оценки уровня пожарной опасности.

4. Передают Прибору сигнал, имитирующий интегральный показатель опасности, и принимают в автоматическом режиме ответную реакцию Прибора.

Ответная реакция Прибора в виде уровня интегрального показателя опасности, значений токов искрения и шунтирования, ширины имитируемого искрового промежутка и других показателей, необходимых для оценки тестируемого прибора, фиксируются

15 в памяти Имитатора и при необходимости отображаются на его лицевой панели.

В результате внедрения данного изобретения на военных, промышленных объектах и объектах общественно-социального назначения, а также в структурах контроля качества их проектирования, электромонтажа и эксплуатации повышается их

20 пожаровзрывобезопасность и безотказность контролируемых и скрытых отказов. При этом снижается стоимость затрат на компенсацию ущерба от происшедших аварий и катастроф за счет повышения количества и достоверности выданных предупреждений о реальных опасных ситуациях, а также за счет снижения количества ложных донесений и команд.

25 Экономический и моральный выигрыш от внедрения изобретения определяется числом сохраненных жизней, а также количеством и стоимостью жилых, производственных и др. объектов, спасенных от пожаров путем применения предлагаемого технического решения.

ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

- 30 1. Патент США. 8103476 от 24.01.2012. Приоритет от 28.12.2007.
- 2. AS-1000 - имитатор прерывателя нагрузки AFCI. John Grant, GM. Fox Meter Inc. Web .
- 3. И.С. Королев. Способ тестирования устройства предупреждения пожара от искрения в электрической сети. М., Журнал «Энергоназор и энергобезопасность».
- 35 №2, 2008.

Формула изобретения

1. Способ имитации искрения в электрической цепи, включающий: имитацию напряжения контролируемой сети или электроустановки; имитацию высокочастотных импульсов тока искрения на затухающей и возникающей стадиях цикла «возникновение-гашение искры»; имитацию количества циклов «возникновение-гашение искры»; имитацию, по крайней мере, одного из токов короткого замыкания, тока перегрузки, тока утечки или величины отклонения напряжения сети от требуемых значений; передачу сигнала имитации тока искрения и команд на тестируемое устройство, а также прием
- 40 от тестируемого прибора команд и донесений; хранение и отображение информации; управление функционированием имитатора и его питание, отличающийся тем, что дополнительно включают: имитацию «провала» тока искрения; имитацию электрического тока, параллельного току искрения, и суммирование его с током
- 45

искрения; формирование сигнала первой производной от сигнала имитации суммарного тока; имитацию величины спада суммарного тока в области нулевых значений тока искрения; имитацию ширины искрового промежутка; имитацию стохастической или детерминированной помехи, накладываемой на имитируемый сигнал тока искрения

5 или суммарного тока, в целом.

2. Устройство для осуществления способа по п.1, содержащее: блок имитации напряжения контролируемой сети или электроустановки; блок имитации высокочастотных импульсов тока искрения на затухающей и возникающей стадиях цикла «возникновение-гашение искры»; блок имитации количества циклов

10 «возникновение-гашение искры»; блок имитации, по крайней мере, одного из тока короткого замыкания, тока перегрузки, тока утечки, величины отклонения напряжения сети от требуемых значений; блок передачи сигнала имитации тока искрения и команд на тестируемое устройство, а также приема от тестируемого прибора команд и донесений; блок хранения и отображения информации; блоки управления и питания, 15 отличающееся тем, что оно дополнительно включает: блок имитации суммарного тока нагрузки, выход которого соединен с входом блока расчета уровня пожарной опасности, а вход соединен с выходом блока имитации помех, содержит модуль имитации «провала» тока искрения, вход которого соединен с выходом блока имитации высокочастотных импульсов тока искрения, также содержит модуль имитации шунтирующего тока, 20 суммируемого с сигналом тока искрения; блок имитации ширины искрового промежутка, выход которого соединен с входом блока расчета уровня пожарной опасности, а вход соединен с блоком управления, содержит модули имитации моментов возникновения и гашения искры и модуль расчета ширины искрового промежутка, вход которого соединен с выходом блока имитации напряжения контролируемой сети или 25 электроустановки и с выходами модулей имитации моментов возникновения и гашения искры; блок имитации помех, вход которого соединен с блоком управления.

30

35

40

45

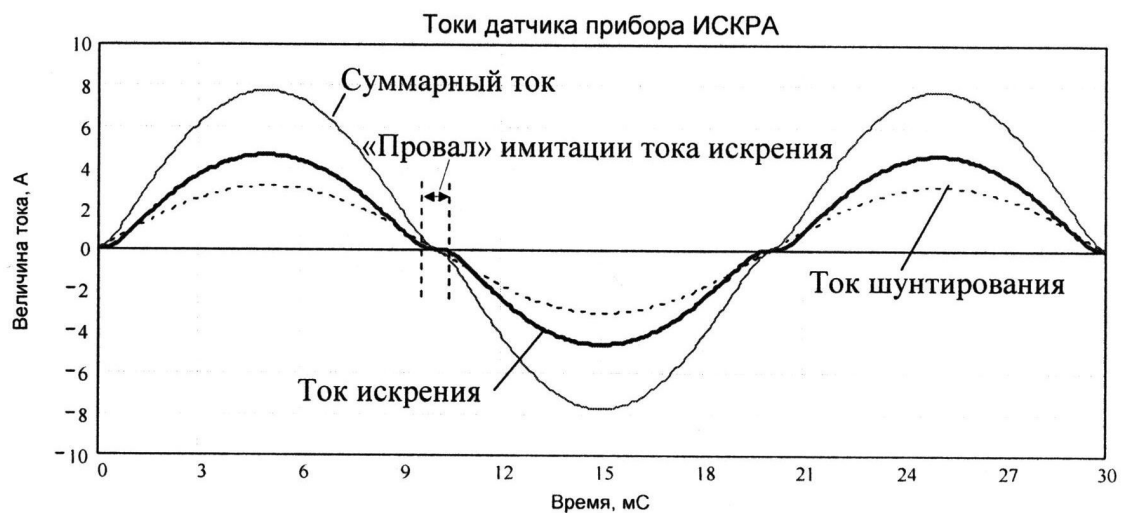
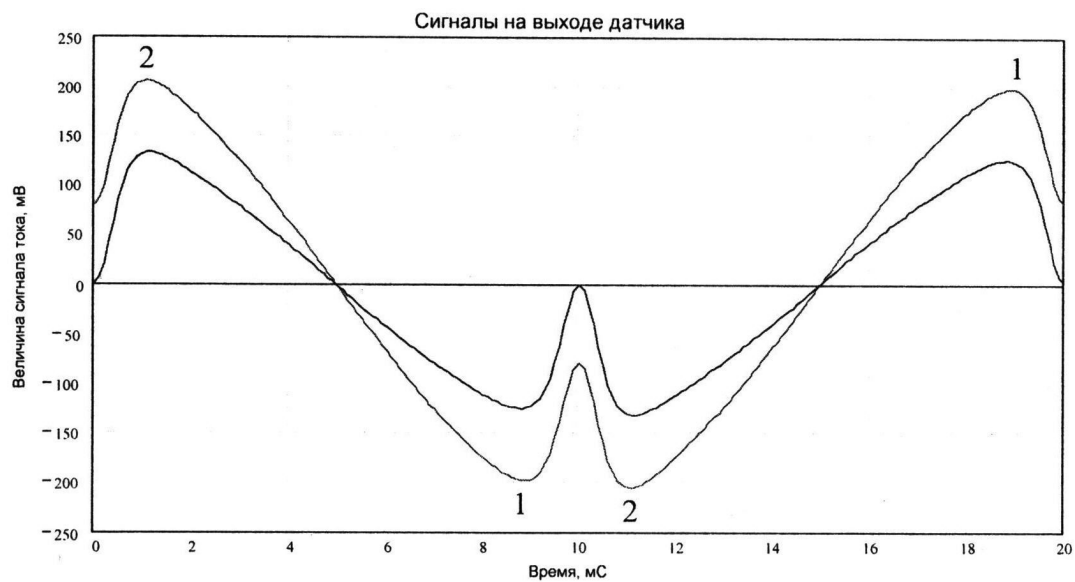


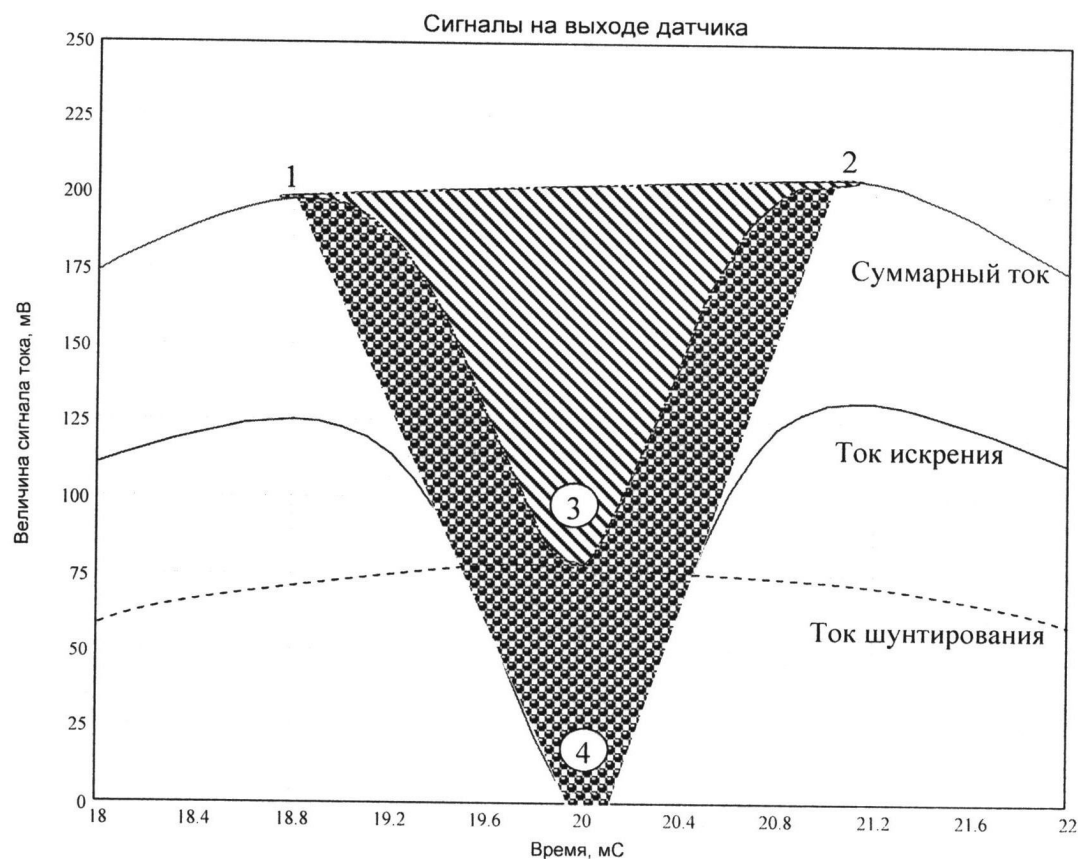
График суммирования имитируемых токов искрения и шунтирования

Фиг.1



Форма сигналов имитации на входе тестируемого прибора.

Фиг.2



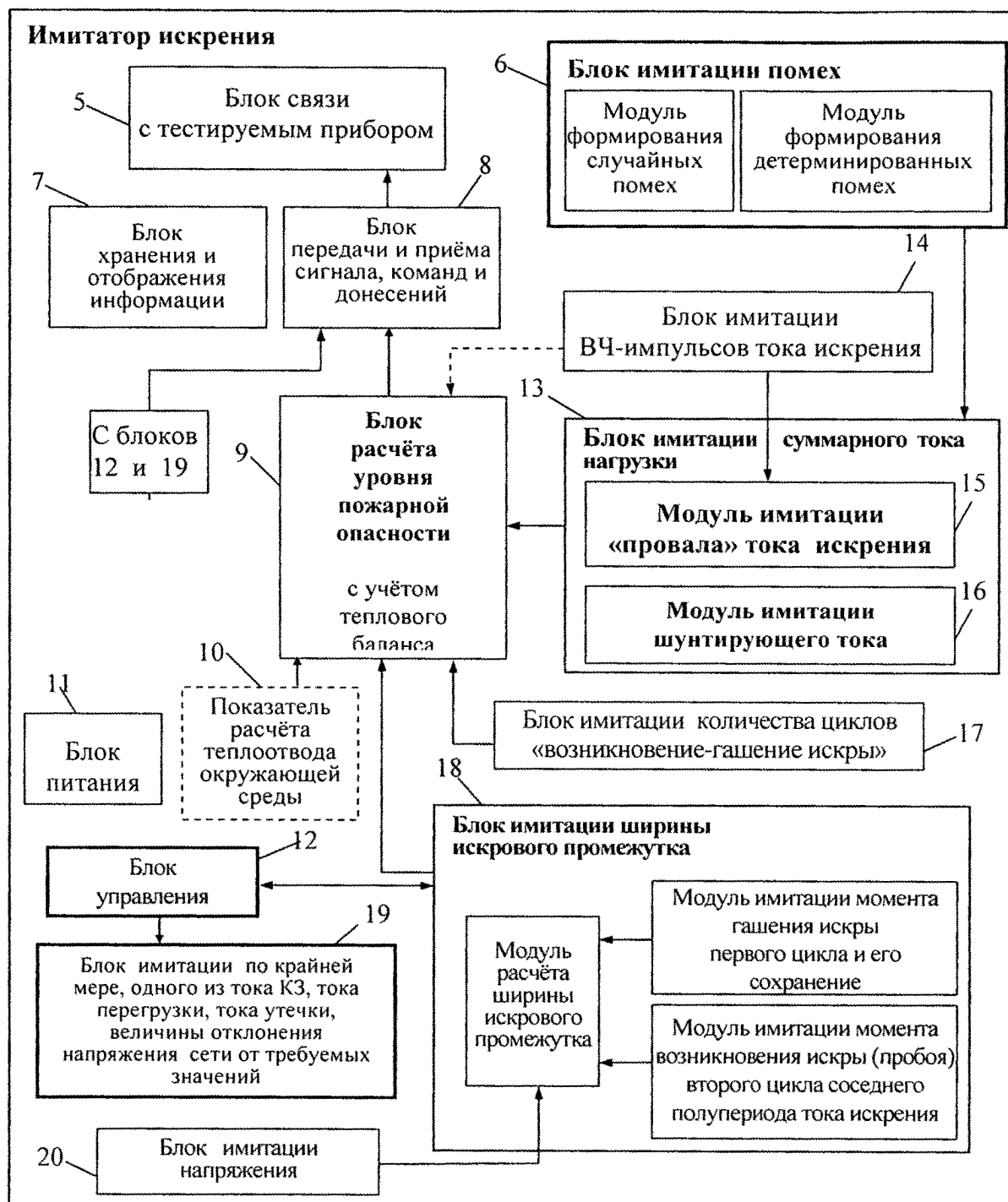
Взаимосвязь сигнала имитации суммарного тока с «провалом» тока искрения.

Фиг.3



Схема связи Имитатора с тестируемым прибором ИСКРА

Фиг. 4



Структурная блок-схема имитатора искрения

Фиг. 5