



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3576952/24-07

(22) 11.04.83

(46) 23.11.84. Бюл. № 43

(72) А.К. Шидловский, Г.А. Москаленко, И.В. Мостовяк, В.А. Новский, Н.Н. Капльмный и В.В. Голубев

(71) Институт электродинамики
АН Украинской ССР

(53) 621.316.761.2 (088.8)

(56) 1. Авторское свидетельство СССР по заявке № 3344045/07, кл. H 02 J 3/26, 1981.

2. Ковтюх Н.А. Некоторые вопросы создания циклических и управляемых симметрирующих устройств". - в кн: Преобразовательная техника и электроэнергетика, К., 1972, с. 118-136.

(54)(57) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ОДНОФАЗНЫХ НАГРУЗОК К ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ, содержащее преобразователь переменного тока, выполненный на двух силовых тиристорных мостах, подключенный к многофазной сети и нагруженный на однофазную нагрузку, первый вывод которой подключен к общей точке соединения всех соответственно анодов и катодов тиристоров первого силового моста, отличающееся тем, что, с целью повышения его надежности и расширения функциональных возможностей, параллельно однофазной нагрузке подключен дополнительно введенный блок общей искусственной коммутации тиристоров силовых мостов, который содержит силовую и коммутирующую тиристоры, два коммутирующих дросселя и конденса-

тора, три вентильные пары последовательно соединенных разделительных диодов и подключен к катодной и анодной точкам соединения всех соответственно катодов и анодов тиристоров второго силового моста, причем катодная точка последнего соединена с катодом одного из диодов первой вентильной пары и одним из выводов первого коммутирующего дросселя, другой вывод которого подключен к одной из обкладок первого коммутирующего конденсатора и аноду силового тиристора, катод которого соединен с одной из обкладок второго коммутирующего конденсатора и анодной точкой второго силового тиристорного моста, которая также соединена с анодом другого диода первой вентильной пары, точка соединения диодов которой подключена к второму выводу однофазной нагрузки и точке соединения диодов второй вентильной пары, катод одного из диодов последней подключен к катоду одного из диодов третьей вентильной пары и одному из выводов второго коммутирующего дросселя, другой вывод которого соединен с другой обкладкой первого коммутирующего конденсатора и анодом коммутирующего тиристора, катод которого подключен к другой обкладке второго коммутирующего конденсатора и анодам других диодов второй и третьей вентильных пар, точка соединения диодов последней служит для подключения к первому выводу однофазной нагрузки.

Изобретение относится к электро-технике и может быть использовано для симметрирования повторно-кратковременных, ударных и резкопеременных нагрузок, компенсации реактивной мощности в сети, а также преобразования числа и порядка следования фаз, регулирования и стабилизации частоты тока и переменного напряжения различных потребителей электрической энергии.

Известны вентильные устройства с естественной или искусственной коммутацией тиристоров, осуществляющие симметрирование трехфазной сети с несимметричными нагрузками путем автоматической и бесконтактной коммутации однофазных потребителей [1].

Наиболее близким по технической сущности к изобретению является устройство для подключения однофазных нагрузок к электрической сети, содержащее преобразователь переменного тока, выполненный на двух силовых тиристорных мостах, подключенный к многофазной сети и нагруженный на однофазную нагрузку, первый вывод которой подключен к общей точке соединения всех соответственно анодов и катодов тиристоров первого силового моста [2].

Недостатками известного циклического (дискретного) симметрирующего устройства (СУ) являются сложность силовых и вспомогательных цепей и узлов, а также недостаточная надежность коммутации тиристоров силовой схемы при высоких рабочих напряжениях и произвольных характере и режиме работы нагрузки. Это обусловлено, во-первых, необходимостью перезаряда коммутирующих конденсаторов узла искусственной коммутации (ИК), осуществляемого от источника переменного напряжения, что приводит к колебаниям энергии и коммутационной способности узла ИК, во-вторых, затруднен отвод избыточной энергии, накапливающейся в реактивных элементах узла ИК от цикла к циклу, или, наоборот, необходимо применение мер дозаряда коммутирующих конденсаторов, в-третьих, необходимо обеспечить замыкание реактивного узла нагрузки при ее отключении от сети в момент коммутации. Невыполнение условия обеспечения неразрывности цепи тока нагрузки при ее

переключении обуславливает появление значительных перенапряжений на силовых элементах преобразователя такого типа (в первую очередь на тиристорах), что приводит к повышению установленной мощности и стоимости, а также снижает функциональную надежность устройства.

Кроме того, недостатком известного устройства являются ограниченные функциональные возможности, поскольку оно позволяет осуществить лишь дискретное симметрирование быстропеременных (импульсных) нагрузок. Если нагрузка имеет низкий коэффициент мощности, то в этом случае одновременно с симметрированием существует принципиальная возможность генерирования в сеть реактивной мощности, так как известное устройство переводится в режим преобразователя частоты с непосредственной связью и искусственной коммутацией. В свою очередь, реализация возможности генерирования данного СУ реактивной мощности в сеть связана созданием надежного узла ИК.

Целью изобретения является повышение надежности и расширение функциональных возможностей устройства.

Поставленная цель достигается тем, что в устройстве для подключения однофазных нагрузок к электрической сети, содержащем преобразователь переменного тока, выполненный на двух силовых тиристорных мостах, подключенный к многофазной сети и нагруженный на однофазную нагрузку, первый вывод которой подключен к общей точке соединения всех соответственно анодов и катодов тиристоров первого силового тиристорного моста, параллельно однофазной нагрузке подключен дополнительно введенный блок общей искусственной коммутации тиристоров силовых мостов, который содержит силовой и коммутирующий тиристоры, два коммутирующих дросселя и конденсатора, три вентильные пары последовательно соединенных разделительных диодов и подключен отдельно к катодной и анодной точкам соединения всех соответственно катодов и анодов тиристоров второго силового тиристорного моста, причем катодная точка последнего соединена с катодом одного из

диодов первой вентильной пары и одним из выводов первого коммутирующего дросселя, другой вывод которого подключен к одной из обкладок первого коммутирующего конденсатора и аноду силового тиристора, катод которого соединен с одной из обкладок второго коммутирующего конденсатора и анодной точкой второго силового тиристорного моста, которая также соединена с анодом другого диода первой вентильной пары, точка соединения диодов которой подключена к второму выводу однофазной нагрузки и точке соединения диодов второй вентильной пары, катод одного из диодов которой подключен к катоду одного из диодов третьей вентильной пары и одному из выводов второго коммутирующего дросселя, другой вывод которого соединен с другой обкладкой первого коммутирующего конденсатора и анодом коммутирующего тиристора, катод которого подключен к другой обкладке второго коммутирующего конденсатора и анодом других диодов второй и третьей вентильных пар, точка соединения диодов последней служит для подключения к первому выводу однофазной нагрузки.

Использование дополнительно введенных элементов с их соединением обеспечивает повышение надежности работы устройства за счет того, что благодаря индивидуальной коммутации тиристоры блока общей ИК импульсным источником напряжения включают одного из его тиристоры вызывает включение другого, не приводя к КЗ источника, и принципиально отсутствует накопление энергии в узле ИК. Это обеспечивает надежное выключение тиристоры силовых мостов за счет прерывания их тока при запираании силового тиристора блока общей ИК. Кроме того, построение силовой схемы в предлагаемом устройстве полностью обеспечивает цепь протекания через соответствующие вентильные пары реактивного тока нагрузки во время отключения последней от сети при запираании тиристоры силовых мостов, обеспечивая свободную циркуляцию реактивной мощности, что также способствует повышению надежности работы устройства и его упрощению. Расширение функциональных возмож-

ностей устройства достигается благодаря введению (при необходимости) широтно-импульсного (в частности чисто импульсного) регулирования напряжения (мощности) нагрузки за счет поочередного включения силового и коммутирующего тиристоры, а также преобразования числа и порядка следования фаз напряжения нагрузки.

На фиг.1 представлена принципиальная схема силовой части предложенного вентильного устройства; на фиг.2 - временные диаграммы изменения коммутационных функций, описывающие состояние тиристоры, кривые линейных напряжений трехфазной сети и формируемого напряжения нагрузки, соответствующие текущему алгоритму переключения тиристоры при дискретном симметрировании; на фиг.3 - блок-схема цифровой системы управления устройством; на фиг.4 - вариант реализации системы управления в микропроцессорном исполнении.

Вентильное устройство подключено к многофазной сети 1 и содержит тиристорные пары, образующие два многофазных силовых тиристорных моста 2 и 3, тиристоры которых осуществляют подключение однофазной нагрузки 4 по требуемому закону к различным фазам сети и, тем самым, на ее любое линейное напряжение на произвольный отрезок времени. Быстродействие процесса переключения определяется временем восстановления тиристоры и может находиться в диапазоне от единиц до сотен микросекунд, а интервал времени между моментами смежных коммутаций нагрузки в зависимости от (программы) работы устройства, следовательно, может колебаться от микросекунд до требуемой величины и определяется требованиями технологического процесса (от секунд до суток). Выключение проводящих тиристоры и после восстановления их запирающих свойств включение других тиристоры силовых мостов осуществляется с помощью блока 5 общей искусственной коммутации тиристоры, который содержит силовой 6 и коммутирующий тиристоры 7, коммутирующие дроссели 8 и 9, коммутирующие конденсаторы 10 и 11, три вентильные пары последовательно соединенных разделительных диодов 12-17. Управление

тиристорами блока 5 и тиристорами 18-25 силовых мостов осуществляется с помощью цифровой системы 26 управления, которая состоит из блока 27 измерения и преобразования информации, блока 28 задания программ, дискретного формирователя 29 кода управления, содержащего задающий 30 генератор, реверсивный счетчик 31, схему 32 управления реверсивным счетчиком, тактируемый интегратор 33, регистр 34, схему 35 управления регистром, управляемый делитель 36 частоты, дискретного широтно-импульсного 37 модулятора, содержащего счетчик 38 и схему 39 сравнения кодов, блока 40 синхронизации, перепрограммируемого запоминающего устройства 41, трехканального коммутатора 42 и формирователя 43 управляющих импульсов.

Устройство работает следующим образом.

В зависимости от полярности линейного напряжения сети, приложенного к нагрузке, проводят по одному тиристоры анодной или катодной группы каждого из двух силовых тиристорных мостов 2 и 3. Например, при положительной полярности напряжения нагрузки ее ток замыкается по цепи: катодная точка силового моста 2 - коммутирующий дроссель 8 - силовой тиристор 6 - анодная точка силового моста 2 - разделительный диод 13 - однофазная нагрузка 4 - анодная и катодная точки силового моста 3. В этом случае в проводящем состоянии находятся и ведут ток нагрузки по одному из тиристоров (силовых мостов 2-3) с четными номерами, подключенных к различным фазам сети.

При отрицательной полярности линейного напряжения сети, приложенного к нагрузке, в проводящем состоянии находятся по одному из тиристоров (силовых мостов) с нечетными номерами, а ток нагрузки замыкается по цепи: анодная точка силового моста 2 - силовой тиристор 6 - коммутирующий дроссель 8 - катодная точка силового моста 2 - разделительный диод 12 - однофазная нагрузка 4 - катодная и анодная точки силового моста 3.

В том и другом случаях на соответствующие тиристоры силовых мостов

2-3 и силовой тиристор 6 блока 5 постоянно подаются импульсы управления, эти тиристоры проводят, а предварительный заряд коммутирующих конденсаторов 10-11 осуществляется следующим образом:

при положительной полярности линейного напряжения сети, приложенного к нагрузке по цепи: один из тиристоров с четными номерами силового моста 2 - коммутирующий дроссель 8 - силовой тиристор 6 - разделительный диод 13 - разделительный диод 14 - коммутирующий дроссель 9 - коммутирующий конденсатор 10 - силовой тиристор 6 - коммутирующий конденсатор 11 - разделительный диод 17 - один из тиристоров с четными номерами силового моста 3;

при отрицательной полярности линейного напряжения сети, приложенного к нагрузке, по цепи: один из тиристоров с нечетными номерами силового моста 2 - силовой тиристор 6 - коммутирующий дроссель 8 - разделительный диод 12 - разделительный диод 15 - коммутирующий конденсатор 11 - силовой тиристор 6 - коммутирующий конденсатор 10 - коммутирующий дроссель 9 - разделительный диод 16 - один из тиристоров с нечетными номерами силового моста 3.

Для переключения в требуемый момент времени однофазной нагрузки 4 с одного линейного напряжения сети на другое снимаются импульсы управления с проводящих тиристоров силовых мостов 2 и 3 и силового тиристора 6 и подается "короткий" импульс управления на коммутирующий тиристор 7 блока 5, что влечет за собой мгновенное принудительное выключение силового тиристора 6 за счет тока разряда предварительно заряженных коммутирующих конденсаторов 10 и 11 (жесткая коммутация), который протекает по цепи: коммутирующий тиристор 7 - коммутирующий конденсатор 11 - разделительный диод 13 - разделительный диод 12 - коммутирующий дроссель 8 коммутирующий конденсатор 10. Если однофазная 4 нагрузка имеет активно-индуктивный характер, то при включении коммутирующего тиристора 7 (цепь питания разомкнута) через последний и соответствующую вен-

тильную пару разделительных диодов (вторую 14 и 15 или третью 16 и 17 в зависимости от полярности напряжения нагрузки в момент коммутации) течет затухающий реактивный ток нагрузки (чем обеспечивается неразрывность цепи тока нагрузки при ее переключении) по следующим цепям: однофазная нагрузка 4 - разделительный диод 14 - коммутирующий дроссель 9 - коммутирующий тиристор 7 - разделительный диод 17 - однофазная нагрузка 4 (при положительной полярности напряжения нагрузки) или однофазная нагрузка 4 - разделительный диод 15 - коммутирующий тиристор 7 - коммутирующий дроссель 9 - разделительный диод 16 - однофазная нагрузка 4 (при отрицательной полярности напряжения нагрузки). Кроме того, независимо от характера нагрузки коммутирующий тиристор 7 (как и силовой тиристор 6) блока 5 после отпирания ведет реактивный ток коммутирующих дросселей 8 и 9 за счет энергии, накопленной в них во время коммутационного процесса.

После принудительного выключения силового тиристора 6 и соответственно по мере восстановления запирающих свойств ранее проводящего тиристора силового моста 2 (выключение которого осуществляется за счет прерывания его тока при запираании силового 6 тиристора) и перезаряда коммутирующих конденсаторов 10 и 11 происходит аналогичным путем запираание с помощью искусственной коммутации ранее проводящего тиристора силового 3 моста также за счет прерывания его тока выключением последовательно соединенных силового 6 тиристора и одного из тиристорov силового моста 2.

После завершения коммутационных процессов и при подаче управляющих импульсов на требуемые тиристоры силовых мостов 2 и 3, а также на силовой 6 тиристор осуществляется их отпирание, в результате чего однофазная нагрузка 4 переключается на другое требуемое линейное напряжение сети за весьма незначительное время, обусловленное, в основном, временем восстановления ранее проводящих тиристорov.

При необходимости многократное широтно-импульсное регулирование напряжения нагрузки осуществляется путем поочередного включения (в соответствии с алгоритмом регулирования) силового 6 и коммутирующего 7 тиристорov. В этом случае коммутационные процессы аналогичны рассмотренным, а кривая напряжения нагрузки формируется с помощью широтно-импульсной модуляции, причем образуется большое количество импульсов в течение полупериода основной частоты, длительность и амплитуда которых в порядке их следования изменяется с помощью системы управления по заданной программе коммутаций и может модулироваться, например, по синусоидальному или приближенному к синусоидальному закону.

Измерение с помощью соответствующих датчиков текущих значений параметров сети, нагрузки и силовой схемы устройства, преобразование этой измерительной информации в цифровую форму, выбор той или иной программы работы устройства и обеспечение диагностики возможных сбоев в его работе, формирование требуемого кода управления и соответственно управляющих импульсов тиристорov блока 5 и силовых мостов 2 и 3, а также ряд вспомогательных функций выполняет цифровая система 26 управления устройства.

Система 26 содержит следующие узлы: блок 27 предназначен для быстрой действующего измерения и аналого-цифрового преобразования первичной информации, характеризующей изменение параметров сети и нагрузки, состояние тиристорov силовой схемы и элементов блока 5 (в частности контроль абсолютного суммарного напряжения на коммутирующих конденсаторах, замеряемого на электродах включаемого тиристора);

блок 28 предназначен для автоматического (или "ручного") выбора одного из основных режимов работы устройства (дискретное симметрирование с коррекцией по напряжению (мощности) нагрузки, импульсно-ступенчатое регулирование напряжения и тока, преобразование порядка следования фаз напряжения нагрузки, число-импульсное регулирование мощнос-

ти нагрузки), во всех рабочих режимах блок 28 осуществляет также диагностику возможных сбоев прохождения заданной программы и блокировку импульсов управления при возникновении аварийного режима в силовой схеме (недопустимые перегрузки по току, коммутационные перенапряжения и т.д.) в соответствии с сигналами датчиков;

блок 29 предназначен для формирования цифрового управляющего сигнала, соответствующего интегральному (усредненному за полупериод тока основной частоты сети) значению требуемого временного соотношения импульсов управления тиристорами силовых мостов и блока 5, определяемого заданной программой формирования кривой напряжения нагрузки;

задающий генератор 30 формирует импульсы с перестраиваемой частотой повторения, определяемой заданной программой работы системы управления;

реверсивный счетчик 31 выполняет функции следящего аналого-цифрового преобразователя и в соответствии с программой и в функции знака сигнала рассогласования задающего воздействия и сигнала обратной связи (например, несимметрии напряжений, отклонения и колебания напряжения сети и т.д.) непрерывно производит изменение своего выходного кода, соответствующего требуемому временному соотношению импульсов управления тиристорами;

схема 32 предназначена для формирования сигналов направления счета счетчика 31 (режимы "сложения" или "вычитания"), сброса записанного в счетчике 31 кода, "останова" и запрещения счета счетчика 31;

тактируемый интегратор 33 предназначен для циклического интегрирования определенного кода счетчика 31, соответствующего временному соотношению импульсов управления (в режиме дискретного симметрирования). В режиме широтно-импульсного многозонного регулирования напряжения интегратор 33 блокируется;

регистр 34 предназначен для перезаписи из счетчика 31 и делителя 36 их выходных кодов, определяющих требуемые временные соотношения импульсов управления (в ре-

жиме многозонного регулирования напряжения) и соответствующих усредненным управляемым коэффициентам деления (в режиме дискретного симметрирования);

схема 35 служит для определения моментов времени перезаписи (и сброса) информации в регистр 34;

управляемый делитель 36 частоты предназначен для формирования дискретного симметрирования кода управляемого коэффициента деления частоты, усредненного за полупериод основной частоты тока сети;

дискретный широтно-импульсный модулятор (ШИМ) 3 предназначен для формирования кодов последовательностей тактируемых импульсов управления, которые соответствуют последовательностям коммутационных функций, описывающих состояние тиристоров силовой схемы и алгоритм их переключения;

счетчик 38 производит подсчет импульсов задающего генератора 30 и формирует стробирующий код развертки, т.е. выполняет функции генератора опорного напряжения (например, пилообразной формы) в аналоговых схемах ШИМ;

схема 39 сравнения кодов предназначена для сравнения кода управляющего сигнала, записанного в регистре 34, и стробирующего кода развертки, записанного в счетчике 38 (т.е. в данном случае схема 39 выполняет функции компаратора уровней напряжения в аналоговых схемах ШИМ), и, тем самым, формирует коды последовательностей управляющих импульсов;

блок 40 предназначен для синхронизации работы элементов и узлов системы управления;

перепрограммируемое 41 запоминающее устройство предназначено для выработки кода управления трехканальным 42 коммутатором в соответствии с заданной программой работы, который служит для разрешения включения только определенной группы тиристоров силовых мостов, согласования циклов переключения силового 6 и коммутирующего 7 тиристоров, введения запретов на включение соответствующего тиристора до вхождения контролируемых параметров блока коммутации в заданные пределы, а также для коррекции схемы диаг-

ностики при контроле прохождения программы в блоке 28!

трехканальный 42 коммутатор осуществляет функции дискриминатора входных кодов и обеспечивает распределение по трем каналам импульсов управления соответственно коммутирующим и силовым тиристорам блока 5, тиристорами 18 и 25 силовых мостов;

формирователь 43 предназначен для выработки сигналов управления тиристорами силовой схемы, имеющих однонаправленное действие и, тем самым, обеспечивающих полную гальваническую развязку силовой схемы и блока управления.

Система управления работает следующим образом.

В зависимости от вида требуемого режима работы устройства, задаваемого программой в блоке 28, устанавливается необходимая опорная частота повторения задающего генератора 30. В режимах дискретного симметрирования и "многофазного" широтно-импульсного регулирования напряжения, частота генератора 30 определяется, в основном, частотными свойствами тиристоров, а также количеством рядов счетчика 31 и регистра 34 и может быть равна 100-150 кГц, в режиме преобразования порядка следования фаз генератора 30 может быть выбрана значительно ниже 1-1,5 кГц, а в режиме число-импульсного регулирования мощности 0,01-0,5 кГц.

Реверсивный 31 счетчик подсчитывает число импульсов задающего генератора 30 в соответствии с сигналами его схемы 32 управления и в функции величины и знака сигнала рассогласования (например, отклонение интегрального значения коэффициента несимметрии от его допустимого или уровня напряжения нагрузки от номинального значения и т.д.). Выходной код счетчика 31 определяет временные соотношения импульсов и, тем самым, количество интервалов проводимости тиристоров силовых мостов (зон) различной "ширины". При необходимости уменьшения ширины этих интервалов счетчик 31 работает в режиме "сложения" и, наоборот, для их уменьшения счетчик 31 считает в режиме "вычитания", а при равенстве нулю сигнала рассогласования, т.е. при дости-

жении требуемой величины контролируемого параметра, режим счетчика 31 в том или ином направлении прекращается. При дискретном симметрировании необходимо, чтобы все зоны (интервалы проводимости определенных тиристоров силовых мостов) были одинаковой ширины (хотя и для улучшения гармонического состава при широтно-импульсном регулировании напряжения это требование является желательным), но в зависимости от величины интегрального коэффициента несимметрии сети ширину зон следует регулировать, т.е. тем самым изменять количество зон (кратность регулирования при этом может изменяться в достаточно широких пределах). Усреднение временных соотношений импульсов управления выполняет тактируемый интегратор 33, а изменение кратности регулирования "ширина" зон осуществляет управляемый делитель 36 частоты, выходной код которого в режиме дискретного симметрирования записывается в регистр 34. В режиме быстрогодействия ШИР и некоторых других работа регистра 34 и делителя 36 блокируется, а выходной код реверсивного счетчика 31 непосредственно записывается в регистр 34 (в этом случае ширина отдельных зон различна).

Во всех режимах работы устройства дискретный ШИМ 37 формирует коды тактируемых импульсов управления в зависимости от требуемой величины регулируемого отрезка времени, через которые следует подключать к сети или отключать от нее нагрузку 4 или при циклическом переключении нагрузки 4 на различные линейные напряжения сети. Тем самым формируется определенный вид изменения коммутационных функций, описывающих заданный алгоритм переключения тиристоров силовой схемы (фиг.2). В зависимости от требуемого режима работы устройства, определяемого блоками 28 и 41 схемой трехканального компаратора 42, осуществляется обработка циклических кодов управления, соответствующих виду коммутационных функций и распределение строго синхронизированных между собой последовательностей управляющих импульсов по трем каналам, один из которых имеет количество

выходов, соответствующее числу тиристоров 18-25 силовых мостов 2 и 3, а две других служат для управления силовым 6 и коммутирующим 7 тиристорами. Указанные последовательности импульсов управления всеми тиристорами преобразуются с помощью формирователя 43 импульсов управления в удобный вид сигнала (например, на основе оптоэлектронных приборов) с целью устранения влияния электромагнитных процессов на работу системы управления.

В качестве примера возможной реализации системы управления (СУ) предложенным вентиляльным симметрирующим устройством представлена блок-схема СУ 44 в микропроцессорном исполнении (фиг.4), основными элементами которой являются: датчики 45 текущих координат, блок 46 низовой автоматики, блок 47 задания программ, блок 48 ввода управляющих сигналов, аналого-цифровой 49 преобразователь информации, блок 50. 25 задатчиков времени, микроконтроллер 51 управляющих и информационных сигналов, микро-ЭВМ 52, блок 53 формирования импульсов управления.

Повышение функциональной надежности устройства обусловлено обеспечением надежности выключения силовых тиристоров при заданных изменениях тока нагрузки и питающего напряжения за счет принципиального отсутствия эффекта накопления энергии в узле искусственной коммутации, поскольку параллельная индивидуальная коммутация силового (коммутирующего) тиристора в цепи переменного тока узла НК осуществляется импульсным источником напряжения.

Кроме того, в демпфирующих цепях рассеивается сравнительно малая мощность, а на силовом тиристоре при его выключении присутствует обратное напряжение, что способствует уменьшению времени восстановления его запирающих свойств. Повышение надежности обусловлено и тем, что отсутствует перегрузка элементов силовой схемы и, прежде всего, тиристоров по прямому и обратному напряжениям и их производным (величина скорости измерения на тиристорах ограничена в данном случае), а также за счет обеспечения непрерывности

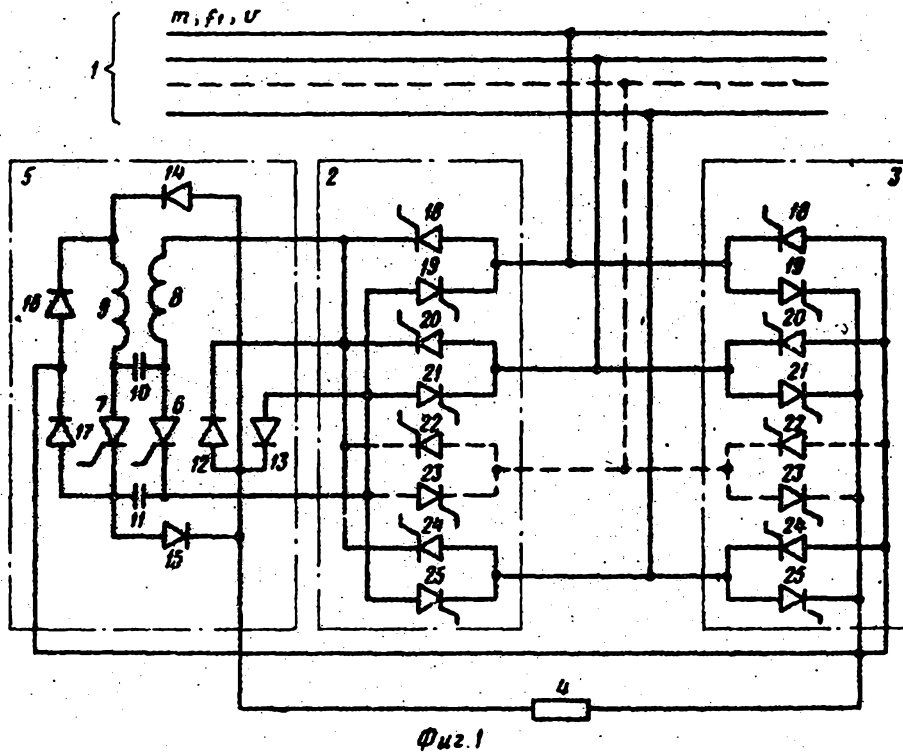
тока нагрузки и свободной циркуляции реактивной мощности при коммутации нагрузки, что позволяет использовать предложенное устройство при любом коэффициенте мощности нагрузки и снизить, кроме того, стоимость его силового оборудования.

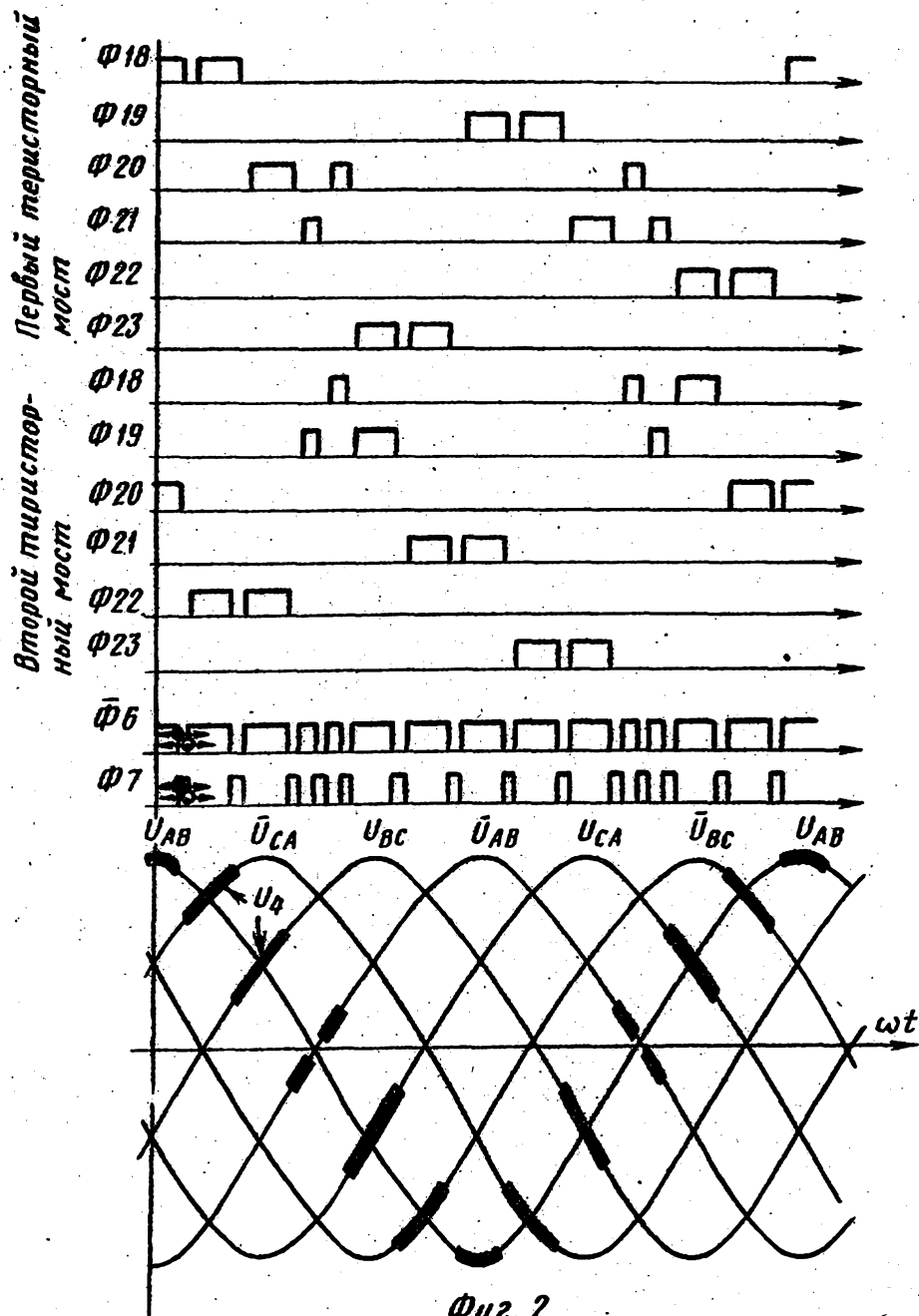
Расширение функциональных возможностей предлагаемого устройства обусловлено возможностью задания с помощью разработанной его системы управления различных программ управления силовыми и коммутирующими тиристорами, которые реализуют требуемый закон их переключения, что обеспечивает помимо дискретного симметрирования многофазной системы и компенсации реактивной мощности (при активно-индуктивной нагрузке) возможность широтно-импульсного (число-импульсного) регулирования напряжения или импульсно-ступенчатого регулирования мощности нагрузки, преобразования числа и порядка следования фаз, стабилизации частоты тока в ней.

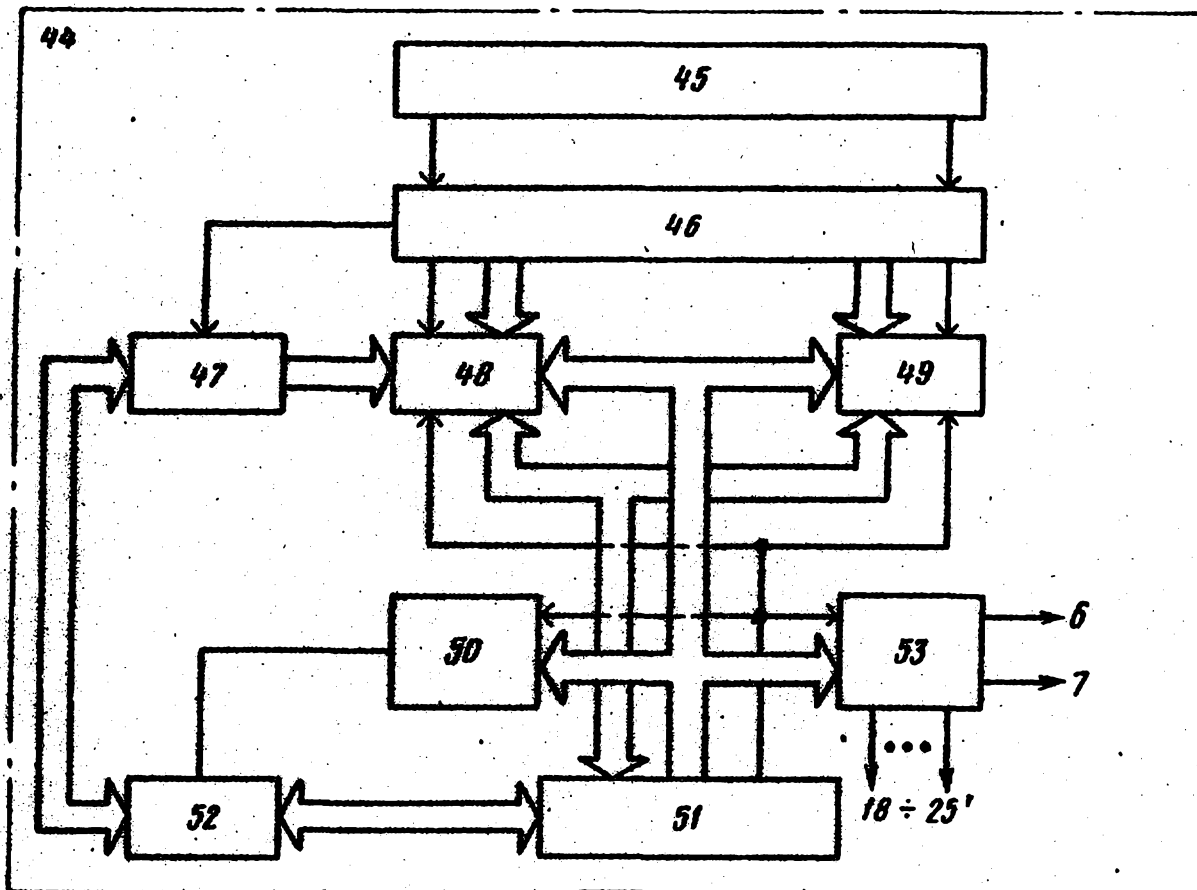
Предложенное устройство может быть использовано в многофазных системах электроснабжения (в том числе и автономных) для подключения к ним непосредственно или через согласующий трансформатор мощных, преимущественно индуктивных электротехнологических и специальных нагрузок, конструктивно выполненных однофазными и имеющих повторно-кратковременный, ударный или резкопеременный характер (индукционные плавильные печи установки электрошлакового переплава и литья, графитировочные печи, машины контактной электросварки, электротермические установки - система автоматизированного контактного и резистивного электронагрева, наплавки металлов и т.д.). Эксплуатация предложенного устройства возможна также и при других видах нагрузки, если не представляются высокие требования к качеству тока сети в отношении его гармонического состава. В противном случае следует применять соответствующие технические средства для ограничения высших гармоник в кривой тока сети. Применять силовые фильтры для улучшения гармонического состава тока нагруз-

ки не требуется, поскольку его кривая практически синусоидальна в широком диапазоне изменения коэффициента мощности нагрузки ($0,9 > \cos \varphi_u > 0$), что и определяет благоприятные условия применения предлагаемого устройства для симметрирования нагрузок с низким $\cos \varphi_u$ (например, естественный коэффициент мощности $\cos \varphi_0$ индуктора однофазной индукционной печи находится в пределах $0,2 > \cos \varphi_0 > 0,1$ (генерирования реактивной мощ-

ности в сеть и регулирования напряжения нагрузки, например, в контуре индуктор - нагреваемое изделие) с целью изменения мощности индукционной печи при значительном изменении эквивалентного активного сопротивления нагрузки в процессе плавки в соответствии с производственными нуждами напряжение на этом контуре должно регулироваться в достаточно широких пределах.







Фиг. 4

Редактор В. Иванова

Составитель И. Мирошников

Техред С. Легеза

Корректор М. Максимшинец

Заказ 8553/41

Тираж 613

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