

**ОПИСАНИЕ  
ПОЛЕЗНОЙ  
МОДЕЛИ К  
ПАТЕНТУ**

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 9146

(13) U

(46) 2013.04.30

(51) МПК

G 01R 31/06 (2006.01)

(54)

**АВТОМАТИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО  
ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ МЕЖВИТКОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ  
И ОБНАРУЖЕНИЯ ЗАМКНУВШИХСЯ ВИТКОВ  
В ОБМОТКАХ СТАТОРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН**

(21) Номер заявки: u 20120560

(22) 2012.05.29

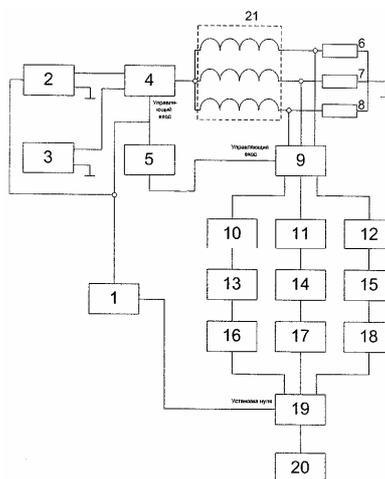
(71) Заявитель: Учреждение образования  
"Белорусский государственный уни-  
верситет информатики и радиоэлек-  
троники" (ВУ)

(72) Автор: Суходолов Кирилл Юрьевич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение обра-  
зования "Белорусский государственный  
университет информатики и радио-  
электроники" (ВУ)

(57)

Автоматическое устройство для испытания межвитковой изоляции и обнаружения замкнутых витков в обмотках статоров электрических машин, содержащее высоковольтный импульсный генератор, генератор звуковой частоты, блок управления, отличающееся тем, что дополнительно снабжено переключателем, инвертором, тремя резисторами, коммутатором, тремя полосовыми фильтрами, тремя фазовыми детекторами, тремя компараторами, дешифратором, индикатором, причем последовательно к каждой из трех фаз обмоток подключено по резистору, вход переключателя подсоединен к выходу высоковольтного импульсного генератора и к выходу генератора звуковой частоты, выход переключателя подключен к выводам трех фаз обмоток, точки соединения выводов фаз обмоток и резисторов соединены с тремя входами коммутатора, три выхода коммутатора соединены со входами трех полосовых фильтров соответственно, выходы которых попарно подключены к входам трех фазовых детекторов, выходы которых соединены со входами трех компараторов соответственно, выходы которых подсоединены ко входам дешифратора, выход которого соединен со входом индикатора, вход установки нуля дешифратора



ВУ 9146 U 2013.04.30

подключен к выходу блока управления, к другому его выходу подключены управляющий вход переключателя и вход инвертора, выход которого подключен к управляющему входу коммутатора.

(56)

1. А.с. СССР 597993, МПК G 01R 31/02, 1978.

2. А.с. СССР 725047, МПК G 01R 31/06, 1980.

---

Полезная модель относится к области контрольно-измерительных устройств и может быть использована при создании устройств для испытания межвитковой изоляции и выявления замкнувшихся витков в обмотках статоров трехфазных электрических машин.

Известно устройство для обнаружения межвитковых замыканий в обмотках трехфазных электрических машин [1], содержащее импульсный генератор, конденсатор, ключи, блок управления, диод, пороговый элемент, элементы совпадения, счетчики импульсов. Обнаружение межвитковых замыканий основано на сравнении переходных процессов в обмотках двух фаз.

Недостатками этого устройства являются:

низкая достоверность контроля из-за низкого напряжения импульсного генератора, не позволяющего пробить место ослабленной изоляции;

низкая производительность контроля трехфазных обмоток, так как требуется переключение фаз.

Наиболее близким техническим решением, выбранным в качестве прототипа, является автоматическое устройство для испытания межвитковой изоляции и выявления короткозамкнутых витков в обмотках статоров электрических машин [2], содержащее электромагнитные генерирующую и приемную головки, вмонтированные в оправку, электро-механический привод с электродвигателем, блок управления, генератор звуковой частоты, усилитель напряжения, высоковольтный импульсный генератор. Устройство предполагает обнаружение дефекта по уровню сигнала, наведенного в обмотке приемной головки.

Недостатками этого устройства являются:

низкая достоверность выявления витковых замыканий из-за высокой погрешности измерения, связанной с изменениями воздушного зазора при вращении оправки внутри статора.

низкая помехоустойчивость, так как в обмотке приемной головки наводится э.д.с. от полей рассеяния, вызванных конструктивными особенностями статора, таких как наличие лобовых частей обмотки статора, пазов. При работе электро-механического привода возникают также помехи от скользящих контактов и приводного электродвигателя.

низкая производительность, связанная с затратами времени на выбор отправки, установки ее на вал, установкой самого статора на оправку и ее медленным вращением в процессе контроля.

Целью предлагаемой полезной модели является повышение достоверности выявления виткового замыкания и увеличение помехоустойчивости.

Поставленная цель достигается тем, что устройство, содержащее высоковольтный импульсный генератор, генератор звуковой частоты, блок управления, отличается тем, что дополнительно снабжено переключателем, инвертором, тремя резисторами, коммутатором, тремя полосовыми фильтрами, тремя фазовыми детекторами, тремя компараторами, дешифратором, индикатором, причем напряжение для испытания межвитковой изоляции от высоковольтного импульсного генератора подается на обмотку поочередно с сигналом генератора звуковой частоты с помощью переключателя, три сигнала снимаются с соединенных последовательно с каждой из трех фаз обмоток резисторов и через коммутатор, защищающий измерительные цепи от высокого напряжения, включенный во время подачи сигнала от генератора звуковой частоты, подаются на вход полосовых фильтров, полоса пропускания которых соответствует резонансной области обмоток и частоте гармониче-

ского сигнала генератора звуковой частоты, три снятых гармонических сигнала попарно сравниваются по фазе фазовыми детекторами, уровень сигнала на выходе которых зависит от разности фаз подаваемых на их вход сигналов. Если обмотки исправны то уровень сигнала на выходе фазового детектора будет отличен от нуля, что объясняется различием параметров обмоток, вызванных конструктивными особенностями и технологическими причинами, это учитывается порогом срабатывания компараторов, входы которых подключены к выходам фазовых детекторов, а выходы компараторов - к трем входам дешифратора, состояние которых, соответствующее комбинации логических нулей и единиц, определяет результат испытания - есть дефект в обмотке или нет и если есть, то в какой фазе, что отображается индикатором, подключенным к выходу дешифратора. Перед каждым новым испытанием информация о предыдущем, записанная в дешифраторе стирается путем подачи импульса на вход "Установка нуля" от блока управления. Блок управления осуществляет управление переключателем путем подачи импульсов на его управляющий вход для поочередной подачи на обмотку испытательного импульсного напряжения от высоковольтного импульсного генератора и гармонического сигнала от генератора звуковой частоты. Коммутатор управляется от блока управления через инвертор, когда на обмотку подается испытательное импульсное напряжение, коммутатор отключает измерительную цепь, начиная с полосовых фильтров от обмоток, если при этом произошел пробой ослабленной межвитковой изоляции, то образовавшееся витковое замыкание будет обнаружено при отключении высоковольтного импульсного генератора, и подключении генератора звуковой частоты переключателем, и подключении коммутатором измерительной цепи путем подачи сигнала с обмоток на вход полосовых фильтров, которые не пропускают спектральные составляющие сигнала, вызванные помехами.

На фигуре изображена блок-схема предлагаемого устройства.

Блок-схема содержит: блок управления 1, высоковольтный импульсный генератор 2, генератор звуковой частоты 3, переключатель 4, инвертор 5, резисторы 6, 7 и 8, коммутатор 9, полосовые фильтры 10, 11 и 12, фазовые детекторы 13, 14 и 15, компараторы 16, 17 и 18, дешифратор 19, индикатор 20, статор электрической машины 21.

Выход блока управления 1 соединен со входом высоковольтного импульсного генератора 2, с управляющим входом переключателя 4 и входом инвертора 5, другой выход блока управления 1 соединен с входом "Установка нуля" дешифратора 19. Выход инвертора 5 соединен с управляющим входом коммутатора 9. Один вход переключателя 4 подключен к выходу высоковольтного импульсного генератора 2, другой вход переключателя 4 подключен к выходу генератора звуковой частоты 3, вторые выходы высоковольтного импульсного генератора 2 и генератора звуковой частоты 3 подсоединены к корпусу статора электрической машины 21. Выход переключателя 4 подключен к соединенным вместе выводам трех фаз обмоток статора электрической машины 21, последовательно к каждой из трех фаз обмоток подключено по резистору 6, 7, 8 соответственно, другие выводы которых соединены вместе и подключены к корпусу статора электрической машины 21.

Три входа коммутатора 9 соединены с точками соединения фаз обмотки статора электрической машины 21 и выводов резисторов 6, 7 и 8, а три выхода коммутатора соединены со входами трех полосовых фильтров 10, 11 и 12, выходы которых попарно подключены ко входам трех фазовых детекторов, а именно: один вход фазового детектора 13 подключен к выходу полосового фильтра 10, один вход фазового детектора 14 подключен - к выходу полосового фильтра 10, второй - к выходу полосового фильтра 11, один вход фазового детектора 15 подключен к выходу полосового фильтра 11, второй к выходу полосового фильтра 12; выходы фазовых детекторов 13, 14 и 15 соединены со входами компараторов 16, 17 и 18, выходы которых соединены со входами дешифратора 19, выход которого подключен ко входу индикатора.

Устройство работает следующим образом.

Испытание межвитковой изоляции для выявления ее ослабленных мест осуществляется путем подачи импульсного испытательного напряжения от высоковольтного импульс-

## ВУ 9146 U 2013.04.30

ного генератора 2 на обмотку статора электрической машины 21 через переключатель 4, который осуществляет попеременное подключение к фазам обмотки статора электрической машины 21 выхода высоковольтного импульсного генератора 2 и выхода генератора звуковой частоты 3, вторые их выходы подключены к корпусу статора электрической машины 21. После испытания межвитковой изоляции с помощью высоковольтного импульсного генератора 2 переключателем 4 к обмотке подключается генератор звуковой частоты 3, подающий гармонический сигнал с частотой, соответствующей резонансной области на обмотку статора электрической машины 21.

Снимается сигнал, пропорциональный протекающему по фазам обмотки статора электрической машины 21 токам с резисторов 6, 7 и 8, и через коммутатор 9 подается на вход полосовых фильтров 10, 11 и 12. Коммутатор 9 осуществляет функцию защиты измерительных цепей от перенапряжения во время подключения к обмотке статора электрической машины 21 высоковольтного импульсного генератора 2.

Управление процессом испытания производится блоком управления 1 после получения внешнего сигнала о запуске, он подает управляющий прямоугольный импульс на вход высоковольтного импульсного генератора, который запускается от переднего фронта и формирует высоковольтный испытательный импульс с длительностью, меньшей, чем длительность управляющего прямоугольного импульса, одновременно управляющий прямоугольный импульс подается на управляющий вход переключателя 4, который подключает высоковольтный импульсный генератор 2 к фазам обмотки статора электрической машины 21. После прихода управляющего прямоугольного импульса на вход инвертора 5 он отключает коммутатор 9 и разрывает цепи, соединяющие фазы обмотки и полосовые фильтры 10, 11 и 12, защищая их от перенапряжений.

После спада управляющего прямоугольного импульса переключатель 4 отключает от фаз обмотки электрической машины 21 высоковольтный импульсный генератор 2 и подключает генератор звуковой частоты 3, а коммутатор 9 подключает полосовые фильтры 10, 11 и 12 к точкам соединения резисторов 6, 7 и 8 с фазами обмотки статора электрической машины 21. Частота гармонического сигнала генератора звуковой частоты 3 должна соответствовать резонансной области обмоток статора испытываемого типа электрических машин и соответствовать средней частоте полосы пропускания полосовых фильтров 10, 11 и 12, тогда помехи ими будут задержаны, а полезные сигналы с выходов полосовых фильтров 10, 11 и 12 попарно сравниваются по фазе с помощью фазовых детекторов 13, 14 и 15. Величина напряжения на выходе фазовых детекторов зависит от разности фаз подаваемых на их вход гармонических сигналов. Существующее у исправных фаз обмотки различие в параметрах учитывается порогом срабатывания компараторов 16, 17 и 18, подключенных к выходам фазовых детекторов 13, 14 и 15. Уровень сигнала на выходах компараторов 16, 17 и 18 записывается в дешифраторе 19, и запись стирается с началом нового испытания от сигнала, приходящего на вход "Установка нуля" от блока управления 1. Дешифратор управляет индикатором 20, который отображает результаты испытания.

Если между витками нет ослабленных мест изоляции и не произошло образования замкнутых витков под действием испытательного напряжения, то напряжение на выходе фазовых детекторов 13, 14 и 15 будет близким к нулю или иметь значение, определяемое разностью параметров исправных обмоток, что учтено порогом срабатывания компараторов, а если образовался замкнутый виток, то в зависимости от фазы обмотки, в которой он образовался, один или два компаратора сработают, что зафиксируется дешифратором 19 и отобразится индикатором 20.

Предлагаемое устройство позволяет повысить достоверность испытания межвитковой изоляции и обнаружения замкнувшихся витков и увеличить помехоустойчивость.