

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **044657**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.09.20

(21) Номер заявки
202200101

(22) Дата подачи заявки
2022.08.24

(51) Int. Cl. **G01R 22/06** (2006.01)
G01R 21/06 (2006.01)
G01R 35/04 (2006.01)

(54) **СПОСОБ КОНТРОЛЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СЧЕТЧИКА АКТИВНОЙ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ**

(31) **2021128618**

(32) **2021.09.30**

(33) **RU**

(43) **2023.04.28**

(56) CN-A-110687348
US-B2-10459012
WO-A1-2021127361
US-A1-20160091538

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
"МИРТЕК" (RU)**

(72) Изобретатель:
**Шварц Генрих Куртович, Симонов
Виктор Николаевич, Ступак Игорь
Александрович, Ступак Роман
Игоревич (RU)**

(57) Изобретение относится к электрическим измерениям и может быть использовано в счетчике активной электрической энергии. Для контроля работоспособности счетчика измеряют активную мощность электрической цепи, подают тестовый сигнал, измеряют суммарную активную мощность, определяют измеренную фиктивную активную мощность, погрешность измерения фиктивной активной мощности, сравнивают погрешность измерения фиктивной активной мощности с предельной погрешностью и формируют информацию о результате контроля работоспособности счетчика. Техническим результатом при реализации заявленного решения является повышение метрологической надежности, упрощение конструкции и возможность выполнения автоматического контроля работоспособности счетчика без прерывания контролируемой электрической цепи.

B1

044657

044657

B1

Область техники

Изобретение относится к электрическим измерениям и может быть использовано в счетчике активной электрической энергии.

Пояснения терминов, используемых в формуле и описании изобретения

Ниже применены термины по ГОСТ 31818.11-2012 "Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Общие требования. Испытания и условия испытаний. Часть 11" и ГОСТ 20911-89 "Техническая диагностика. Термины и определения", а также следующие термины с соответствующими пояснениями:

фиктивная мощность - мощность, которая при контроле работоспособности счетчика имитирует изменение мощности электрической цепи, контролируемой счетчиком;

тестовый сигнал - тестовое воздействие в виде тока или напряжения, подаваемое на один и/или несколько измерительных входов измерительного элемента счетчика для создания фиктивной мощности;

суммарная мощность - мощность, измеренная счетчиком, при одновременном воздействии мощности электрической цепи и фиктивной мощности.

Уровень техники

В настоящее время известны различные способы контроля работоспособности счетчиков активной электрической энергии на месте использования (без демонтажа счетчиков и без прерывания электропитания), целью которых является выявление состояния счетчика, в котором погрешность измерения счетчика выходит за предел, установленный изготовителем для контроля работоспособности. Неисправное состояние счетчика может быть обусловлено естественным или принудительным повреждением метрологически значимых элементов и составных частей счетчика, а также внешними воздействиями, в том числе несанкционированным вмешательством в его работу.

Известна система контроля работоспособности для систем учета электрической энергии по патенту РФ на полезную модель № 115950, в которой для проверки работоспособности счетчиков электрической энергии и других компонентов системы применен модуль сбора данных, который осуществляет формирование оценки состояния работоспособности и локализации отказов системы коммерческого учета на основании периодической проверки информационной доступности счетчиков. Недостатком такого контроля работоспособности счетчика является ограниченная функциональность, так как проверяют только коммуникационную работоспособность - функционирование канала связи, хотя при этом может быть выполнена косвенная (по приращению показаний учтенной энергии) оценка метрологической работоспособности счетчика, однако эта оценка не является достоверной, так как не позволяет своевременно выявить недоучет потребляемой энергии из-за повреждения измерительной части счетчика или при воздействии на его измерительную часть.

Известен способ контроля работоспособности электронного счетчика по патенту РФ на изобретение № 2088943, согласно которому измеряют угол сдвига между напряжениями и токами каждой фазы, а критерий работоспособности определяют по соотношению тангенса измеренного угла и отношения реактивной мощности к активной мощности каждой фазы. Недостатками этого способа является существенное влияние на результаты контроля работоспособности счетчика несинусоидальной формы токов и напряжений, а также неспособность выявлять вмешательство в работу счетчика, например, путем изменения параметров датчиков тока и/или напряжения.

Известен способ контроля метрологической исправности интеллектуального средства измерений по патенту РФ на изобретение № 2491510, включающий периодическое определение значений измеряемой величины и контролируемого параметра средства измерений в процессе эксплуатации, и сравнение полученного значения контролируемого параметра с его принятым опорным значением, отличающийся тем, что запоминают каждое полученное значение измеряемой величины и соответствующее ему текущее значение контролируемого параметра, вычисляют разности между последним полученным значением измеряемой величины и ее значениями, полученными ранее, а для значений измеряемой величины, разность которых превосходит утроенную допускаемую погрешность измерений, сравнивают между собой соответствующие им текущие значения контролируемого параметра и по результатам такого сравнения судят о метрологической исправности интеллектуального средства измерений. При этом способе контролируемый параметр рекомендуют выбирать таким образом, чтобы его значения в минимальной мере зависели от значений измеряемой величины. Хотя счетчики электрической энергии являются средствами измерений, но этот способ контроля не может быть использован, так как для них не установлен контролируемый параметр, характеризующий критическую составляющую погрешности счетчика.

Известен счетчик электроэнергии со встроенной виртуальной нагрузкой по патенту КНР на полезную модель № 205844511 U, в котором контроль работоспособности счетчика выполняют с помощью дополнительного измерительного элемента, встроенного в счетчик, при этом используют источник тока, создающий фиктивную мощность, так же встроенный в счетчик.

Известен способ проверки работоспособности счетчика по заявке КНР на изобретение № 107121659 A, в котором выполняют следующие действия:

1) к счетчику подключают внешнее контрольное устройство (дополнительный измерительный элемент), переводят счетчик в режим тестирования;

2) с помощью контрольного устройства проводят измерение тока и напряжения в цепях тока и напряжения счетчика, определяют количество измеренной энергии, передают полученные данные на основной измерительный блок счетчика;

3) рассчитывают мощность в режиме реального времени, соответствующую измеренным значениям напряжения и тока, определяют мощность, измеренную счетчиком в заданном интервале времени по количеству импульсов на импульсном выходе счетчика, сравнивают мощности, измеренные счетчиком и контрольным устройством, вычисляют погрешность счетчика;

4) измеренное значение погрешности счетчика отображают в режиме реального времени на дисплее счетчика, оно может быть загружено на компьютер через выделенный интерфейс данных, автоматически генерируя архив отчета о тестировании и реализуя функцию просмотра, запроса, отчета и печати результата контроля;

5) счетчик генерирует ток, создающий фиктивную мощность для счетчика, что позволяет выполнять проверку счетчика при незначительной нагрузке или при ее отсутствии.

Оба последних решения предполагают способ контроля работоспособности счетчика путем измерения фиктивной (или суммарной) мощности с помощью дополнительного измерительного элемента (встроенного или внешнего). При этом показание дополнительного измерительного элемента сопоставляют с показаниями основного измерительного элемента счетчика, значительная разница показаний свидетельствует о нарушении работоспособности счетчика. Недостатком этих решений является то, что используют дополнительный измерительный элемент, выполняющий функцию эталонного счетчика, что усложняет конструкцию счетчика, снижает его метрологическую надежность, при этом контроль работоспособности не позволяет выявить несанкционированное вмешательство в работу счетчика, например, путем изменения параметров датчиков тока и/или напряжения. При этом, как следует из описаний патентов, необходимые действия при контроле работоспособности выполняют вручную, то есть контроль проводит оператор эпизодически, что увеличивает возможный недоучет энергии из-за значительных интервалов времени между циклами контроля.

В качестве ближайшего аналога принят способ по патенту КНР на изобретение № 107121659 А.

Раскрытие сущности изобретения

Технической проблемой, на решение которой направлено заявляемое изобретение, является контроль работоспособности счетчика активной электрической энергии без прерывания контролируемой им электрической цепи.

Целью изобретения является создание счетчика активной электрической энергии, способного контролировать свою работоспособность без существенного усложнения конструкции счетчика и снижения его метрологической надежности.

Технический результат, получаемый при осуществлении заявляемого изобретения, заключается в возможности выполнения автоматического контроля работоспособности счетчика в процессе его использования (без прерывания электрической цепи, в которую включен счетчик), в упрощении конструкции счетчика (не требуется дополнительный измерительный элемент) и в повышении метрологической надежности счетчика (источник тестового воздействия требуемой точности, создающий фиктивную мощность, имеет достаточно высокую надежность).

Технический результат достигается тем, что контроль работоспособности счетчика активной электрической энергии выполняют без прерывания контролируемой электрической цепи путем подачи на счетчик тестового сигнала, задающего фиктивную активную мощность, при этом выполняют следующие действия:

- а) измеряют активную мощность электрической цепи;
- б) на измерительный вход измерительного элемента счетчика подают тестовый сигнал;
- в) измеряют суммарную активную мощность, воздействующую на счетчик;
- г) определяют измеренную фиктивную активную мощность как разность между суммарной активной мощностью и активной мощностью цепи;
- д) определяют погрешность измерения фиктивной активной мощности;
- е) сравнивают погрешность измерения фиктивной активной мощности с предельной погрешностью, заданной для контроля работоспособности;
- ж) формируют информацию о результате контроля работоспособности счетчика.

Признаки изобретения, совпадающие с признаками прототипа, - контроль работоспособности счетчика электрической энергии выполняют без прерывания контролируемой электрической цепи путем подачи на счетчик тестового сигнала, задающего фиктивную активную мощность.

Признаки изобретения, отличительные от прототипа, - выполняют следующие действия:

- а) измеряют активную мощность электрической цепи;
- б) на измерительный вход измерительного элемента счетчика подают тестовый сигнал;
- в) измеряют суммарную активную мощность, воздействующую на счетчик;
- г) определяют измеренную фиктивную активную мощность как разность между суммарной активной мощностью и активной мощностью цепи;
- д) определяют погрешность измерения фиктивной активной мощности;

е) сравнивают погрешность измерения фиктивной активной мощности с предельной погрешностью, заданной для контроля работоспособности;

ж) формируют информацию о результате контроля работоспособности счетчика.

Частные случаи осуществления изобретения:

тестовый сигнал является током, пропускаемым через цепь тока счетчика;

тестовый сигнал является напряжением, вводимым в измерительную токовую цепь измерительного элемента счетчика;

значение тестового сигнала и сдвиг его фазы относительно напряжения электрической цепи выбирают в зависимости от значения мощности электрической цепи;

контроль работоспособности проводят для каждого измерительного элемента счетчика поочередно;

значение электрической энергии, измеренное счетчиком, корректируют с учетом значения фиктивной активной мощности и продолжительности ее подачи на счетчик;

указанные действия выполняют автоматически с помощью встроенного программного обеспечения.

Осуществление изобретения

Конструктивно счетчик, который выполнен с возможностью использования предлагаемого способа контроля работоспособности, практически не отличается от обычного счетчика, содержащего цепи тока и напряжения, подключенные к контролируемой электрической цепи, сигналы от которых поступают на измерительные входы измерительного элемента, создающего выходные сигналы, пропорциональные активной энергии, измеряемой путем интегрирования активной мощности по времени, и имеющего другие функциональные элементы (запоминающее устройство, дисплей, испытательный выход, устройство передачи данных и другие устройства). Для реализации предлагаемого способа счетчик должен иметь дополнительный источник тестового сигнала, который формирует заданное значение фиктивной мощности, и программное обеспечение с функцией контроля работоспособности.

Цикл контроля включает в себя измерение активной мощности электрической цепи, в которую включен счетчик, в ее текущем режиме работы. Значение измеренной активной мощности цепи может быть определено путем определения приращения показаний отсчетного устройства за установленное время или обработки сигналов, формируемых импульсным испытательным выходом счетчика, частота импульсов которого пропорциональна измеряемой мощности. При этом может быть измерено, например, число импульсов, поступающих от испытательного выхода за установленное время, или длительность периода или частота следования импульсов испытательного выхода.

Затем на измерительный вход измерительного элемента счетчика подают тестовый сигнал, задающий фиктивную активную мощность, и измеряют образовавшуюся суммарную активную мощность, воздействующую на счетчик. Значение суммарной активной мощности определяют аналогично значению измеренной активной мощности цепи.

Затем определяют измеренную фиктивную активную мощность как разность между суммарной активной мощностью и активной мощностью цепи, определяют погрешность измерения фиктивной активной мощности и сравнивают ее с предельной погрешностью, заданной для контроля работоспособности, формируют информацию о результате контроля работоспособности счетчика.

Тестовый сигнал может быть либо током, пропускаемым через цепь тока счетчика, либо напряжением, вводимым в измерительную токовую цепь измерительного элемента счетчика. В первом варианте тестовый ток, протекая через датчик тока, включенный в цепь тока счетчика, суммируется с током в контролируемой цепи, а на измерительный токовый вход измерительного элемента поступает сигнал, зависящий от суммарного тока. Во втором варианте тестовое напряжение суммируется с напряжением датчика тока, а на измерительный токовый вход измерительного элемента поступает суммарное напряжение.

Значение тестового сигнала и сдвиг его фазы относительно напряжения электрической цепи выбирают в зависимости от значения мощности электрической цепи. Так как режим работы электрической цепи непредсказуем, то целесообразно значение тестового сигнала и сдвиг его фазы относительно напряжения электрической цепи формировать в зависимости от значения мощности цепи: при небольшой активной мощности цепи тестовый сигнал должен увеличивать суммарную активную мощность, а при большой мощности - уменьшать суммарную мощность. Это может обеспечить проведение контроля работоспособности счетчика при установленном значении контрольной мощности. Например, если выбрана контрольная точка с током 5 А при напряжении 220 В, то при мощности цепи 0,5 кВт фиктивная мощность должна увеличивать суммарную мощность на 0,6 кВт, а при мощности цепи 2,5 кВт фиктивная мощность должна уменьшать суммарную мощность на 1,4 кВт. Контроль работоспособности, при необходимости, может быть выполнен в нескольких контрольных точках установленного для счетчика диапазона измерений.

В многоэлементных счетчиках контроль работоспособности проводят для каждого измерительного элемента счетчика поочередно, при этом в трехфазных счетчиках под активной мощностью цепи понимают сумму активных мощностей всех фаз электрической цепи.

Так как процесс контроля работоспособности счетчика происходит без прерывания электроснабжения, то в некоторых случаях учет фиктивной мощности может исказить данные о реальном потреблении электрической энергии. В связи с этим значение электрической энергии, измеренное счетчиком, можно

откорректировать с учетом значения фиктивной активной мощности и продолжительности ее подачи на счетчик.

Контроль работоспособности выполняют посредством встроенного программного обеспечения счетчика, периодичность его выполнения устанавливают программно, он может быть выполнен и по внешней команде.

Изобретение описано без ссылки на конкретные варианты его осуществления, так как специалисты в данной области техники смогут спроектировать множество различных вариантов осуществления в объеме предлагаемой формулы изобретения.

Предлагаемый способ не исключает наличия других технических и программных средств, необходимых для функционирования счетчика, иной последовательности действий или иных действий, помимо тех, которые указаны в формуле изобретения. Указание действия в единственном числе не исключает возможности выполнения нескольких таких действий. Например, возможно проведение контроля работоспособности счетчика поочередно несколькими циклами, в каждом из которых устанавливают вид тестового сигнала, его значение и фазу. Это позволит не только проверить работоспособность счетчика при различных режимах его работы, но и выявить несанкционированное вмешательство в работу счетчика.

Так как действия по измерениям активной мощности электрической цепи и суммарной активной мощности не совпадают по времени, то возможное изменение режима работы этой цепи за время подачи тестового сигнала может повлиять на результат измерения суммарной активной мощности и исказить значение измеренной фиктивной активной мощности. В связи с этим сразу же после измерения суммарной активной мощности может потребоваться повторное измерение активной мощности электрической цепи, а выполнение последующих действий проводить только при условии неизменности режима работы цепи. При выявлении недопустимого изменения режима цепи следует проводить повторный контроль счетчика, при этом информацию о работоспособности счетчика можно формировать после первого положительного результата контроля, а информацию о нарушении работоспособности счетчика - после завершения установленного количества контрольных циклов с отрицательными результатами.

В реальных условиях работы счетчика напряжение в электрической цепи нестабильно, в связи с этим могут потребоваться дополнительные действия по измерению напряжения и корректировке значения измеренной фиктивной активной мощности с целью приведения его значения к тому напряжению, для которого задана фиктивная мощность.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ контроля работоспособности счетчика активной электрической энергии без прерывания контролируемой электрической цепи, заключающийся в подаче на счетчик тестового сигнала, задающего фиктивную активную мощность, отличающийся тем, что выполняют следующие действия:

- а) измеряют активную мощность электрической цепи;
- б) на измерительный вход измерительного элемента счетчика подают тестовый сигнал;
- в) измеряют суммарную активную мощность, воздействующую на счетчик;
- г) определяют измеренную фиктивную активную мощность как разность между суммарной активной мощностью и активной мощностью цепи;
- д) определяют погрешность измерения фиктивной активной мощности;
- е) сравнивают погрешность измерения фиктивной активной мощности с предельной погрешностью, заданной для контроля работоспособности;
- ж) формируют информацию о результате контроля работоспособности счетчика.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что тестовый сигнал является током, пропускаемым через цепь тока счетчика.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что тестовый сигнал является напряжением, вводимым в измерительную токовую цепь измерительного элемента счетчика.

4. Способ по п.1, отличающийся тем, что значение тестового сигнала и сдвиг его фазы относительно напряжения электрической цепи выбирают в зависимости от значения мощности электрической цепи.

5. Способ по п.1, отличающийся тем, что контроль работоспособности проводят для каждого измерительного элемента счетчика поочередно.

6. Способ по п.1, отличающийся тем, что значение электрической энергии, измеренное счетчиком, корректируют с учетом значения фиктивной активной мощности и продолжительности ее подачи на счетчик.

7. Способ по п.1, отличающийся тем, что указанные действия выполняют автоматически с помощью программного обеспечения.

