

Изобретение относится к электротехнике и может быть использовано в качестве однополярного и двухполярного источника питания маломощных электронных схем, например, однофазных и трехфазных электронных счетчиков электрической энергии.

Известна бестрансформаторная выпрямительная схема с уменьшением напряжения, содержащая конденсатор цепи нагрузки и один или несколько последовательно включенных с ним конденсаторов и выпрямительный диод, ключ для разряда конденсаторов на конденсатор цепи нагрузки, вспомогательные диоды и резистор. Недостатками устройства являются низкий коэффициент использования полной мощности, потребляемой от сети переменного тока и отсутствие общей точки цепи нагрузки с сетью переменного тока. (См. пат. США N 3478258 МКИ H02 M 1/08; 7/02, публ. 11. 1969, том 868, N2).

Известна также низковольтная цепь питания, не требующая трансформатора понижающего напряжения сети, содержащая первый конденсатор, конденсатор цепи нагрузки, элемент коммутации, схему управления, выпрямительный элемент. Недостатком устройства являются низкий коэффициент использования полной мощности, потребляемой от сети переменного тока, в случае применения аналогичной схемы для построения двухполярной цепи питания. (См. заявка Франции N 2 607 638, МКИ 4 H 02 M 7/155, публ. 88.06.03 N 22, 132-1-89, а также заявка ЕПВ N 0 270 450, МКИ 4 H 02 M 7/155, публ. 88.06.08 N 23, 132-2-89).

Наиболее близким техническим решением к предлагаемому является преобразователь переменного в постоянное, содержащий токоувствительный элемент, ключ, два конденсатора, три диода, балластный иммитанс, причем первый вывод последнего является первой входной клеммой преобразователя, а второй вывод соединен с анодом первого диода, катод которого соединен с входом токоувствительного элемента, выход которого соединен с первым выводом ключа и первым выводом первого конденсатора, вторые выводы которых соединены с анодом второго диода и с катодом третьего диода, первый вывод второго конденсатора и катод второго диода соединены с выходной клеммой преобразователя, второй вывод второго конденсатора соединен с вторыми входным и выходным выводами, образуя общий вывод. (См. а.с. СССР

N 1653103 МКИ H 02 M 7/217, опубл. 30.05.91, Бюл. №20). Преобразователь предназначен для преобразования переменного напряжения с целью питания постоянным током нагрузки с понижением напряжения и для таких применений, у которых ток, потребляемый нагрузкой на стороне постоянного тока, превышает ток, потребляемый от сети переменного тока. Таким применением являются, например, электронные счетчики электрической энергии переменного тока, у которых ограничивается допустимая величина полной мощности, потребляемой их параллельной цепью от источника питающего напряжения. В известном преобразователе введение ключа, управляемого токоувствительным элементом, и дополнительного конденсатора за счет энергии, запасенной в последнем при заряде основного (сглаживающего) конденсатора за время одной полуволны входного переменного напряжения (положительной для указанной полярности включения диодов), позволяет повысить отдаваемый постоянный ток в нагрузку в 1,5 - 1,9 раза без увеличения потребления от источника переменного напряжения. Поскольку цепь нагрузки имеет общую точку с входной цепью переменного тока, возможна реализация двухполярного преобразователя переменного напряжения в постоянное путем повторения известной схемы для другой полярности выходного напряжения при соответствующем соблюдении полярности включения диодов. При этом коэффициент использования полной мощности, потребляемой от сети переменного тока, останется на том же уровне. Тем не менее, этот коэффициент все-таки недостаточно высок для ряда приложений, что является недостатком данного технического решения.

Основной задачей, на решение которой направлено заявляемое изобретение, является повышение коэффициента использования полной мощности, потребляемой от сети переменного тока, при питании как однополярной, так и двухполярной нагрузки.

Поставленная задача решается тем, что в первом варианте преобразователя, содержащего первый токоувствительный элемент, первый ключ, первый и второй конденсаторы, первый, второй и третий диоды и балластный иммитанс, причем первый вывод последнего является первой входной клеммой преобразователя, а второй вывод соединен с анодом первого диода, катод которого соединен с первым токовым входом токоувствительного элемента, второй вход которого соединен с первым выводом первого ключа и первым выводом первого конденсатора, а выход подключен к управляющему входу первого ключа, анод второго диода подключен к второму выводу первого конденсатора и катоду третьего диода, а его катод соединен с вторым выводом первого ключа, с первым выводом второго конденсатора и с первой выходной клеммой преобразователя, второй вывод второго конденсатора соединен с вторыми входным выводом, образуя общий вывод преобразователя, дополнительно введены два диода, два конденсатора, второй токоувствительный элемент и второй ключ, причем катод четвертого диода соединен с вторым выводом балластного иммитанса, его анод подключен к первому входу второго токоувствительного элемента, второй вход которого соединен с первым выводом второго ключа и первым выводом третьего конденсатора, а выход подключен к управляющему входу второго ключа, катод пятого диода подключен к второму выводу третьего конденсатора и аноду пятого диода, а его анод соединен с вторым выводом второго ключа, первым выводом четвертого конденсатора и с второй выходной клеммой преобразователя, второй вывод четвертого конденсатора соединен с общим выводом преобразователя.

Токоувствительный элемент в первом варианте содержит первый транзистор и первый резистор, причем эмиттер первого транзистора и первый вывод первого резистора соединены и образуют первый вывод токоувствительного элемента, второй вывод которого образуют соединенные база первого транзистора и второй вывод первого резистора, а его управляющим выходом служит коллектор транзистора. Ключ во втором варианте содержит второй транзистор и второй резистор, причем эмиттер второго транзис-

тора служит первым выводом ключа, объединенные первый вывод второго резистора и коллектор второго транзистора образуют второй вывод ключа, управляющий вход которого образуют соединенные база второго транзистора и второй вывод второго резистора.

Во втором варианте преобразователя, содержащего первый токоувствительный элемент, первый ключ, первый и второй конденсаторы, первый, второй и третий диоды и балластный иммитанс, причем первый вывод последнего является первой входной клеммой преобразователя, а второй вывод соединен с анодом первого диода, катод которого соединен с первым входом первого токоувствительного элемента, второй вход которого соединен с первым выводом первого ключа и первым выводом первого конденсатора, анод второго диода подключен к второму выводу первого конденсатора и катоду третьего диода, а его катод соединен с вторым выводом первого ключа, с первым выводом второго конденсатора и с первой входной клеммой преобразователя, второй вывод второго конденсатора соединен с вторыми входным выводом, образуя общий вывод, дополнительно введены два диода, два конденсатора, второй токоувствительный элемент и второй ключ, причем катод четвертого диода соединен с вторым выводом балластного иммитанса, его анод подключен к второму входу второго токоувствительного элемента, первый вход которого соединен с вторым выводом второго ключа и первым выводом третьего конденсатора, а выход подключен к управляющему входу первого ключа, выход первого токоувствительного элемента соединен к управляющим входом второго ключа, катод пятого диода подключен к второму выводу третьего конденсатора и аноду третьего диода, а его анод соединен с первым выводом второго ключа, первым выводом четвертого конденсатора и с второй выходной клеммой преобразователя, второй вывод четвертого конденсатора соединен с общим выводом преобразователя.

Токоувствительный элемент во втором варианте предлагается выполнить в виде светоизлучающего диода (светодиода), причем его анод является первым выводом токоувствительного элемента, второй вывод которого образует катод светодиода, а его управляющим выходным сигналом служит оптическое излучение светодиода. Ключ во втором варианте предлагается выполнить в виде фототиристора, причем его анод является первым выводом ключа, катод образует второй вывод ключа, управляющий вход которого служит оптический канал фототиристора.

В третьем варианте преобразователя, содержащего первый и второй конденсаторы, первый ключ, блок управления, первый, второй и третий диоды и балластный иммитанс, причем первый вывод последнего является первой входной клеммой преобразователя, а второй вывод соединен с анодом первого диода, первый вывод первого ключа соединен с первым выводом первого конденсатора, анод второго диода подключен к второму выводу первого конденсатора, и катоду третьего диода, а его катод соединен с вторым выводом первого ключа, с первым выводом второго конденсатора и с выходной клеммой преобразователя, первый выход блока управления соединен с управляющим входом первого ключа, второй вывод второго конденсатора соединен с вторым входным выводом, образуя общий вывод, дополнительно введены два диода, два конденсатора и второй ключ, причем катод первого диода соединен с первыми выводами первого ключа и первого конденсатора, катод четвертого диода соединен с вторым выводом балластного иммитанса, его анод подключен к второму выводу второго ключа и первому выводу третьего конденсатора, управляющий вход второго ключа соединен с вторым выходом блока управления, вход которого подключен к входной клемме преобразователя, а общий вывод соединен с общим выводом преобразователя, катод пятого диода подключен к второму выводу третьего конденсатора и аноду третьего диода, а его анод соединен с первым выводом второго ключа, первым выводом четвертого конденсатора и с второй выходной клеммой преобразователя, второй вывод четвертого конденсатора соединен с общим выводом преобразователя.

Блок управления в третьем варианте преобразователя содержит первый и второй транзисторы, эмиттеры которых объединены и соединены через резистор с входом блока управления, а объединенные базы транзисторов образуют его общий вывод, коллекторы первого и второго транзисторов являются соответственно первым и вторым выходами блока управления. В качестве ключа во втором варианте предлагается использовать транзистор, причем эмиттер транзистора служит первым выводом ключа, коллектор и база транзистора являются, соответственно, вторым выводом и управляющим входом ключа.

За счет указанной совокупности отличительных признаков предлагаемый преобразователь (его варианты) обладает более высоким коэффициентом использования полной мощности, потребляемой от сети переменного тока, как при питании однополярной, так и двухполярной нагрузки.

Объединение трех технических решений, относящихся к вариантам предлагаемого устройства в одну заявку связано с тем, что все они решают одну и ту же задачу - повышения коэффициента полезного действия принципиально одним и тем же путем - а именно за счет того, что в схему преобразователя введен второй канал преобразования, работающий в отличие от первого, при другой полярности входного питающего напряжения переменного тока, а также связи обоих каналов с помощью третьего диода. Эта связь обеспечивает дополнительный дозаряд конденсаторов, на которых формируется постоянное выходное напряжение преобразователя, за счет чего в сравнении с отдельным применением каналов преобразования коэффициент использования полной мощности, потребляемой от сети переменного тока, увеличивается еще в 1,5 - 1,8 раза. При этом преобразователь позволяет обеспечить питание как взвешенной (не связанной общим зажимом с входной цепью напряжения переменного тока), так и двухполярной нагрузки, подключаемой между выходными клеммами преобразователя и общей точкой.

Предлагаемые варианты отличаются друг от друга реализацией схем управления ключами, используемыми для открывания последних различные признаки окончания заряда дополнительных конденсаторов. В первом варианте таким признаком является уменьшение до нулевого значения тока заряда дополнительного конденсатора, во втором варианте - появление тока заряда в противоположном канале, а в

третьем управление производится в зависимости от полярности входного переменного напряжения. Но именно общее назначение схем управления позволяет считать все эти решения эквивалентными по достигаемому результату. Поэтому сущность изобретений по каждому из вариантов предлагаемых устройств является равноценной, а существенные отличия, обеспечивающие требуемое сочетание технических характеристик, с учетом общих с известным решением признаков, не могут быть объединены обобщающими или альтернативными признаками и потому представлены в виде независимых объектов.

На фиг.1 приведена схема первого варианта предлагаемого преобразователя; на фиг.2 показана схема второго варианта предлагаемого преобразователя; на фиг.3 приведена схема третьего варианта предлагаемого преобразователя; на фиг.4 приведена схема второго варианта предлагаемого преобразователя при использовании в качестве источника переменного напряжения трехфазной сети; на фиг.5 приведена схема третьего варианта предлагаемого преобразователя при использовании в качестве источника переменного напряжения трехфазной сети.

Преобразователь по первому варианту (см.фиг.1) входными выводами 1 и 2 подключен к источнику переменного напряжения. Входной вывод 1 через балластный иммитанс 3 соединен с анодом первого диода 4, катод которого через первый токочувствительный элемент 5 соединен с первым выводом первого конденсатора 6 и первым выводом первого ключа 7, второй вывод которого соединен с катодом второго диода 8 и первым выводом второго конденсатора 9 и образует первый выход преобразователя 10. Катод четвертого диода 11 соединен с анодом первого диода 4, а анод через второй токочувствительный элемент 12 соединен с первым выводом третьего конденсатора 13 и первым выводом второго ключа 14, второй вывод которого соединен с анодом пятого диода 15 и первым выводом второго конденсатора 16 и образует второй выход преобразователя 17. Выход первого токо-чувствительного элемента 5 соединен с управляющим входом первого ключа 7, а выход второго токочувствительного элемента 12 соединен с управляющим входом второго ключа 14. Катод третьего диода 18 подключен к второму выводу первого конденсатора 6 и аноду второго диода 8, а анод соединен с вторым выводом третьего конденсатора 13 и катодом пятого диода 15. Вторые выводы второго конденсатора 9 и четвертого конденсатора 16 соединены с общим вторым входным выводом 2.

Токочувствительные элементы, применяемые в первом варианте предлагаемого преобразователя, как показано на фиг.1 на примере первого токочувствительного элемента 7, содержат первый транзистор 19₁ и второй транзистор 19₂, первый резистор 20₁ и второй резистор 20₂, причем соединенные эмиттер первого транзистора 19₁ и первый вывод первого резистора 20₁ служат первым входом токочувствительного элемента, второй вход которого образуют соединенные база первого транзистора 19₁ и второй вывод второго резистора 20₂, а коллектор второго 19₂ транзистора является выходом токочувствительного элемента. В качестве ключей в первом варианте используется, как это показано на фиг.1 на примере первого ключа 7, второй транзистор 21₂ и второй резистор 22₂, причем эмиттер второго транзистора 21₂ служит первым выводом ключа, коллектор второго транзистора 21₂ и первый вывод второго резистора 22₂ образуют второй вывод ключа, а соединенные эмиттер второго транзистора 21₂ и второй вывод второго резистора 22₂ являются управляющим входом ключа.

Преобразователь по второму варианту (см.фиг.2) входными выводами 1 и 2 подключен к источнику переменного напряжения. Входной вывод 1 через балластный иммитанс 3 соединен с анодом первого диода 4, катод которого через первый токочувствительный элемент 5 соединен с первым выводом первого конденсатора 6 и первым выводом первого ключа 7, второй вывод которого соединен с катодом второго диода 8 и первым выводом второго конденсатора 9 и образует первый выход преобразователя 10. Катод четвертого диода 11 соединен с анодом первого диода 4, а анод через второй токочувствительный элемент 12 соединен с первым выводом третьего конденсатора 13 и первым выводом второго ключа 14, второй вывод которого соединен с анодом пятого диода 15 и первым выводом второго конденсатора 16 и образует второй выход преобразователя 17. Выход первого токочувствительного элемента 5 соединен с управляющим входом второго ключа 14, а выход второго токочувствительного элемента 12 соединен с управляющим входом первого ключа 7. Катод третьего диода 18 подключен к второму выводу первого конденсатора 6 и аноду второго диода 8, а анод соединен с вторым выводом третьего конденсатора 13 и катодом пятого диода 15. Вторые выводы второго конденсатора 9 и четвертого конденсатора 16 соединены с общим вторым входным выводом 2.

Преобразователь по третьему варианту (см.фиг.3) входными выводами 1 и 2 подключен к источнику переменного напряжения. Входной вывод 1 через балластный иммитанс 3 соединен с анодом первого диода 4, катод которого соединен с первым выводом первого конденсатора 6 и первым выводом первого ключа 7, второй вывод которого соединен с катодом второго диода 8 и первым выводом второго конденсатора 9 и образует первый выход преобразователя 10. Катод четвертого диода 11 соединен с анодом первого диода 4, а анод соединен с первым выводом третьего конденсатора 13 и первым выводом второго ключа 14, второй вывод которого соединен с анодом пятого диода 15 и первым выводом четвертого конденсатора 16 и образуют второй выход преобразователя 17. Катод третьего диода 18 подключен к второму выводу первого конденсатора 6 и аноду второго диода 8, а анод соединен с вторым выводом третьего конденсатора 13 и катодом пятого диода 15. Вторые выводы второго конденсатора 9 и четвертого конденсатора 16 соединены с общим входным выводом 2. Блок управления 19 соединен своим входом с входным выводом 1 преобразователя, своим общим выводом с общим выводом 2 преобразователя, первым выходом с управляющим входом первого ключа 7, а вторым выходом с управляющим входом второго ключа 14.

Блок управления 19 в третьем варианте преобразователя содержит (см. фиг.3) первый 20 и второй 21 транзисторы, эмиттеры которых объединены и соединены с первым выводом резистора 22, второй вывод которого служит входом блока управления, базы первого 20 и второго 21 транзисторов образуют об-

щий вывод, а коллекторы первого 20 и второго 21 транзисторов являются соответственно первым и вторым выходами блока управления. Первый 7 и второй 14 ключи выполнены в виде биполярных транзисторов, причем эмиттер транзистора служит первым выводом ключа, коллектор и база транзистора являются, соответственно, вторым выводом и управляющим входом ключа.

Первый вариант предлагаемого преобразователя работает следующим образом. Преобразователь предназначен для преобразования переменного напряжения с целью питания постоянным током нагрузки с понижением напряжения. При этом питающее переменное напряжение ограничивается балластным иммитансом 3, в качестве которого могут быть использованы элементы с активным, реактивным или комплексным сопротивлением. Указанный элемент может и не использоваться, если отсутствует необходимость в ограничении величины напряжения на первом 6 и втором 13 конденсаторах и ключах преобразователя. Во время положительной полуволны питающего напряжения, подаваемого на вывод 1 относительно общего вывода 2, ток протекает через первый диод 4 и первый токочувствительный элемент 5, который в этом случае закрывает первый ключ 7. При этом происходит заряд первого 6 и второго 9 конденсаторов. Во время отрицательной полуволны питающего напряжения ток протекает через четвертый диод 11 и второй токочувствительный элемент 12, который в этом случае закрывает второй ключ 14. При этом происходит заряд третьего 13 и четвертого 16 конденсаторов. В это же время ток через первый токочувствительный элемент 5 не протекает, что обеспечивает открытое состояние первого ключа 7 и разряд накопившегося заряда первого конденсатора 6 по цепи, включающей второй 9, четвертый 16 конденсаторы, пятый 15 и третий 18 диоды. При этом происходит увеличение заряда второго 9 и четвертого конденсаторов 16. Аналогично, при положительной полярности полуволны питающего напряжения не протекает ток через второй токочувствительный элемент 12, и заряд, накопившийся на третьем конденсаторе 13 во время протекания по нему тока от отрицательной полуволны питающего напряжения, перетекает на второй 9 и четвертый 16 конденсаторы через открывшийся второй ключ 14 и второй 8 и третий диоды. Таким образом, происходит дозаряд второго 9 и четвертого 16 конденсаторов дважды за период частоты питающего переменного напряжения и, соответственно, увеличение отдаваемой тока в нагрузку без увеличения тока, потребляемого из сети переменного напряжения.

Второй вариант предлагаемого преобразователя работает аналогично первому, отличие состоит в том, что ключ одного плеча схемы управляется токочувствительным элементом, включенным в противоположное плечо. Так, в схеме по фиг.2 первый ключ 7 закрыт до появления тока во втором токочувствительном элементе 12 во время прихода отрицательной полуволны питающего переменного напряжения, а второй ключ 14 открывается по приходу положительной полуволны питающего напряжения и появлению тока в первом токочувствительном элементе. Описанный способ управления ключами требует их гальванической развязки с соответствующими токочувствительными элементами, что обеспечивается, например, как это показано на фиг.2, использованием оптоуправляемых тириستоров.

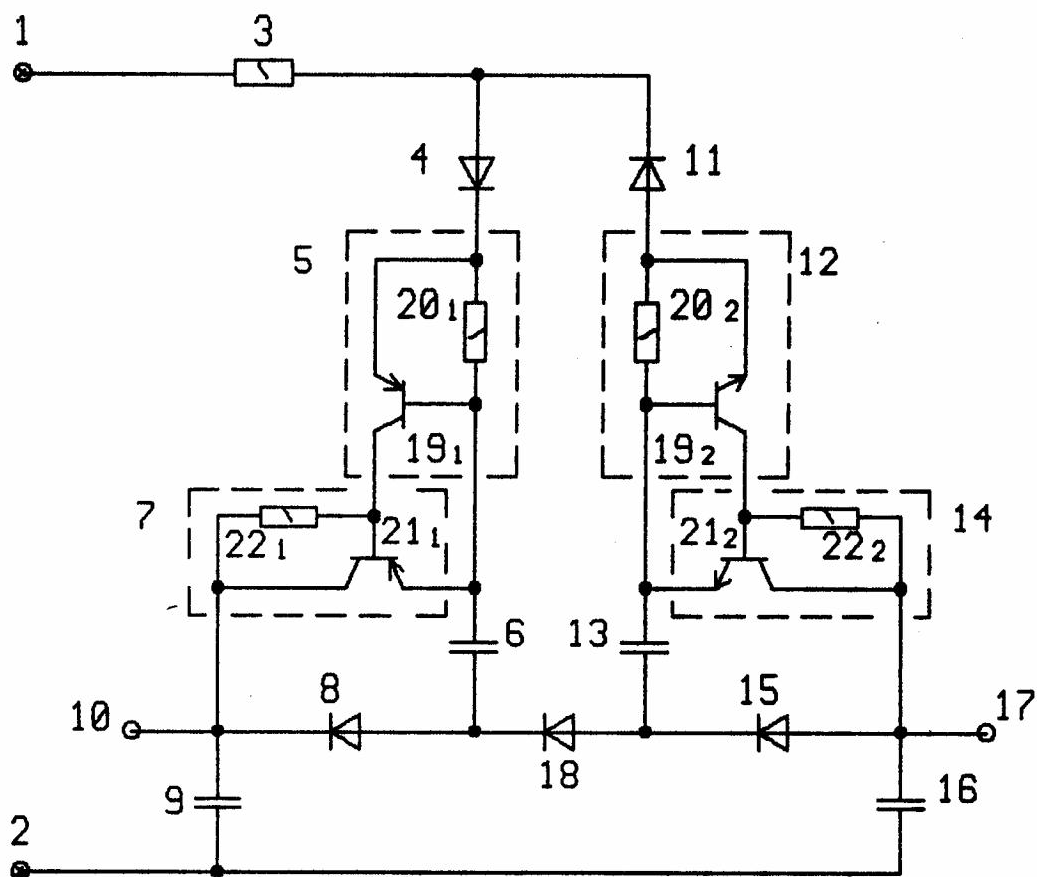
В третьем варианте предлагаемого преобразователя, показанном на фиг.3, в отличие от первого и второго, управление первым 7 и вторым 14 ключами осуществляется путем определения полярности входного питающего напряжения. При этом первый транзистор 20 блока управления 19 обеспечивает открывание первого ключа 7 при отрицательной полуволне, а второй транзистор 21 - открывание второго ключа 14 при положительной полуволне входного питающего напряжения, осуществляя тем самым поочередный разряд предварительно заряженных, соответственно, первого 6 и третьего 13 конденсаторов на второй 9 и четвертый 16 конденсаторы. В свою очередь управление состоянием транзисторов 20 и 21 осуществляется током, формируемым входным питающим напряжением через второй резистор 22 блока управления 19.

Во всех трех предлагаемых вариантах преобразователя эффективность использования режима дозаряда зависит от соотношения емкостей служащих для этой цели вспомогательных конденсаторов (первого 6 и третьего 13) и сглаживающих конденсаторов (второго 9 и четвертого 16), характеризуемого коэффициентом n , а также соотношения амплитуд входного переменного напряжения и выходного постоянного напряжения преобразователя, характеризуемого коэффициентом k . При условии симметричности схемы преобразователя, то есть попарном равенстве емкостей первого 6 и третьего 13, а также второго 9 и четвертого 16 конденсаторов, и отсутствии балластного иммитанса 3 ток, отдаваемый в нагрузку, увеличивается в
$$V = \frac{1+2(1-2/k)/(1+2/n)}{1+(1-1/k)/(1+1/n)}$$
 раз. То есть, при $k=10$ и $n=100$ это увеличение составляет 2,6 раза. Для сравнения укажем, что в известном устройстве этот ток увеличивается в $1+(1-1/k)/(1+1/n)$ раз, то есть для тех же условий в 1,9 раза.

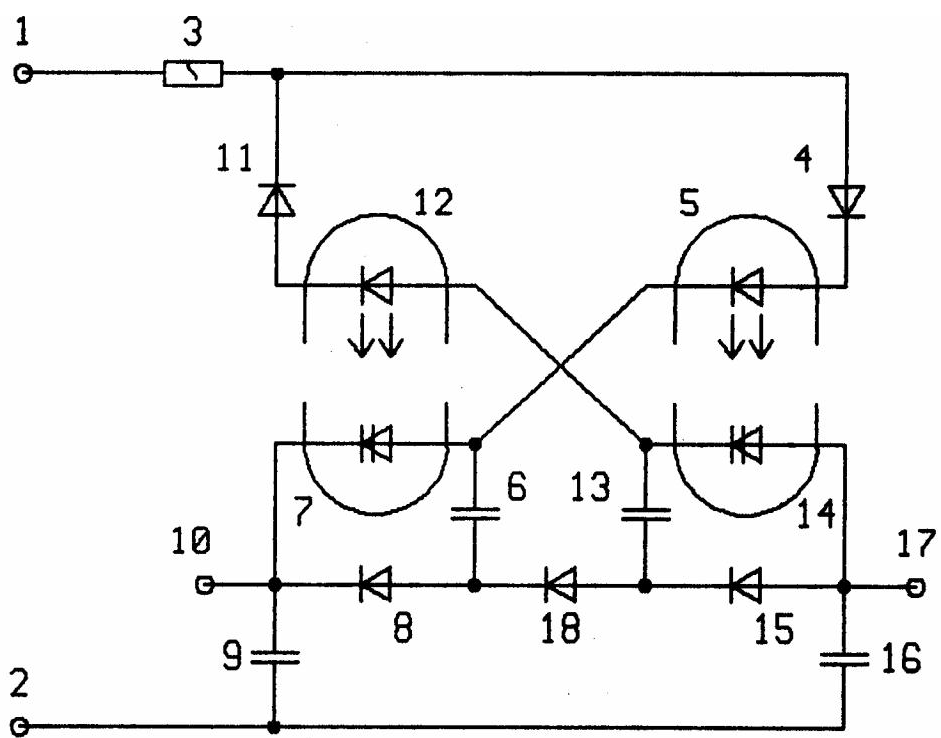
Преобразователь допускает подключение взвешенной нагрузки, не связанной с общим выводом 2 и включаемой между первым 10 и вторым 17 выходами, выполняя тем самым функцию однополярного источника питания. Возможно его использование в качестве двухполярного источника, при этом нагрузка включается между первым 10 выходом, общим выводом 2 и вторым 17 выходом преобразователя.

Предлагаемый преобразователь обеспечивает также эффективное функционирование и при использовании в качестве входного многофазного источника переменного напряжения. При этом, кроме отмеченных выше преимуществ, он позволяет также уменьшить зависимость коэффициента использования полной мощности, потребляемой от многофазной цепи от числа работающих фаз, что является важным при необходимости обеспечения работоспособности преобразователя (обеспечения тока нагрузки) при неполнофазных режимах (отключении одной или двух фаз сети). В качестве примера на фиг.4 приведена схема возможного включения первого варианта предлагаемого преобразователя, подключенного к трехфазной четырехпроводной сети переменного тока. Для этого в соответствии с числом фаз увеличено количество балластных иммитансов (3а, 3б и 3с), а использование общих для двух фаз выпрямительных диодов 4бс и 11бс позволяет уменьшить зависимость коэффициента использования мощности источника от числа рабо-

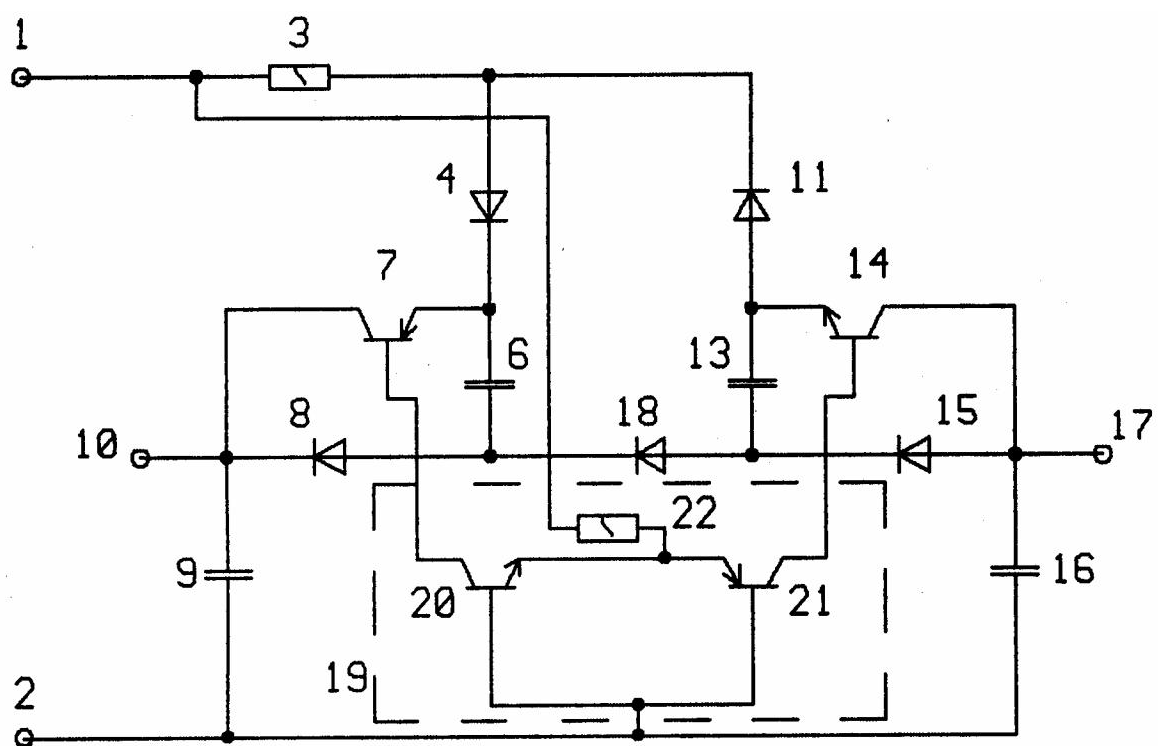
тающих фаз (см. межд. заявка РСТ N 92/15146, МКИ 5 Н02 М 7/06, публ. 92.09.03 N23). Возможная схема включения третьего варианта предлагаемого преобразователя к трехфазной четырехпроводной сети переменного тока показана на фиг.5. Для этого в соответствии с числом фаз увеличено количество балластных иммитансов (3а, 3b и 3с), выпрямительных диодов (4а, 4b, 4с и 11а, 11b, 11с), а также резисторов блока управления 19 (22а, 22b, 22с). В симметричном (полнофазном) режиме, когда суммарный ток, поступающий от равных по величине резисторов блока управления 22а, 22b и 22с равен нулю, и поэтому первый 7 и второй 14 ключи открываются и осуществляют дозаряд второго 9 и четвертого 16 конденсаторов только в несимметричном режиме, когда, в отличие от полнофазного режима, поступление энергии от входного источника недостаточно.



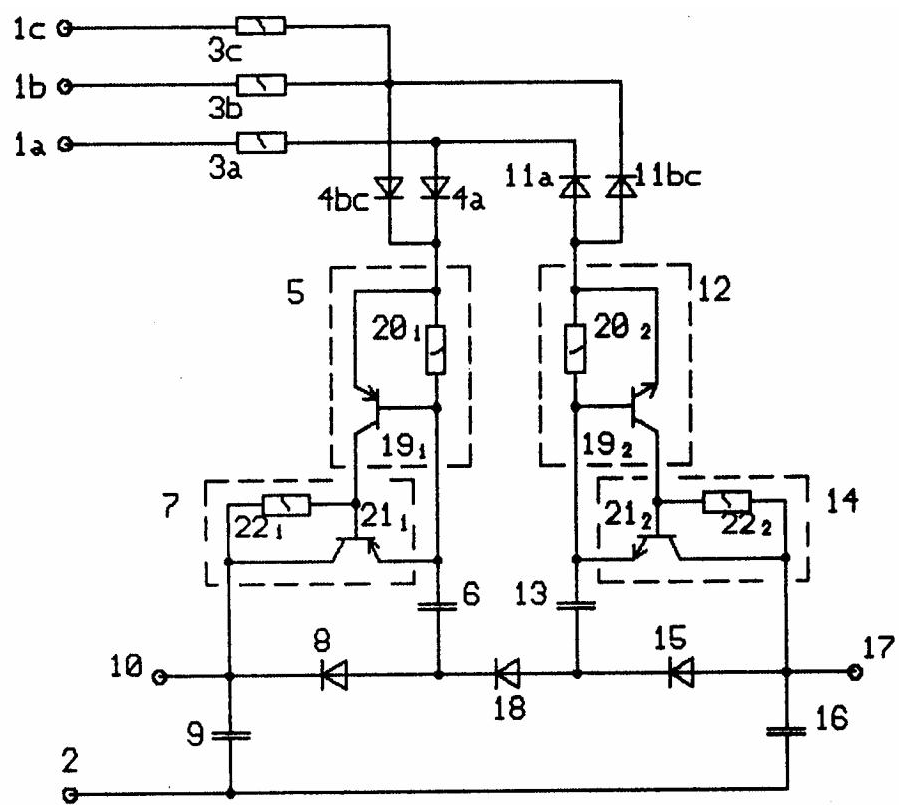
Фиг. 1



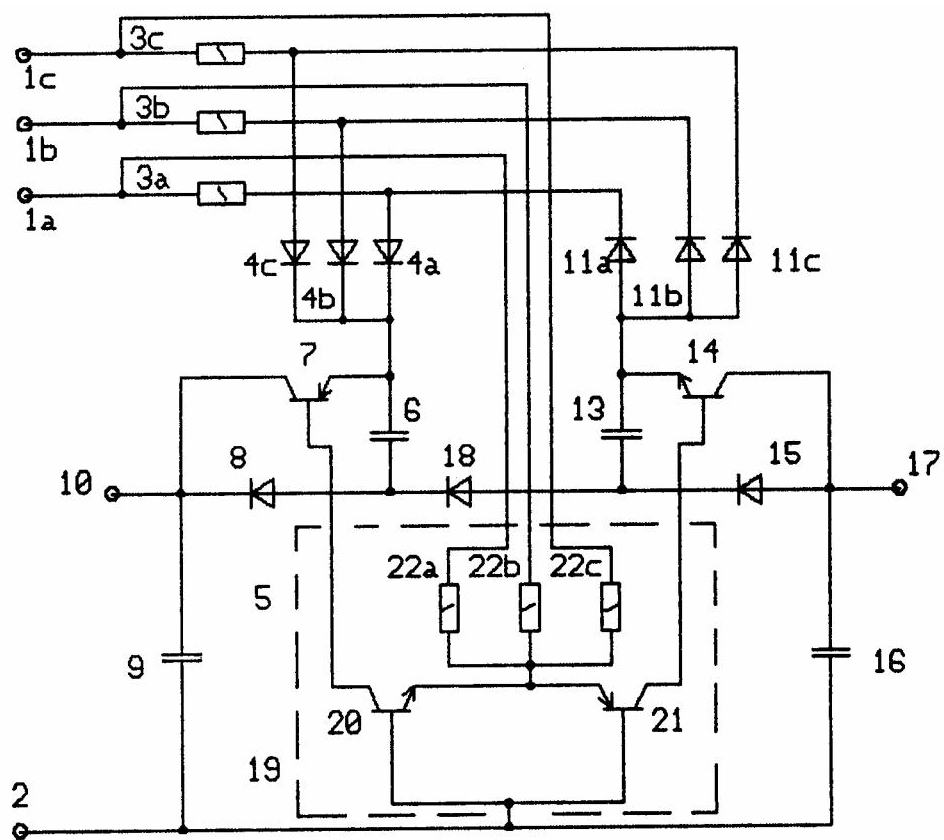
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

Тираж 50 екз.

Відкрите акціонерне товариство «Патент»
Україна, 88000, м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101
(03122) 3 – 72 – 89 (03122) 2 – 57 – 03
