



Государственный комитет  
СССР  
по делам изобретений  
и открытий

# О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(61) Дополнительное к авт. свид-ву № 974544

(22) Заявлено 09.07.80 (21) 2941801/24-07

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 15.03.83 Бюллетень № 10

Дата опубликования описания 15.03.83.

(11) 1005260

(51) М. Кл.<sup>3</sup>

H 02 P 9/14  
H 02 K 19/36

(53) УДК 621.316.  
.722(088.8)

(72) Авторы  
изобретения

Е.Я.Бухштабер, А.П.Пролыгин, Ю.М.Андреев, А.Д.Машихин  
и М.П.Аскинази

(71) Заявитель

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЕМ  
БЕЩЕТОЧНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МАШИНЫ

1

Изобретение относится к электро-  
технике и может быть использовано  
для управления током возбуждения  
бесщеточных электрических машин, вы-  
полненных в виде многомашинных агре-  
гатов, основной машины с возбудите-  
лем - обращенной синхронной машиной.

По основному авт.св. № 974544 из-  
вестно устройство для управления воз-  
буждением бесщеточной электрической  
машины с вращающимся управляемым вы-  
прямителем, через который обмотка  
возбуждения основной машины, распо-  
ложенная на ее роторе, связана с якор-  
ной обмоткой синхронного генерато-  
ра-возбудителя, обмотка возбуждения  
которого расположена на статоре и  
подключена к источнику модулированно-  
го напряжения возбуждения, а управ-  
ляющие электроды управляемых венти-  
лей вращающегося управляемого выпря-  
мителя подключены к блоку для включе-  
ния вентилях от высокочастотной сос-  
тавляющей модулированного напряже-  
ния [1].

Недостатком этого устройства явля-  
ется то, что источник модулированного  
напряжения возбуждения образован  
отдельным дополнительным источником  
постоянного тока, например аккумуля-

2

торной батареи для питания бортовой  
сети электроснабжения транспортного  
средства, и специальным электронным  
модулирующим блоком, синхронизиро-  
ванным и сфазированным с положением  
ротора, с трансформатором на выходе,  
который включен через выходной тран-  
сформатор непосредственно или через  
дополнительный вентиляный прерыва-  
тель последовательно с обмоткой воз-  
буждения генератора возбудителя. Та-  
кое выполнение источника модулиро-  
ванного напряжения весьма сложно, а  
использование на транспортном объек-  
те в условиях высокой тряски и запы-  
ленности специального электронного  
блока модуляции приводит к сущест-  
венному снижению надежности всей сис-  
темы управления.

20 Целью изобретения является упро-  
щение и повышение надежности.

Поставленная цель достигается  
тем, что источник модулирующего сиг-  
нала выполнен в виде дополнительного  
синхронного генератора, ротор ко-  
торого механически связан с валом  
бесщеточной электрической машины,  
а якорные обмотки через выпрямитель  
связаны с обмоткой возбуждения воз-  
будителя, причем число фаз якорной

30

обмотки дополнительного синхронного генератора выполнено равным

$$m_{\text{дг}} = \frac{m_{\text{вг}} \cdot P_{\text{дг}} \cdot K_{\text{дг}}}{P_{\text{вг}} \cdot K_{\text{вг}} \cdot i},$$

где  $m_{\text{дг}}$  - число фаз якорной обмотки дополнительного синхронного генератора;  
 $m_{\text{вг}}$  - число фаз якорной обмотки возбудителя;  
 $P_{\text{дг}}$  - число полюсов дополнительного синхронного генератора;  
 $P_{\text{вг}}$  - число полюсов возбудителя;  
 $K_{\text{дг}}$  - коэффициент выпрямления выпрямителя возбудителя;  
 $K_{\text{вг}}$  - коэффициент выпрямления выпрямителя возбудителя;  
 $i$  - передаточный коэффициент механической связи между валами возбудителя и дополнительного синхронного генератора.

Выпрямитель выполнен неуправляемым, причем между выводами фаз якорной обмотки дополнительного синхронного генератора и входом выпрямителя установлен управляемый ключ.

Кроме того, выпрямитель выполнен управляемым, причем управляющие электроды управляемых вентилях через дополнительно введенные разделительные диоды объединены и подключены через управляемый ключ к общей точке соединения диодов управляемых вентилях.

В устройство дополнительно введены сглаживающий фильтр, диод, переключатель с двумя выходными выводами, двумя замыкающими и двумя размыкающими контактами, причем выходные выводы переключателя подключены к выводам обмотки возбуждения возбудителя, размыкающие контакты соединены с выходом постоянного тока выпрямителя, а замыкающие контакты подключены к выходам постоянного тока выпрямителя через диод и сглаживающий фильтр.

Кроме того, переключатель выполнен бесконтактным на пяти управляемых вентилях, причем аноды первого и второго управляемых вентиля объединены и соединены с плюсовым выводом выпрямителя дополнительного синхронного генератора, катоды третьего и четвертого управляемых вентиля объединены и соединены с минусовым выводом того же выпрямителя, катод первого управляемого вентиля подключен к одному из выводов обмотки возбуждения возбудителя и одному из выводов сглаживающего фильтра, катод четвертого управляемого вентиля соединен с другим выводом обмотки возбуждения возбудителя и через пятый управляемый вентиль связан с другим выходом сглаживающего фильтра, один из входов которого соединен с катодом второго управляемого вентиля, а другой вход сглаживающего

фильтра подключен к аноду третьего управляемого вентиля.

На фиг.1 приведена принципиальная схема предлагаемого устройства; на фиг.2 - вариант выполнения источника модулированного напряжения при использовании однофазного неуправляемого выпрямителя; на фиг.3 - принципиальная схема управляемого выпрямителя с двухполюсным переключателем и фильтром; на фиг.4 - один из возможных вариантов выполнения бесконтактного двухполюсного переключателя с фильтром; на фиг.5 и 6 - варианты выполнения управляемого выпрямителя для трехфазного источника модулирующего сигнала.

Устройство содержит основную электрическую машину 1 (фиг.1) с якорной обмоткой 2 на статоре и обмоткой 3 возбуждения на роторе. Вращающийся управляемый выпрямитель 4 расположен на общем валу, связывающем ротор основной машины и генератор-возбудитель 5, якорная обмотка 6 которого расположена на роторе, а обмотка 7 возбуждения - на статоре. Вспомогательный синхронный генератор 8 имеет якорную обмотку 9, расположенную на статоре, и ротор 10, закрепленный на общем валу машины. Управляющие электроды управляемых вентилях вращающегося выпрямителя подключены к блоку 11 для включения вентилях от высокочастотной составляющей модулированного напряжения. Выпрямитель 12, который включается с помощью управляемого ключа 13, связывает якорную обмотку 9 вспомогательного генератора 8 и обмотку 7 возбуждения генератора-возбудителя. Выходные зажимы 14 и 15 выпрямителя 12 (положительный 14 и отрицательный 15) подключены к обмотке 7 или через дополнительные блоки.

При выполнении источника модулированного напряжения в виде однофазного неуправляемого выпрямителя 12 управляемый ключ 13 включается в разрыв одного из входных выводов выпрямителя (фиг.2).

Между зажимами 14 и 15 выпрямителя 12 могут быть включены блок 16 (фиг.3), сглаживающий дроссельно-конденсаторный фильтр с диодом и двухполюсный переключатель 17 на два направления. Этот переключатель 17 может быть как контактным, так и бесконтактным, выполненным на управляемых вентилях, например на однооперационных тиристорах, причем тиристоры 18 и 19 (фиг.4) соединены анодами и их общая точка образует входной вывод, который подключается к зажиму 14 выпрямителя. Катод тиристора 18 и анод тиристора 20 образуют выходные выводы, которые используются для подключения к обмотке 7 возбуждения генератора-возбудителя.

теля. Обмотка 21 одного или разных дросселей и конденсатор 22 образуют сглаживающий дроссельно-конденсаторный фильтр, один его выходной вывод (от катода тиристора 19 через катушку индуктивности) подключен к аноду дополнительного тиристора 23, катод которого подключен к аноду тиристора 20, а другой (от анода тиристора 24) подключен непосредственно к катоду тиристора 18.

При выполнении выпрямителя 12 (фиг.5 и 6) целиком или частично на управляемых вентилях ключ 13 используется для включения управляемых вентилях (через разделительный диод). Он подключает управляющие электроды к общей точке анодов управляемых вентилях, при этом число фаз якорной обмотки 9 и схема выполнения выпрямителя 12 могут быть любыми.

Работа устройства происходит следующим образом.

До тех пор, пока контролируемый параметр (ток, напряжение или мощность на выводах обмотки 2) меньше величины сигнала уставки, ключ 13 включен и на зажимах 14 и 15 выпрямителя 12 появляется пульсирующее напряжение, частота которого при соблюдении соотношения

$$K_{\text{вг}} \cdot m_{\text{вг}} \cdot P_{\text{вг}} = i K_{\text{гг}} \cdot m_{\text{гг}} \cdot P_{\text{гг}},$$

где  $m_{\text{вг}}$  - число фаз якорной обмотки возбуждения;  
 $P_{\text{вг}}$  - число полюсов, дополнительного синхронного генератора;  
 $P_{\text{гг}}$  - число полюсов возбудителя генератора;  
 $K_{\text{гг}}$  - коэффициент выпрямления выпрямителя дополнительного синхронного генератора;  
 $K_{\text{вг}}$  - коэффициент выпрямления выпрямителя возбудителя;  
 $i$  - передаточный коэффициент механической связи между валом возбудителя и дополнительного синхронного генератора,

соответствует требуемым параметрам системы и за счет возбуждения блок 11 для включения вентилях от высокочастотной составляющей модулированного напряжения поддерживает управляемые вентили вращающегося выпрямителя 4 во включенном состоянии.

Когда контролируемый параметр становится больше сигнала уставки, ключ 13 выключается и блок 11 перестает включать вентили выпрямителя 4 и он запирается до тех пор, пока значение контролируемого параметра не снизится вновь до значения меньше, чем уставка, и описанный процесс не повторится вновь.

Если якорная обмотка 9 вспомогательного генератора 8 однофазная (или используется однофазный выпрямитель 12) выпрямитель 12 может быть неуправляемым. В этом случае ключ 13 включается в разрыв одного из входных выводов выпрямителя, как показано на фиг.2.

Независимо от числа фаз якорной обмотки 9 и схемы выполнения выпрямителя 12 он может быть выполнен с использованием управляемых вентилях, а управляемый ключ 13 подключает через разделительные диоды управляющие электроды вентилях к их анодам.

Для управления устройством с вращающимся выпрямителем размагничивающая система возбуждения основной машины между зажимами 14 и 15 включает дроссельно-конденсаторный фильтр с разделительным диодом 16 и двухполюсный переключатель 17 на два направления (фиг.3).

В показанном на фиг.3 положении обмотка 7 возбуждения генератора-возбудителя 5 питается пульсирующим напряжением и все происходит описанным образом. При переключении переключателя 17 в нижнее положение (после паузы, в течение которой заперт выпрямитель 12 и достаточной по времени для спада тока в обмотке 3 до нуля, после чего все управляемые вентили выпрямителя 4 запираются) увеличение напряжения на выходе выпрямителя 12 приводит к росту сглаженного тока в обмотке 7 возбуждения генератора-возбудителя. Поскольку обмотка 7 возбуждения обтекается сглаженным током, то блок 11 не включает управляемые вентили выпрямителя 4, но за счет цепей через диоды в устройстве с размагничивающей системой ток через параллельные цепи и обмотку возбуждения будет протекать во встречном направлении и размагничивать систему возбуждения.

Бесконтактное устройство, приведенное на фиг.4, работает следующим образом.

В режиме прямого возбуждения включаются вентили 18 и 20, а при обратном - 19, 24, 21. Однако это устройство может работать и с неуправляемым выпрямителем 12 без ключа 13. В этом случае при значениях контролируемого параметра ниже значения уставки одновременно включаются тиристоры 18, 20 и 23, что приводит к зарядке конденсатора 22 и включению вентиля 23. При этом тиристоры 18 и 20 остаются включенными и обмотка 7 возбуждения синхронного генератора-возбудителя 5 обтекается пульсирующим током. В тот момент, когда контролируемый параметр становится выше сигнала уставки, включается тиристор 19 и заряженный

конденсатор 22 разряжается на тиристор 18 во встречном для него направлении и перезаряжается за счет протекания тока через обмотку 7, пока ток в последней не снизится до нуля или не поступит сигнал для включения тиристор 18 и 20. При этом тиристор 19 включается и может быть вновь включен тиристор 23.

При необходимости размагничивания основной машины выдержка времени увеличивается, затем включают тиристоры 19, 23 и 20 и обмотка 7 обтекает хорошо сглаженным током. Питание обмотки 7 возбуждения возбудителя сглаженным током противоположной полярности приводит к запираанию управляемых вентилей и протеканию тока через диоды по параллельным ветвям обмотки возбуждения во встречном направлении и за счет этого снижению до нуля остаточного намагничивания основной машины, а следовательно, и остаточного напряжения на выводах якорной обмотки 2.

#### Формула изобретения

1. Устройство для управления возбуждением бесщеточной электрической машины по авт. св. № 974544, отличающееся тем, что, с целью упрощения и повышения надежности, источник модулирующего сигнала выполнен в виде дополнительного синхронного генератора, ротор которого механически связан с валом бесщеточной электрической машины, а якорные обмотки через выпрямитель связаны с обмоткой возбуждения возбудителя, причем число фаз якорной обмотки дополнительного синхронного генератора выполнено равным

$$m_{gr} = \frac{m_{\theta r} \cdot P_{\theta r} \cdot K_{\theta r}}{P_{gr} \cdot K_{gr} \cdot i},$$

где  $m_{gr}$  - число фаз якорной обмотки дополнительного синхронного генератора;

$m_{\theta r}$  - число фаз якорной обмотки возбудителя;

$P_{gr}$  - число полюсов дополнительного синхронного генератора;

$P_{\theta r}$  - число полюсов возбудителя;

$K_{\theta r}$  - коэффициент выпрямления выпрямителя дополнительного синхронного генератора;

$K_{gr}$  - коэффициент выпрямления выпрямителя возбудителя;

$i$  - передаточный коэффициент механической связи между

валами возбудителя и дополнительного синхронного генератора.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что выпрямитель выполнен неуправляемым, причем между выводами фаз якорной обмотки дополнительного синхронного генератора и входом выпрямителя установлен управляемый ключ.

3. Устройство по п.1, отличающееся тем, что выпрямитель выполнен управляемым, причем управляющие электроды вентилей через дополнительно введенные разделительные диоды объединены и подключены через управляемый ключ к общей точке соединения анодов управляемых вентилей.

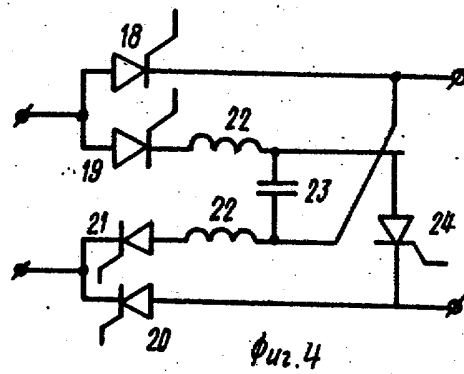
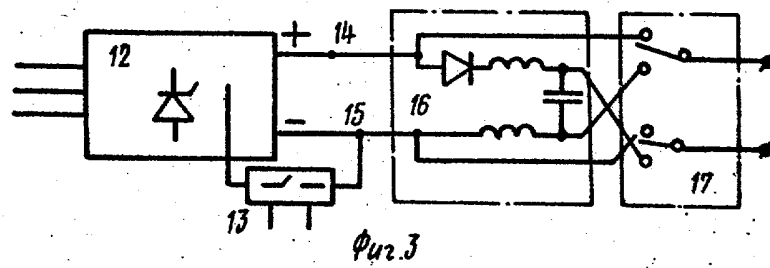
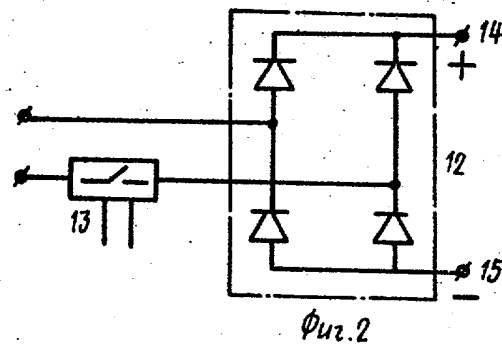
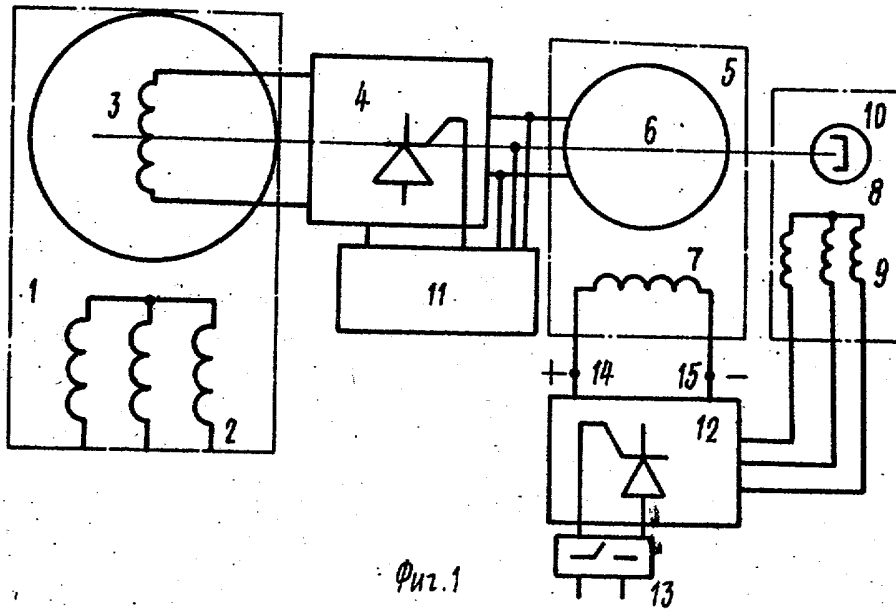
4. Устройство по пп.1-3, отличающееся тем, что дополнительно введены сглаживающий фильтр, диод и переключатель с двумя выходными выводами; двумя замыкающими и двумя размыкающими контактами, причем выходные выводы переключателя подключены к выводам обмотки возбуждения возбудителя, размыкающие контакты соединены с выходом постоянного тока выпрямителя, а замыкающие контакты через диод и сглаживающий фильтр подключены к выходам постоянного тока выпрямителя.

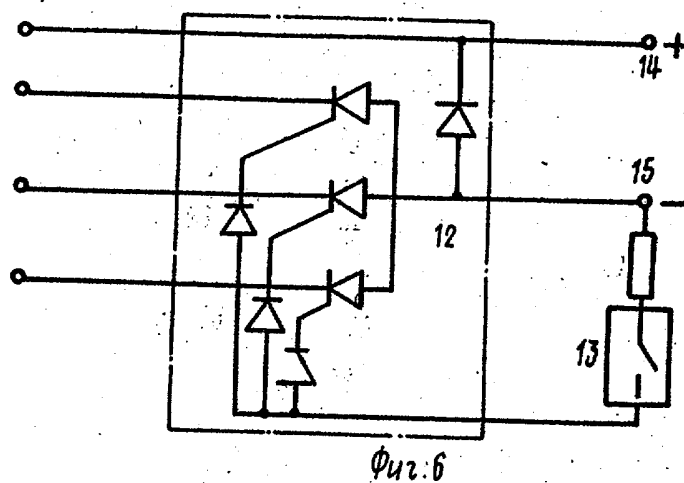
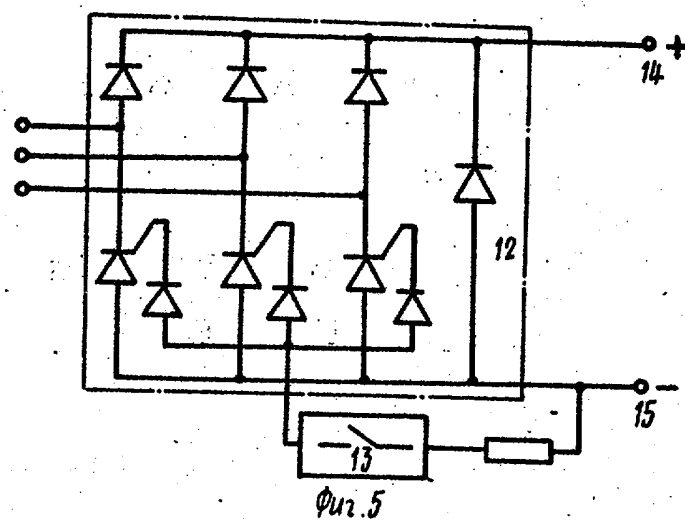
5. Устройство по пп. 1 и 4, отличающееся тем, что переключатель выполнен бесконтактным на пяти управляемых вентилях, причем аноды первого и второго управляемых вентилей объединены и соединены с плюсовым выводом выпрямителя дополнительного синхронного генератора, катоды третьего и четвертого управляемых вентилей объединены и соединены с минусовым выводом выпрямителя дополнительного синхронного генератора, катод первого управляемого вентиля подключен к одному из выводов обмотки возбуждения возбудителя и одному из выходов сглаживающего фильтра, катод четвертого управляемого вентиля соединен с другим выводом обмотки возбуждения возбудителя и через пятый управляемый вентиль связан с другим выходом сглаживающего фильтра, один из входов которого соединен с катодом второго управляемого вентиля, а другой вход сглаживающего фильтра подключен к аноду третьего управляемого вентиля.

Источники информации,

принятые во внимание при экспертизе

1. Авторское свидетельство СССР № 974544, кл. Н 02 Р 9/16, 1980.





Составитель А. Лебедев

Редактор М. Петрова Техред М. Костик

Корректор С. Шекмар

Заказ 1922/75

Тираж 685

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР

по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4