



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3551337/24-07

(22) 15.02.83

(46) 30.04.84. Бюл. № 16

(72) О.П.Ильин, В.П.Беляев

и О.А.Головач

(71) Белорусский ордена Трудового
Красного Знамени политехнический
институт

(53) 621.316.722.1(088.8)

(56) 1. Авторское свидетельство СССР
№ 393736, кл. Н 05 F 5/00, 1971.

2. Авторское свидетельство СССР
№ 917187, кл. Н 02 М 5/257, 1980.

(54) ТРЕХФАЗНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ
ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ В ПЕРЕМЕННОЕ
(ЕГО ВАРИАНТЫ).

(57) 1. Трехфазный преобразователь переменного напряжения в переменное, содержащий три ключа, каждый из которых состоит из встречно-параллельной тиристорной пары, соединяющих выводы для подключения фаз питающей сети и выводы для подключения нагрузки, выпрямительный мост, выводы переменного тока которого соединены с выводами для подключения нагрузки, а диагональ постоянного тока закорочена шунтирующим тиристором, параллельно которому включена цепь из последовательно соединенных зарядного тиристора, первого дросселя и конденсатора, коммутирующий тиристор, присоединенный катодом к общей точке анодов распределительных диодов, катоды которых подключены к выводам для подключения фаз питающей сети, причем анод зарядного тиристора подключен к плюсовому выводу диагонали постоянного тока выпрямительного моста, отличающийся тем, что, с целью расширения

функциональных возможностей и повышения надежности, катодная группа выпрямительного моста выполнена на тиристорах и введены два диода сброса и второй дроссель, присоединенный одним выводом к аноду коммутирующего тиристора, другим - к общей точке первого дросселя и конденсатора, причем первый и второй диоды сброса шунтируют соответственно первый и второй дроссели и подключены: первый - анодом к аноду коммутирующего тиристора, второй - катодом к катоду зарядного тиристора.

2. Трехфазный преобразователь переменного напряжения в переменное, содержащий три пары силовых тириستоров, выпрямительный мост, выводы анодной группы переменного тока которого подключены к выводам для подключения фаз нагрузки, а диагональ постоянного тока закорочена шунтирующим тиристором, параллельно которому включена цепь из последовательно соединенных зарядного тиристора, первого дросселя и конденсатора, причем анод зарядного тиристора подключен к плюсовому выводу диагонали постоянного тока выпрямительного моста, коммутирующий тиристор, присоединенный катодом к общей точке анодов распределительных диодов, катоды которых подключены к выводам для подключения фаз питающей сети, причем первый тиристор каждой пары силовых тиристоров подключен анодом к выводу для подсоединения соответствующей фазы питающей сети, катодом - к выводу для подсоединения нагрузки, второй тиристор упомянутой пары подключен катодом к

аноду первого тиристора, о т л и -
ч а ю щ и й с я тем, что, с целью
расширения функциональных возможнос-
тей и повышения надежности, введены
три дополнительных тиристора, каждый
из которых подключен анодом к катоду
второго тиристора пары силовых тири-
сторов соответствующей фазы, а като-
дом - к выводу для подключения соот-
ветствующей фазы нагрузки, причем
аноды диодов катодной группы выпрями-
тельного моста включены пофазно с ка-

тодами дополнительных тиристором,
введены два диода сброса и второй
дроссель, присоединенный одним выво-
дом к аноду коммутирующего тиристора,
другим - к общей точке первого дрос-
селя и конденсатора, причем первый
и второй диоды сброса шунтируют соот-
ветственно первый и второй дроссели и
подключены: первый - анодом к аноду
коммутирующего тиристора, второй -
катодом к катоду зарядного тири-
стора.

1.

Изобретение относится к электро-
технике, в частности к тиристорным
преобразователям переменного тока
для параметрического управления асин-
хронным двигателем, а также к устрой-
ствам регулирования канала мощных
ламп, регулирования нагревом промыш-
ленных печей сопротивления и т.д.

Известны устройства для фазового
управления асинхронным двигателем,
содержащие встречно-параллельные
тиристоры и узлы их принудительной
коммутации [1].

Основными недостатками известных
устройств являются или ограниченные
функциональные возможности, или боль-
шое количество тиристором, коммутиру-
ющих емкостей, или наличие моточных
изделий в виде трансформаторов, ухуд-
шающих весогабаритные показатели ус-
ройств.

Наиболее близким к предлагаемому
по технической сущности и достигаем-
ому результату является трехфазный
преобразователь переменного напряже-
ния в переменное, содержащий три клю-
ча, каждый из которых состоит из
встречно-параллельной тиристорной па-
ры, соединяющих выводы для подключения
фаз питающей сети и выводы для подклю-
чения нагрузки, выпрямительный мост,
выводы переменного тока которого сое-
динены с выводами для подключения на-
грузки, а диагональ постоянного тока
закорочена шунтирующим тиристором,
параллельно которому включена цепь из
последовательно соединенных зарядного
тиристора, первого дросселя и конден-

2.

сатора, коммутирующий тиристор, при-
соединенный катодом к общей точке
анодов распределительных диодов, ка-
тоды которых подключены к выводам
для подсоединения фаз питающей сети,
причем анод зарядного тиристора под-
ключен к плюсовому выводу диагонали
постоянного тока выпрямительного мос-
та [2].

Существенным недостатком прототипа
является образование цепей замыкания
фаз питающей сети в моменты коммута-
ции. Поэтому к току нагрузки в момент
коммутации начинает прибавляться ток
короткого замыкания, а значит емкость
коммутирующего конденсатора для ус-
пешной коммутации должна быть сущест-
венно завышена. Эти причины предусмат-
ривают подключение схемы рассматрива-
емого преобразователя через токоогра-
ничивающие реакторы. Однако наличие
указанных реакторов резко ухудшает
другие показатели устройства. Во-пер-
вых, реакторы проводят весь ток на-
грузки и их габариты с ростом мощнос-
ти последней становятся весьма значи-
тельными. Во-вторых, реакторы сущест-
венно ограничивают функциональные воз-
можности устройства, а именно допусти-
мую частоту импульсного регулирования
из-за нарастания времени заряда ком-
мутирующего конденсатора. В-третьих,
напряжение на коммутирующем конденса-
торе при колебательном процессе заря-
да может достигнуть значительной ве-
личины (примерно двухкратного значе-
ния амплитуды линейного напряжения
питающей сети), что может привести к
выходу из строя других элементов схе-

мы. В то же время отвод избыточной энергии от реакторов и коммутирующего дросселя, которая является причиной указанного недостатка, затруднен из-за расположения последних в цепях переменного тока.

В предлагаемом устройстве избирательностью коммутации исключена возможность замыкания фаз питающей сети, а значит и необходимость в токоограничивающих реакторах. Поэтому устройство позволяет качественно реализовать различные законы высокочастотной широтно-импульсной модуляции с целью улучшения гармонического состава регулируемого напряжения, что является расширением функциональных возможностей по сравнению с прототипом. Кроме того, коммутирующие дроссели в предлагаемом устройстве включены таким образом, что отвод накопленной энергии от них осуществляется обычным методом - диодами сброса, за счет чего напряжение на коммутирующем конденсаторе ограничивается на уровне примерно амплитуды линейного напряжения питающей сети, что повышает надежность.

Цель изобретения - расширение функциональных возможностей и повышение надежности.

Указанная цель достигается тем, что в трехфазный преобразователь переменного напряжения в переменное, содержащий три ключа, каждый из которых состоит из встречно-параллельной тиристорной пары, соединяющих выводы для подключения фаз питающей сети и выводы для подключения нагрузки, выпрямительный мост, выводы переменного тока которого соединены с выводами для подключения нагрузки, а диагональ постоянного тока закорочена шунтирующим тиристором, параллельно которому включена цепь из последовательно соединенных зарядного тиристора, первого дросселя и конденсатора, коммутирующий тиристор, присоединенный катодом к общей точке анодов распределительных диодов, катоды которых подключены к выводам для подключения фаз питающей сети, причем анод зарядного тиристора подключен к плюсовому выводу диагонали постоянного тока выпрямительного моста, катодная группа выпрямительного моста выполнена на тиристорах и введены два диода сброса и второй дроссель, присоединенный

одним выводом к аноду коммутирующего тиристора, другим - к общей точке первого дросселя и конденсатора, причем первый и второй диоды сброса шунтируют соответственно первый и второй дроссели и подключены: первый - анодом к аноду коммутирующего тиристора, второй - катодом к катоду зарядного тиристора.

Согласно второму варианту указанная цель может быть достигнута, если в трехфазный преобразователь переменного напряжения в переменное, содержащий три пары силовых тиристорov, выпрямительный мост, выводы анодной группы переменного тока которого подключены к выводам для подключения фаз нагрузки, а диагональ постоянного тока закорочена шунтирующим тиристором, параллельно которому включена цепь из последовательно соединенных зарядного тиристора, первого дросселя и конденсатора, причем анод зарядного тиристора подключен к плюсовому выводу диагонали постоянного тока выпрямительного моста, коммутирующий тиристор, присоединенный катодом к общей точке анодов распределительных диодов, катоды которых подключены к выводам для подсоединения фаз питающей сети, причем первый тиристор каждой пары силовых тиристорov подключен анодом к выводу для подсоединения соответствующей фазы питающей сети, катодом - к выводу для подсоединения нагрузки, второй тиристор упомянутой пары подключен катодом к аноду первого тиристора, введены три дополнительных тиристора, каждый из которых подключен анодом к катоду второго тиристора пары силовых тиристорov соответствующей фазы, а катодом - к выводу для подключения соответствующей фазы нагрузки, причем аноды диодов катодной группы выпрямительного моста включены пофазно к катодам дополнительных тиристорov, введены два диода сброса и второй дроссель, присоединенный одним выводом к аноду коммутирующего тиристора, другим - к общей точке первого дросселя и конденсатора, причем первый и второй диоды сброса шунтируют соответственно первый и второй дроссели и подключены: первый - анодом к аноду коммутирующего тиристора, второй - катодом к катоду зарядного тиристора.

На фиг.1 изображена схема предлагаемого трехфазного преобразователя; на фиг.2 - вариант его схемы.

Предлагаемый преобразователь содержит трехфазную нагрузку 1, фазы которой через встречно-параллельно включенные тиристорные пары 2 и 3, 4 и 5, 6 и 7 соединены с фазами питающей сети. Кроме этого, фазы нагрузки подсоединены к входу трехфазного выпрямительного моста, анодная группа которого выполнена на диодах 8-10, а катодная - на тиристорах 11-13, причем плюсовая шина диагонали постоянного тока указанного моста соединена с анодами шунтирующего 14 и зарядного 15 тиристоров, а минусовая - с катодом тиристора 14 и одним из выводов коммутирующего конденсатора 16. Другой вывод указанного конденсатора подключен к общей точке соединения первого 17 и второго 18 коммутирующих дросселей, причем другой вывод первого дросселя 17 соединен с общей точкой соединения катодов 25 первого диода 19 сброса и зарядного тиристора 15, а аналогичный вывод второго дросселя 18 - с общей точкой соединения анодов второго диода 20 сброса и коммутирующего тиристора 21. Другие выводы указанных диодов сброса объединены и подключены к общей точке соединения коммутирующих дросселей и конденсатора. При этом катод тиристора 21 соединен с анодами распределительных диодов 22-24, чьи катоды включены на фазы питающей сети.

Преобразователь работает следующим образом.

В момент времени t_1 подаются импульсы управления на тиристоры 2-7, 11-13 и 15, в результате чего нагрузка подключается к сети, а коммутирующий конденсатор 16 заряжается через выпрямительный мост 8-13 с полярностью, указанной без кружочков (фиг.1). В момент достижения напряжения на конденсаторе величины, примерно равной амплитуде линейного напряжения, откроется диод 20 сброса и энергия, накопленная дросселем 18, рассеивается в цепи сброса. После окончания заряда тиристоры 11-13, 15 закроются. При работе коммутатора на нагрузку индуктивного характера в момент отключения нагрузки t_2 ток фазы С положителен, фазы В - отрицателен, а

фазы А может быть либо положительным, либо отрицательным. В первом случае в момент t_2 подаются импульсы управления на тиристоры 21, 14 и 12, в результате чего образуется следующая цепь разряда конденсатора 16: "+" С - дроссель 17 - тиристор 21 - диод 23 - тиристор 4 - тиристор 12 - тиристор 14 - "-". Отметим, что из диодов 22-24 в моменты коммутации открыт тот, у которого на катоде наибольший минус. Когда ток разряда достигнет значения тока нагрузки фазы В, тиристор 4 закроется, а ток нагрузки (фазы В) продолжает течь по цепи: фаза В нагрузки - тиристор 12 - тиристор 14 - конденсатор 16 - дроссель 17 - тиристор 21 - диод 23 - фаза В сети. Спустя время восстановления запирающих свойств тиристора 4 подаются импульсы управления на остальные тиристоры группы 11-13, в результате чего конденсатор быстро заряжается с полярностью, указанной в кружочках (фиг.1) по цепи: фазы А сети - тиристор 3 - тиристор 11 - тиристор 14 - конденсатор 16 - дроссель 17 - тиристор 21 - диод 23 - "-" фазы В сети. Вновь, как и в предыдущем случае, напряжение заряда будет равно примерно амплитуде линейного напряжения сети, а энергия, накопленная дросселем 17 рассеется в цепи сброса диода 19. После окончания заряда тиристор 3 закроется, причем тиристор 7 закроется сразу после подачи импульсов на тиристоры 11, 13 линейным напряжением между фазами А и С по цепи: фаза А - тиристор 3 - тиристор 11 - тиристор 14 - диод 10 - тиристор 7 - фаза С. Реактивная энергия нагрузки после закрывания указанных выше тиристоров замыкается через выпрямительный мост и тиристор 14.

Во втором случае, когда ток фазы А отрицателен, в момент времени t_2 подаются импульсы управления на тиристоры 11, 12, 14 и 21, в результате чего тиристор 2 фазы выключается естественно линейным напряжением между фазами А и В по цепи: "+" фазы А - тиристор 2 - тиристор 11 - тиристор 14 - диод 9 - тиристор 4 - "-" фазы В. Тиристор 4 фазы В затем выключится аналогично первому случаю, дальнейшие процессы также повторяются.

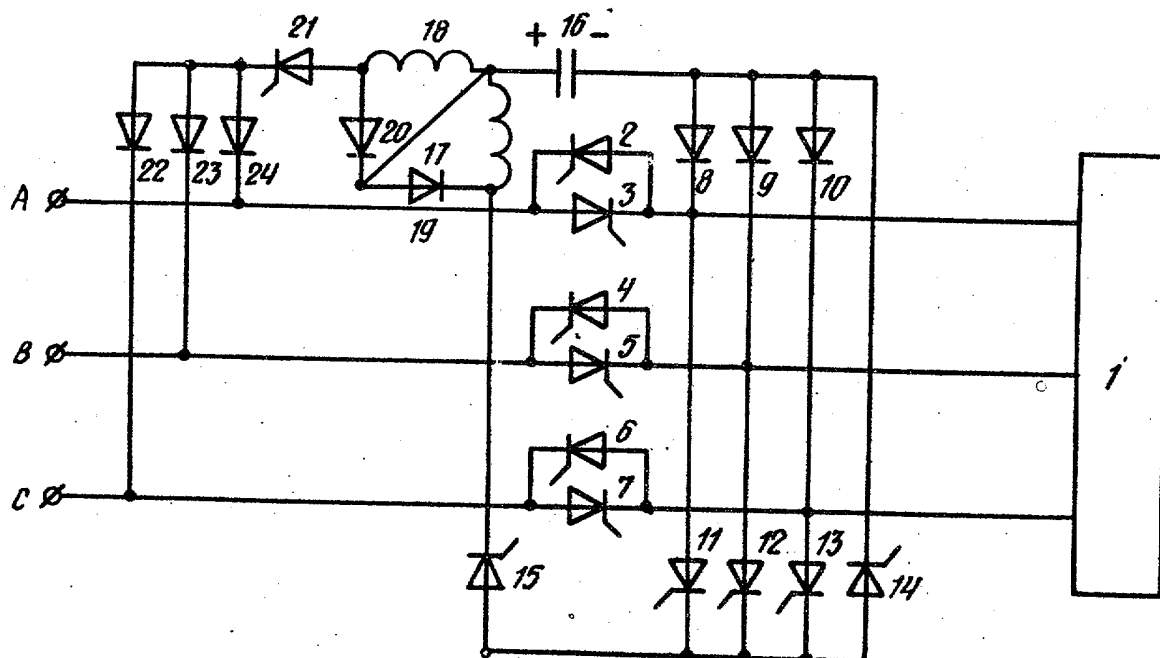
Если в момент времени t_3 вновь необходимо подключить нагрузку к сети, вначале подается импульс управления на тиристор 15, в результате чего конденсатор разряжается по цепи: "+" С (в кружочке) - тиристор 14 - тиристор 15 - дроссель 18, в результате чего тиристор 14 выключается и спустя время его восстановления подаются импульсы управления на тиристоры 2-7 и группу 11-13. Нагрузка вновь подключается к сети, а конденсатор быстро заряжается от сети. В дальнейшем процессы повторяются, только в зависимости от соотношения напряжения и токов фаз выключаются (включаются) те или другие тиристоры (диоды).

Таким образом, устройство позволяет осуществить избирательную коммутацию тиристоров 2, 4, 6 в зависимости от наличия в них тока нагрузки. Причем в моменты коммутации не возникают цепи замыкания фаз питающей сети, а напряжение на коммутирующем конденсаторе ограничено уровнем примерно равным амплитуде линейного напряжения.

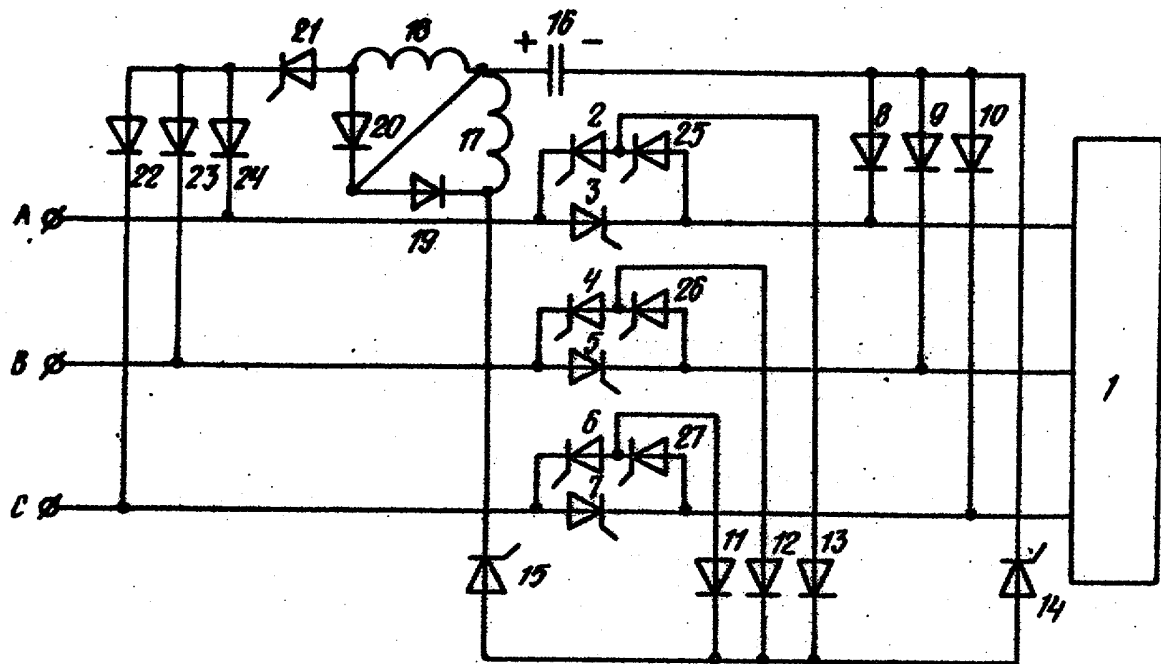
Согласно второму варианту (фиг.2) работа преобразователя аналогична

первому варианту, за исключением отдельных моментов. Так, для подключения нагрузки к сети импульсы управления подаются на тиристоры 2-7, 25-27, а для отключения от сети - на тиристоры 21 и 14. Тиристоры 25-27 выполняют функцию тиристоров 11-13 первого варианта устройства, но если там для их включения необходима информация о направлении тока в фазе, то тиристоры 25-27 во втором варианте всегда включены к моменту коммутации, если ток в данной фазе отрицателен (направлен от нагрузки к сети), процессы заряда коммутирующего конденсатора, выключения тиристора 14 происходят аналогично.

Таким образом, во втором варианте устройства осуществляется автоматическая избирательная коммутация тиристоров 2, 4, 6 при любом направлении тока в фазах, информационные датчики (тока или состояния тиристоров) не требуются, чем повышается надежность работы коммутатора за счет упрощения системы управления тиристорами, при этом сохраняются достоинства, присущие первому варианту устройства.



Фиг. 1



Фиг. 2

Составитель В. Спирин

Редактор М. Ткач Техред Т. Дубинчак

Корректор Ю. Макаренко

Заказ 2950/53 Тираж 667

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР

по делам изобретений и открытий

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

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