



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013100972/07, 25.05.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
25.05.2011

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
14.06.2010 FR 1054690

(43) Дата публикации заявки: 20.07.2014 Бюл. № 14

(45) Опубликовано: 10.11.2015 Бюл. № 31

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: SU 955345 A, 30.08.1982RU 2010132676
A, 10.02.2012 FR 2936380, 26.03.2010FR 2910197,
20.06.2008JPH 530634 A, 05.02.1993US
2002085397, 04.07.2002(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 14.01.2013(86) Заявка РСТ:
FR 2011/051177 (25.05.2011)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2011/157916 (22.12.2011)

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, строение 3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры"

(72) Автор(ы):

БАЛЫП Седрик (FR)

(73) Патентообладатель(и):

ЛАБИНАЛЬ ПАУЭР СИСТЕМЗ (FR)

(54) ИНВЕРТОР НАПРЯЖЕНИЯ И СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ ТАКИМ ИНВЕРТОРОМ

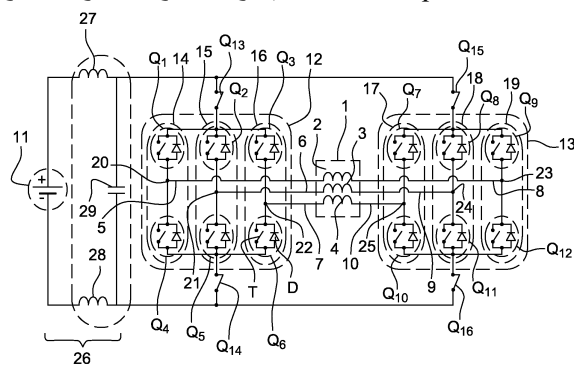
(57) Реферат:

Настоящее изобретение относится к области электротехники, а именно к реверсивным инверторам напряжения для преобразования постоянного напряжения в переменное, допускающими неисправности в виде короткого замыкания или размыкания цепи, и к способам управления такими инверторами. Инвертор напряжения содержит: - нагрузку (1), имеющую три фазы (2, 3, 4), при этом каждая фаза имеет первый контакт (5, 6, 7) и второй контакт (8, 9, 10); - первую и вторую ячейки (12, 13), каждая из которых содержит три параллельно соединенных между собой плеча, при этом каждое плечо

содержит два последовательно соединенных средства (Q1/Q4, Q2/Q5, Q3/Q6, Q7/Q10, Q8/Q11, Q9/Q12) переключения и среднюю точку (20, 21, 22, 23, 24, 25), расположенную между двумя средствами (Q1/Q4, Q2/Q5, Q3/Q6, Q7/Q10, Q8/Q11, Q9/Q12) переключения, при этом каждый первый контакт (5, 6, 7) каждой из фаз соединен с одной из средних точек (20, 21, 22) первой ячейки (12), и каждый второй контакт (8, 9, 10) каждой из фаз соединен с одной из средних точек (23, 24, 25) второй ячейки (13), - источник (11) напряжения, при этом первая и вторая ячейки подключены, каждая, к источнику постоянного напряжения

через два средства (Q13, Q14, Q15, Q16)

электрической изоляции. 7 н. и 4 з.п. ф-лы, 7 ил.



ФИГ.1

RU 2 5 6 7 7 3 8 C 2

RU 2567738 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 567 738** (13) **C2**

(51) Int. Cl.

H02M 7/00 (2006.01)

H02M 7/42 (2006.01)

H02M 7/537 (2006.01)

H02H 7/00 (2006.01)

H02H 7/122 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: 2013100972/07, 25.05.2011

(24) Effective date for property rights:
25.05.2011

Priority:

(30) Convention priority:
14.06.2010 FR 1054690

(43) Application published: 20.07.2014 Bull. № 14

(45) Date of publication: 10.11.2015 Bull. № 31

(85) Commencement of national phase: 14.01.2013

(86) PCT application:
FR 2011/051177 (25.05.2011)

(87) PCT publication:
WO 2011/157916 (22.12.2011)

Mail address:

129090, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, stroenie 3,
OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery"

(72) Inventor(s):

BAL'P Sedrik (FR)

(73) Proprietor(s):

LABINAL' PAUEhR SISTEMZ (FR)

(54) VOLTAGE INVERTER AND CONTROL METHOD FOR SUCH INVERTER

(57) Abstract:

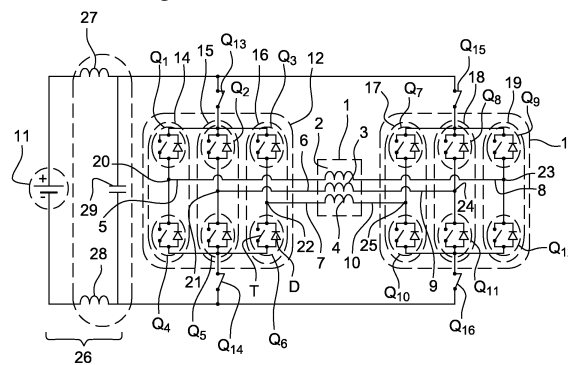
FIELD: electricity.

SUBSTANCE: present invention is related to the area of electric engineering, and namely to reverse voltage inverters of alternating current into direct one with possible faults such as short circuit or circuit opening, and to control methods of such inverters. A voltage inverter comprises: - load (1) having three phases (2, 3, 4), at that each phase has the first contact (5, 6, 7) and the second contact (8, 9, 10); - the first and second cells (12, 13), each of them containing three arms connected in parallel, at that each arm comprises two in-series switching facilities (Q1/Q4, Q2/Q5, Q3/Q6, Q7/Q10, Q8/Q11, Q9/Q12) and the midpoint (20, 21, 22, 23, 24, 25) between two switching facilities (Q1/Q4, Q2/Q5, Q3/Q6, Q7/Q10, Q8/Q11, Q9/Q12), thereat each first contact (5, 6, 7) of each phase is connected to one midpoint out of the midpoints (20, 21, 22) of the first cell (12), and each second contact (8, 9, 10) of each

phase is connected to one midpoint out of the midpoints (23, 24, 25) of the second cell (13), - voltage source (11), at that each of the first and second cells is connected to a direct-current source through electric insulating facilities (Q13, Q14, Q15, Q16).

EFFECT: improving efficiency.

10 cl, 7 dwg



ФИГ.1

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

Настоящее изобретение относится к инвертору напряжения, допускающему неисправности. Такой инвертор предназначен для преобразования постоянного напряжения в одно или несколько переменных напряжений и является реверсивным по мощности. Настоящее изобретение касается также способа управления таким инвертором.

ПРЕДШЕСТВУЮЩИЙ УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Существуют самые разные инверторы для преобразования постоянного напряжения в одно или несколько переменных напряжений, в частности, в области авиации.

Как правило, такой инвертор подключен к контактам источника постоянного напряжения и преобразует постоянное напряжение в переменное напряжение для питания трехфазной переменной нагрузки. Эта переменная нагрузка может быть трехфазной машиной переменного тока, такой как синхронный двигатель с постоянными магнитами. Как правило, такой инвертор напряжения содержит три плеча, каждое из которых содержит два электрических средства переключения, соединенных с источником постоянного напряжения. Для каждого из трех плеч средняя точка средств переключения соединена с одной фазой трехфазной переменной нагрузки. Как правило, средства переключения включают в себя статический выключатель и встречно-параллельный диод.

В области авиации первостепенное значение имеют безопасность и надежность. Поэтому такой инвертор должен быть выполнен с возможностью продолжения работы, несмотря на наличие одной или нескольких внутренних неисправностей.

Известны несколько конфигураций, позволяющих инвертору продолжать работу, несмотря на наличие одной или нескольких неисправностей. В частности, в документе FR2892243 описан допускающий неисправности инвертор, который дополнительно содержит четвертое плечо, соединенное с источником напряжения. Это четвертое плечо содержит два последовательно соединенных средства переключения и среднюю точку. Средняя точка этого четвертого плеча соединена с нейтралью нагрузки. При нормальной работе инвертора четвертое плечо является неактивным. Однако в случае неисправности в одном из трех других плеч четвертое плечо становится активным и позволяет контролировать потенциал нейтрали нагрузки, чтобы иметь возможность управлять нагрузкой на двух исправных плечах через точку нейтрали нагрузки. Таким образом, в случае нагрузки типа электрической вращающейся машины обеспечивается непрерывность вращающегося поля и, следовательно, производства крутящего момента.

Наличие этого четвертого плеча обеспечивает, таким образом, работу инвертора в случае неисправности одного из этих плеч. Однако согласно решению, описанному в этом документе, в случае неисправности на одном из плеч нагрузка работает только на двух фазах, что приводит к потере мощности синхронного двигателя с постоянными магнитами и, следовательно, к потере момента или требует предварительного увеличения размерности двигателя.

КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ СУЩЕСТВА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Изобретение призвано устранить недостатки известных решений и предложить инвертор, который может продолжать работать, несмотря на наличие внутренних неисправностей.

Изобретение призвано также предложить инвертор, который не приводит к потере крутящего момента даже в случае внутренней неисправности.

Изобретение призвано также предложить инвертор высокой надежности, имеющий небольшие габариты.

Изобретение призвано также предложить инвертор напряжения, который может работать на низкой скорости, пренебрегая возможностью появления сверхтока.

В связи с этим, первым объектом изобретения является инвертор напряжения, содержащий:

5 - нагрузку, имеющую n фаз, при этом каждая фаза имеет первый контакт и второй контакт;

- первую и вторую ячейки, каждая из которых содержит n плеч, при этом каждое плечо содержит:

10 два последовательно соединенных средства переключения, при этом каждое средство переключения может быть приведено в проводящее состояние или в блокирующее состояние,

среднюю точку, расположенную между двумя средствами переключения,

при этом каждый первый контакт каждой из фаз нагрузки соединен с одной из средних точек первой ячейки, и каждый второй контакт каждой из фаз нагрузки соединен с 15 одной из средних точек второй ячейки,

- источник напряжения,

при этом первая и вторая ячейки подключены, каждая, к источнику напряжения через два средства электрической изоляции, при этом каждое средство электрической изоляции может быть приведено в проводящее состояние или в блокирующее состояние.

20 Инвертор в соответствии с изобретением отличается тем, что не имеет постоянной нейтрали. Действительно, в отличие от известных инверторов различные фазы нагрузки соединены не с постоянной нейтральной точкой, а с двумя ячейками, первой и второй, которые являются идентичными.

Предпочтительно n плеч, принадлежащих к одной ячейке, соединены параллельно.

25 Инвертор в соответствии с изобретением может иметь два нормальных варианта работы:

- согласно первому варианту работы, каждая фаза нагрузки образует с двумя плечами, с которыми она соединена, H-образный мост. В этом случае инвертор в соответствии с изобретением работает без нейтрали;

30 - согласно второму варианту работы, одна из двух ячеек инвертора изолирована от источника напряжения, и его средства переключения выполнены таким образом, что эта ячейка образует нейтральную точку, с которой соединены n фаз нагрузки.

В случае неисправности в одной из ячеек инвертора, эта ячейка преобразуется в нейтральную точку при помощи средств переключения этой ячейки и эту нейтральную 35 точку изолируют от источника напряжения при помощи средств электрической изоляции, которые соединены с этой ячейкой. Таким образом, если одна ячейка выходит из строя, эта ячейка преобразуется в нейтральную точку, с которой соединены n фаз нагрузки. При этом n фаз нагрузки могут продолжать нормально работать через исправную ячейку. Таким образом, сборка в соответствии с изобретением обеспечивает

40 использование всех фаз в случае неисправности в одном из плеч, что позволяет не терять мощность в случае неисправности одного из плеч инвертора. Таким образом, в случае нагрузки типа вращающейся электрической машины обеспечивают непрерывность вращающегося поля и, следовательно, производства крутящего момента.

В случае неисправности в виде разрыва цепи в одной из фаз нагрузки размыкают 45 средства переключения двух плеч, которые соединены с неисправной фазой, чтобы отключить фазу в состоянии разомкнутой цепи от источника напряжения. При этом инвертор в соответствии с изобретением работает только с $n-1$ фазами нагрузки, которые остаются исправными.

Инвертор в соответствии с изобретением представляет особый интерес, так как, независимо от числа фаз нагрузки, используют только четыре средства электрической изоляции.

Кроме того, инвертор в соответствии с изобретением использует только один источник напряжения и позволяет, таким образом, сэкономить на числе используемых компонентов.

Изобретение касается, в частности, случая, когда n равно 3.

Предпочтительно нагрузка является трехфазной переменной нагрузкой и еще предпочтительнее - синхронным двигателем с постоянными магнитами.

Предпочтительно источник напряжения является источником постоянного напряжения. Этот источник напряжения традиционно получают в результате выпрямления электрической сети самолета; источником напряжения может быть непосредственно сеть постоянного напряжения.

Предпочтительно каждое средство переключения содержит статический выключатель и встречно-параллельный диод.

Предпочтительно статический выключатель каждого средства переключения является транзистором или тиристором.

Предпочтительно каждое средство электрической изоляции является двунаправленным выключателем.

Согласно предпочтительному варианту выполнения, инвертор в соответствии с изобретением дополнительно содержит устройство управления и отслеживания неисправностей, выполненное с возможностью:

- управления средствами переключения и средствами электрической изоляции,
- детектирования неисправности одного из средств переключения, и
- детектирования неисправности соединения между одним из контактов одной из фаз и одной из средних точек.

Согласно различным вариантам выполнения:

- устройство управления и отслеживания может содержать несколько элементарных блоков управления и отслеживания, при этом каждый элементарный блок управления и отслеживания управляет одним средством переключения и одним средством электрической изоляции;
- устройство управления и отслеживания может содержать только один блок управления и отслеживания, который управляет всеми средствами переключения и всеми средствами электрической изоляции.

Предпочтительно устройство управления и отслеживания выполнено с возможностью управления состоянием средств переключения и средств электрической изоляции.

Согласно предпочтительному варианту выполнения, каждая средняя точка дополнительно соединена с нейтральной точкой через элемент переключения, при этом элемент переключения может находиться в блокирующем состоянии или в проводящем состоянии.

Эти соединения средних точек с нейтральной точкой представляют особый интерес в случае неполного короткого замыкания в средствах переключения. Действительно, в случае короткого замыкания в одном из средств переключения это короткое замыкание используют для преобразования ячейки, к которой принадлежит замкнутое накоротко средство переключения, в нейтральную точку. Вместе с тем, если короткое замыкание является неполным, это может привести к дисбалансу нагрузки. Чтобы решить эту проблему, все средние точки соединяют с нейтральной точкой через элементы переключения. При нормальной работе все элементы переключения находятся в

блокирующем состоянии, поэтому средние точки электрически не соединены с нейтралью. Если же в одном из средств переключения происходит короткое замыкание, средняя точка плеча, к которому оно принадлежит, автоматически соединяется с нейтралью за счет перевода элемента переключения, с которым она соединена, в проводящее состояние. Таким образом, производят принудительное короткое замыкание, при этом ячейка, в которой средство переключения находится в состоянии короткого замыкания, образует идеальную нейтральную точку.

Предпочтительно устройство управления и отслеживания выполнено также с возможностью детектирования неисправности в одном из элементов переключения.

Предпочтительно устройство управления и отслеживания выполнено также с возможностью управления элементами переключения таким образом, чтобы переводить их в блокирующее состояние или в проводящее состояние.

Объектом изобретения является также способ управления инвертором в соответствии с изобретением, согласно которому при отсутствии детектирования неисправности способ управления содержит следующие этапы:

- переводят в блокирующее состояние средства электрической изоляции, связанные с первой ячейкой,

- управляют средствами переключения первой ячейки таким образом, чтобы первая ячейка образовывала нейтральную точку, с которой соединены n фаз нагрузки,

- переводят в проводящее состояние средства электрической изоляции, связанные со второй ячейкой,

- средствами переключения второй ячейки управляют таким образом, чтобы два средства переключения одного плеча второй ячейки находились в противоположных состояниях, одно из которых является проводящим, а другое - блокирующим.

Таким образом, согласно этому способу, если не детектировано никакой неисправности, то есть инвертор работает в нормальных условиях, одна из двух ячеек, которая в данном случае называется первой ячейкой, но которая могла бы быть и второй ячейкой, так как инвертор в соответствии с изобретением является абсолютно симметричным, преобразуется в нейтральную точку, с которой соединены все фазы нагрузки. Эту нейтральную точку изолируют от источника напряжения при помощи средств электрической изоляции. Вторая ячейка, то есть ячейка, не преобразованная в нейтральную точку, продолжает работать, как известные ячейки, то есть средства переключения каждого из этих плеч поочередно переводятся в противоположные состояния. Таким образом, согласно этому варианту выполнения, в отсутствие неисправности инвертор в соответствии с изобретением работает как известные инверторы, которые содержат только одну ячейку, содержащую три плеча, при этом средняя точка каждого плеча соединена с одной фазой нагрузки.

Согласно другому варианту выполнения, изобретение тоже касается способа управления инвертором в соответствии с изобретением, при этом в отсутствие детектирования неисправности способ управления содержит следующие этапы, на которых:

- переводят в проводящее состояние все средства электрической изоляции;

- управляют средствами переключения таким образом, чтобы каждая фаза образовала с двумя плечами, с которыми она соединена, Н-образный мост.

Согласно этому другому варианту выполнения, нагрузка работает без нейтрали. Действительно, каждая фаза соединена с двумя средними точками, при этом каждая средняя точка принадлежит к одному из плеч одной из ячеек.

Под «Н-образным мостом» следует понимать известную сборку, в которой фаза

образует горизонтальную перемычку Н, а плечо каждой ячейки образует вертикальные ветви Н.

В этом варианте работы предпочтительно средства переключения приводятся в действие парами:

- 5 - верхнее средство переключения плеча первой ячейки находится в том же состоянии, что и нижнее средство переключения плеча второй ячейки;
- нижнее средство переключения плеча первой ячейки находится в том же состоянии, что и верхнее средство переключения плеча второй ячейки;
- средства переключения одного плеча находятся в противоположных состояниях.

10 Этот вариант выполнения в виде Н-образного моста обеспечивает лучшее использование имеющегося диапазона напряжения, и при одинаковой мощности используют меньше тока, чем в способе управления согласно предыдущему варианту выполнения.

Объектом изобретения является также способ управления инвертором напряжения, в котором при детектировании неисправности в одном из средств переключения способ управления содержит следующие этапы, на которых:

- переводят в блокирующее состояние средства электрической изоляции, которые соединены с ячейкой, к которой принадлежит неисправное средство переключения;
 - управляют другими средствами переключения ячейки, к которой принадлежит
- 20 неисправное средство переключения, таким образом, чтобы ячейка, к которой принадлежит неисправное средство переключения, образовывала нейтральную точку, с которой соединены n фаз нагрузки.

Таким образом, согласно этому способу, в случае неисправности в одном из средств переключения другими средствами переключения ячейкой, к которой принадлежит

25 неисправное средство переключения, управляют таким образом, чтобы ячейка, к которой принадлежит неисправное средство переключения, образовывала нейтральную точку, с которой соединены все фазы нагрузки. Таким образом, даже если одно из средств переключения вышло из строя, можно продолжать использовать все фазы нагрузки.

30 Объектом изобретения является также способ управления инвертором напряжения, в котором при детектировании неисправности на соединении между контактами одной из фаз и одной из средних точек, способ управления содержит следующий этап, на котором:

- переводят в блокирующее состояние средства переключения, соединенные с фазой,
- 35 которая принадлежит к неисправному соединению.

Таким образом, когда одна из фаз нагрузки оказывается в состоянии короткого замыкания, размыкают два плеча, с которыми она соединена, и можно использовать все другие фазы нагрузки.

Объектом изобретения является также способ управления инвертором напряжения, в котором при детектировании короткого замыкания в одном из средств переключения, переводят в проводящее состояние элемент переключения, с которым соединено замкнутое накоротко средство переключения.

Объектом изобретения является также способ управления инвертором напряжения, в котором при отсутствии детектирования короткого замыкания в средствах

45 переключения все элементы переключения переводят в блокирующее состояние.

Предпочтительно устройство управления и отслеживания инвертора в соответствии с изобретением выполнено с возможностью осуществления этапов описанных выше способов управления.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Другие отличительные признаки и преимущества изобретения будут более очевидны из нижеследующего описания со ссылками на прилагаемые фигуры, на которых:

Фиг. 1 - схема инвертора напряжения согласно варианту выполнения изобретения.

5 Фиг. 2 - схема инвертора напряжения, показанного на фиг. 1, в случае которого замыкания в одном из средств переключения.

Фиг. 3 - схема инвертора напряжения, показанного на фиг. 1, в случае размыкания цепи в одном из средств переключения.

10 Фиг. 4 - схема инвертора напряжения, показанного на фиг. 1, в случае неисправности в виде размыкания цепи в соединении между фазами нагрузки и одним из плеч одной из ячеек инвертора.

Фиг. 5 - схема инвертора напряжения согласно варианту выполнения изобретения.

Фиг. 6 - схема инвертора напряжения, показанного на фиг. 1, согласно первому варианту нормальной работы.

15 Фиг. 7 - схема инвертора напряжения, показанного на фиг. 1, согласно второму варианту нормальной работы.

Для большей ясности идентичные или аналогичные элементы обозначены на всех фигурах одинаковыми позициями.

ОПИСАНИЕ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ ВЫПОЛНЕНИЯ

20 На фиг. 1 показан инвертор напряжения согласно варианту выполнения изобретения. Этот инвертор напряжения является трехфазным инвертором, предназначенным для модулирования электрической энергии, обмениваемой между двумя источниками электрической энергии, один из которых является источником 11 постоянного напряжения, а другой - трехфазной переменной нагрузкой 1. Такой инвертор может
25 быть двунаправленным по мощности.

Нагрузка 1 содержит три фазы, соответственно 2, 3 и 4. Предпочтительно нагрузка 1 является синхронным двигателем с постоянными магнитами.

Каждая фаза содержит первый контакт, соответственно 5, 6 и 7, и второй контакт, соответственно 8, 9 и 10.

30 Инвертор напряжения содержит также первую ячейку 12 и вторую ячейку 13. Каждая ячейка 12, 13 содержит три плеча, соответственно 14, 15, 16 и 17, 18, 19. Три плеча каждой ячейки соединены между собой параллельно.

Каждое плечо содержит средства Q1/Q4, Q2/Q5, Q3/Q6, Q7/Q10, Q8/Q11, Q9/Q12 переключения. Два средства переключения одного плеча соединены последовательно.

35 Между двумя средствами переключения одного плеча находится средняя точка 20, 21, 22, 23, 24, 25.

Каждое средство переключения может быть приведено в проводящее состояние или в блокирующее состояние.

40 Предпочтительно каждое средство переключения состоит из статического выключателя Т и из встречно-параллельного диода D. Предпочтительно статический переключатель является транзистором, например, типа БТИЗ (биполярный транзистор с изолированным затвором), или тиристором.

Каждый первый контакт 5, 6, 7 каждой фазы соединен с одной и только с одной из средних точек первой ячейки, соответственно 20, 21, 22.

45 Каждый второй контакт 8, 9, 10 каждой фазы соединен с одной и только с одной из средних точек второй ячейки, соответственно 23, 24, 25.

Таким образом, каждая фаза 2, 3, 4 образует с одним из плеч первой ячейки и с одним из плеч второй ячейки Н-образный мост.

Первая ячейка 12 соединена с контактом «+» источника 11 напряжения через первое средство Q13 электрической изоляции. Первая ячейка 12 соединена с контактом «-» источника 11 напряжения через второе средство Q14 электрической изоляции.

Вторая ячейка 13 соединена с контактом «+» источника 11 напряжения через третье средство Q15 электрической изоляции. Вторая ячейка 13 соединена с контактом «-» источника напряжения через четвертое средство Q16 электрической изоляции.

Каждое средство электрической изоляции может быть приведено в проводящее состояние или в блокирующее состояние.

Предпочтительно каждое средство электрической изоляции содержит выключатель, который является двунаправленным, так как ток является переменным.

Инвертор в соответствии с изобретением может дополнительно содержать фильтрующий каскад 26, расположенный между источником 11 напряжения и первой и второй ячейками 12, 13.

Этот фильтрующий каскад 26 предпочтительно содержит две индуктивные катушки 27, 28, последовательно соединенные с источником 11 напряжения, и конденсатор 29, параллельно соединенный с источником 11 напряжения.

Описанный выше инвертор напряжения может работать в двух вариантах нормальной работы в отсутствие неисправности.

Согласно первому варианту нормальной работы, показанному на фиг. 6, одна из ячеек, то есть либо первая ячейка, либо вторая ячейка образует нейтральную точку, тогда как инвертор работает с другой ячейкой, как в случае известных инверторов.

В дальнейшем будем считать, что нейтральная точка образована второй ячейкой 13, хотя настоящее описание можно применить также для случая, когда нейтральная точка может быть образована первой ячейкой, так как обе ячейки являются абсолютно идентичными.

В этом случае оба средства Q15 и Q16 электрической изоляции, которые соединяют вторую ячейку 13 с источником 11 напряжения, установлены в блокирующее состояние, чтобы вторая ячейка 13 была отключена от источника 11 напряжения. Кроме того, средства Q7-Q12 переключения второй ячейки 13 находятся в таком состоянии, при котором вторая ячейка 13 образует нейтральную точку, с которой соединены три фазы 2, 3, 4 нагрузки.

Для этого верхние средства Q7, Q8, Q9 переключения установлены в блокирующее состояние, тогда как нижние средства Q10, Q11, Q12 переключения установлены в проводящее состояние, или наоборот.

При этом первая ячейка 12 работает, как в известных инверторах. Таким образом, согласно предпочтительному варианту выполнения, средства переключения одного плеча находятся в противоположных состояниях, одно из которых является блокирующим, а другое - проводящим.

Согласно второму варианту нормальной работы, показанному на фиг. 7, инвертор напряжения работает без нейтральной точки. В этом случае четыре средства Q13, Q14, Q15, Q16 электрической изоляции находятся в проводящем состоянии.

Кроме того, каждая фаза образует с двумя плечами, с которыми она соединена, H-образный мост, в котором два средства переключения одного плеча находятся в противоположных состояниях, одним из которых является проводящее, а другим - блокирующее.

Таким образом, фаза 2 образует с плечами 14 и 19 первый H-образный мост. Фаза 3 образует с плечами 15 и 18 второй H-образный мост. Фаза 4 образует с плечами 16 и 17 третий H-образный мост.

Кроме того, когда верхнее средство переключения плеча первой ячейки находится в проводящем состоянии, нижнее средство переключения плеча второй ячейки, которая принадлежит к тому же Н-образному мосту, тоже находится в проводящем состоянии.

Таким образом, когда средства Q1 и Q12 переключения находятся в проводящем состоянии, средства Q4 и Q9 переключения находятся в блокирующем состоянии и наоборот.

Точно так же, когда средства Q2 и Q11 переключения находятся в проводящем состоянии, средства Q5 и Q8 переключения находятся в блокирующем состоянии и наоборот.

Точно так же, когда средства Q3 и Q10 переключения находятся в проводящем состоянии, средства Q6 и Q7 переключения находятся в блокирующем состоянии и наоборот.

Этот вариант нормальной работы без нейтральной точки представляет особый интерес, так как он позволяет производить инверсию полярности напряжения на контактах каждой фазы, и инвертор напряжения может работать в широком диапазоне напряжения. Так, согласно этому варианту работы, диапазон напряжения в два раза больше, чем в предыдущем варианте нормальной работы, то есть диапазон напряжения равен двойному диапазону напряжения источника 11 напряжения.

На фиг. 2 представлено состояние монтажной схемы, показанной на фиг. 1, в случае неисправности и, в частности, в случае короткого замыкания в средстве Q10 переключения.

В этом случае два других средства переключения, принадлежащие к той же ячейке 13, что и замкнутое накоротко средство Q10 переключения, и соединенные с замкнутым накоротко средством Q10 переключения, то есть Q11 и Q12, замкнуты (или находятся в проводящем состоянии).

Средства переключения, принадлежащие к той же ячейке 13, что и замкнутое накоротко средство Q10 переключения, и являющиеся противоположными замкнутому накоротко средству переключения, то есть Q7, Q8, Q9, являются разомкнутыми (или находятся в блокирующем состоянии).

Средства электрической Q15 и Q16 изоляции, которые соединяют ячейку 13, к которой принадлежит замкнутое накоротко средство Q10 переключения, приведены в блокирующее состояние таким образом, чтобы ячейка 13, к которой принадлежит неисправное средство Q10 переключения, была электрически изолирована от источника 11 напряжения.

Таким образом, ячейка 13, к которой принадлежит неисправное средство переключения, образует нейтральную точку, с которой соединены три фазы 2, 3, 4 нагрузки. При этом инвертор в соответствии с изобретением может продолжать работать, используя три фазы нагрузки, несмотря на наличие короткого замыкания в одной из ячеек, и, следовательно, мощность не теряется, несмотря на присутствие короткого замыкания в одном из средств переключения.

В этом случае другая ячейка, которая в данном случае является первой ячейкой 12, продолжает работать нормально, то есть два средства переключения одного плеча находятся в противоположных состояниях, при этом одно находится в блокирующем состоянии, а другое - в проводящем состоянии.

На фиг. 3 показан инвертор, показанный на фиг. 1, в случае размыкания цепи в одном из средств переключения, в данном случае в средстве Q10 переключения.

В этом случае средства переключения, которые принадлежат к той же ячейке 13, что и средство Q10 переключения с разомкнутой цепью, и которые связаны со средством

Q10 переключения с разомкнутой цепью, то есть Q11 и Q12, установлены в проводящее состояние.

Средства переключения, которые принадлежат к той же ячейке 13, что и средство Q10 переключения с разомкнутой цепью, и которые являются противоположными к
5 средству Q10 переключения с разомкнутой цепью, то есть Q7, Q8, Q9, установлены в блокирующее состояние.

Средства Q15 и Q16 изоляции, которые соединяют ячейки 13, к которой принадлежит средство переключения с разомкнутой цепью, с источником 11 напряжения, приведены в блокирующее состояние, чтобы ячейка 13 была отключена от источника напряжения.

10 Таким образом, как и в случае, представленном на фиг. 2, ячейка, к которой принадлежит неисправное средство Q10 переключения, оказывается преобразованной в нейтральную точку с использованием неисправного средства переключения.

Другая ячейка 12 продолжает работать нормально.

На фиг. 4 представлен инвертор, показанный на фиг. 1, в случае размыкания цепи в
15 одной из фаз, которой в этом примере является фаза 2. В частности, соединение между контактом 5 фазы 2 нагрузки 1 и средней точкой 20 плеча 14 первой ячейки находится в состоянии разомкнутой цепи.

В этом случае все электрические средства Q13, Q14, Q15, Q16 переключения остаются в проводящем состоянии.

20 Средства Q1, Q4, Q9, Q12 переключения, соединенные с фазой 2, имеющей разрыв цепи, переведены в блокирующее состояние, чтобы отсоединить неисправную фазу 2 от остальной части схемы.

Неисправный инвертор продолжает при этом работать с двумя другими фазами 3 и 4, которые являются исправными. Таким образом, управление этими двумя фазами
25 осуществляют средства Q2, Q3, Q5, Q6, Q7, Q8, Q10, Q11 переключения.

На фиг. 5 показан инвертор согласно другому варианту выполнения изобретения. Показанный на фиг. 5 инвертор идентичен инвертору, показанному на фиг. 1, но он дополнительно содержит шесть элементов Q17-Q22 переключения.

30 Три первых элемента Q17-Q19 переключения соединяют три средние точки 20, 21, 22 первой ячейки 12 с первой нейтральной точкой 30. Три элемента Q20-Q22 переключения соединяют три средние точки 23, 24, 25 второй ячейки с второй нейтральной точкой 31.

Предпочтительно каждый элемент переключения представляет собой выключатель.

35 При нормальной работе инвертора элементы Q19-Q22 переключения находятся в блокирующем состоянии.

В случае короткого замыкания в одном из средств переключения, например, Q10, элемент Q22 переключения, с которым соединена средняя точка 25 плеча, к которому принадлежит Q10, устанавливаются в проводящее состояние, чтобы плечо, к которому принадлежит Q10, было приведено в идеальное состояние короткого замыкания. Таким
40 образом, даже если короткое замыкание Q10 не является абсолютным, ячейка 13, к которой принадлежит Q10, будет преобразована в идеальную нейтральную точку.

Другие элементы переключения Q20 и Q21, которые соединяют нейтральные точки ячейки 13, к которой принадлежит замкнутое накоротко средство Q10 переключения, тоже могут быть установлены в проводящее состояние, как только одно из средств
45 переключения ячейки 13 оказывается в состоянии короткого замыкания.

В случае неисправности в виде размыкания цепи элементы переключения остаются в блокирующем состоянии.

В случае неисправности в виде размыкания цепи в одной из фаз нагрузки, например,

в фазе 2, элементы Q17 и Q20 переключения, соединенные с этой фазой, могут быть переведены в проводящее состояние.

Естественно, изобретение не ограничивается описанными и представленными на фигурах вариантами выполнения, и можно предусмотреть их различные версии, не выходя при этом за рамки настоящего изобретения.

Формула изобретения

1. Инвертор напряжения, содержащий:

- нагрузку (1), содержащую n фаз (2, 3, 4), при этом каждая фаза (2, 3, 4) имеет первый контакт (5, 6, 7) и второй контакт (8, 9, 10);

- первую (12) и вторую (13) ячейки, каждая из которых содержит n плеч (14, 15, 16, 17, 18, 19), при этом каждое плечо содержит:

два последовательно соединенных средства (Q1/Q4, Q2/Q5, Q3/Q6, Q7/Q10, Q8/Q11, Q9/Q12) переключения, при этом каждое средство переключения может быть приведено в проводящее состояние или в блокирующее состояние,

среднюю точку (20, 21, 22, 23, 24, 25), расположенную между двумя средствами переключения,

при этом каждый первый контакт (5, 6, 7) каждой из фаз (2, 3, 4) нагрузки соединен с одной из средних точек (20, 21, 22) первой ячейки (12) и каждый второй контакт (8, 9, 10) каждой из фаз (2, 3, 4) нагрузки соединен с одной из средних точек (23, 24, 25) второй ячейки (13),

- источник (11) напряжения,

отличающийся тем, что первая ячейка подключена к положительному контакту источника напряжения через первое средство электрической изоляции и к отрицательному контакту источника напряжения через второе средство электрической изоляции, и тем, что вторая ячейка подключена к положительному контакту источника напряжения через третье средство электрической изоляции и к отрицательному контакту через четвертое средство электрической изоляции, при этом каждое средство электрической изоляции может быть приведено в проводящее состояние или в блокирующее состояние.

2. Инвертор напряжения по п.1, отличающийся тем, что каждое средство (Q1/Q4, Q2/Q5, Q3/Q6, Q7/Q10, Q8/Q11, Q9/Q12) переключения содержит статический выключатель (Т) и встречно-параллельный диод (D).

3. Инвертор напряжения по п.1 или 2, отличающийся тем, что дополнительно содержит устройство управления и отслеживания неисправностей, выполненное с возможностью:

- управления средствами переключения и средствами электрической изоляции,

- детектирования неисправности одного из средств переключения и

- детектирования неисправности соединения между одним из контактов одной из фаз и одной из средних точек.

4. Инвертор напряжения по п.1 или 2, отличающийся тем, что каждая средняя точка (20, 21, 22, 23, 24, 25) соединена с нейтральной точкой (30, 31) через элемент (Q17, Q18, Q19, Q20, Q21, Q22) переключения, при этом элемент переключения может находиться в блокирующем состоянии или в проводящем состоянии.

5. Инвертор напряжения по п.3, отличающийся тем, что каждая средняя точка (20, 21, 22, 23, 24, 25) соединена с нейтральной точкой (30, 31) через элемент (Q17, Q18, Q19, Q20, Q21, Q22) переключения, при этом элемент переключения может находиться в блокирующем состоянии или в проводящем состоянии.

6. Способ управления инвертором напряжения по любому из пп.1-5, отличающийся тем, что при отсутствии детектирования неисправности способ управления содержит следующие этапы, на которых:

- переводят в блокирующее состояние средства (Q13, Q14) электрической изоляции, связанные с первой ячейкой (12),
- управляют средствами (Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6) переключения первой ячейки (12) таким образом, чтобы первая ячейка (12) образовывала нейтральную точку, с которой соединены n фаз (2, 3, 4) нагрузки (1),
- переводят в проводящее состояние средства (Q15, Q16) электрической изоляции, связанные с второй ячейкой (13),
- управляют средствами (Q7, Q8, Q9, Q10, Q11, Q12) переключения второй ячейки (13) таким образом, чтобы два средства переключения одного плеча (Q7/Q10, Q8/Q11, Q9/Q12) второй ячейки (13) находились в противоположных состояниях, одно из которых является проводящим, а другое - блокирующим.

7. Способ управления инвертором напряжения по любому из пп.1-5, отличающийся тем, что в отсутствие детектирования неисправности способ управления содержит следующие этапы, на которых:

- переводят в проводящее состояние четыре средства (Q13, Q14, Q15, Q16) электрической изоляции;
- управляют средствами (Q1-Q12) переключения таким образом, чтобы каждая фаза (2, 3, 4) образовала с двумя плечами, с которыми она соединена, H-образный мост.

8. Способ управления инвертором напряжения по любому из пп.1-5, отличающийся тем, что при детектировании неисправности в одном из средств (Q10) переключения способ управления содержит следующие этапы, на которых:

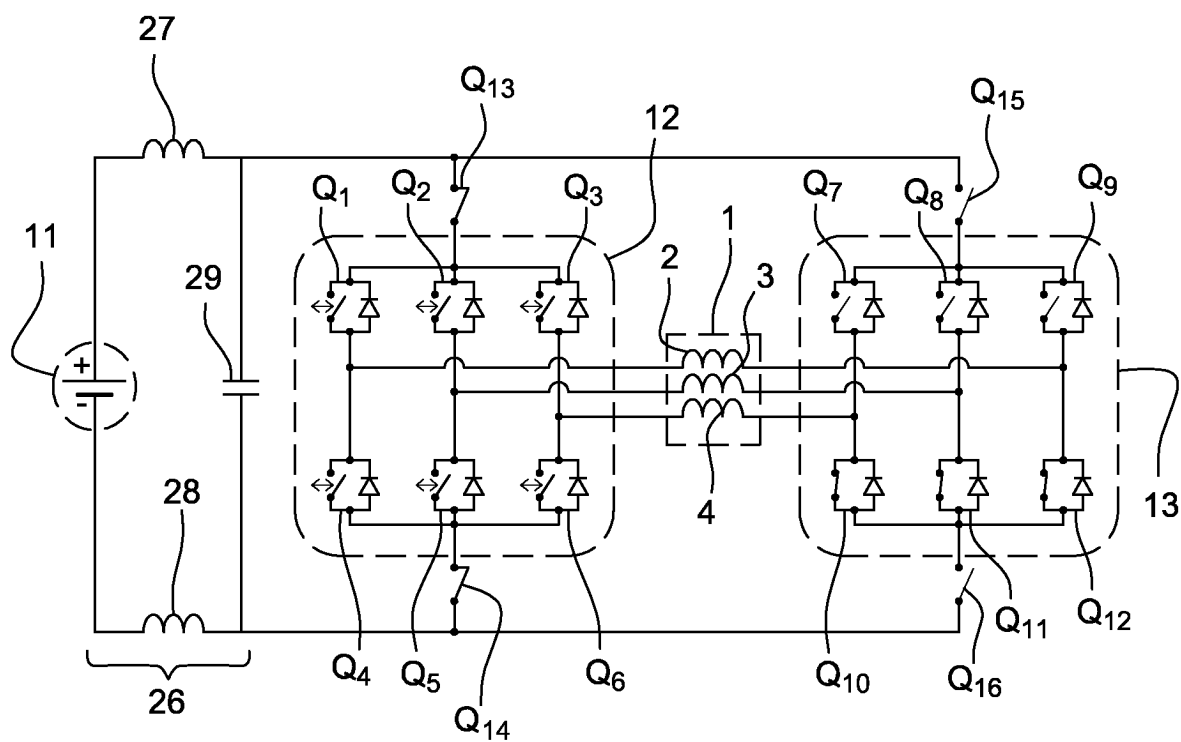
- переводят в блокирующее состояние средства электрической (Q15, Q16) изоляции, соединенные с ячейкой (13), к которой принадлежит неисправное средство (Q10) переключения;
- управляют другими средствами (Q7, Q8, Q9, Q11, Q12) переключения ячейки (13), к которой принадлежит неисправное средство (Q10) переключения, таким образом, чтобы ячейка (13), к которой принадлежит неисправное средство (Q10) переключения, образовывала нейтральную точку, с которой соединены n фаз (2, 3, 4) нагрузки (1).

9. Способ управления инвертором напряжения по любому из пп.1-5, отличающийся тем, что при детектировании неисправности на соединении между контактами одной из фаз (2) и одной из средних точек (20) способ управления содержит следующий этап, на котором:

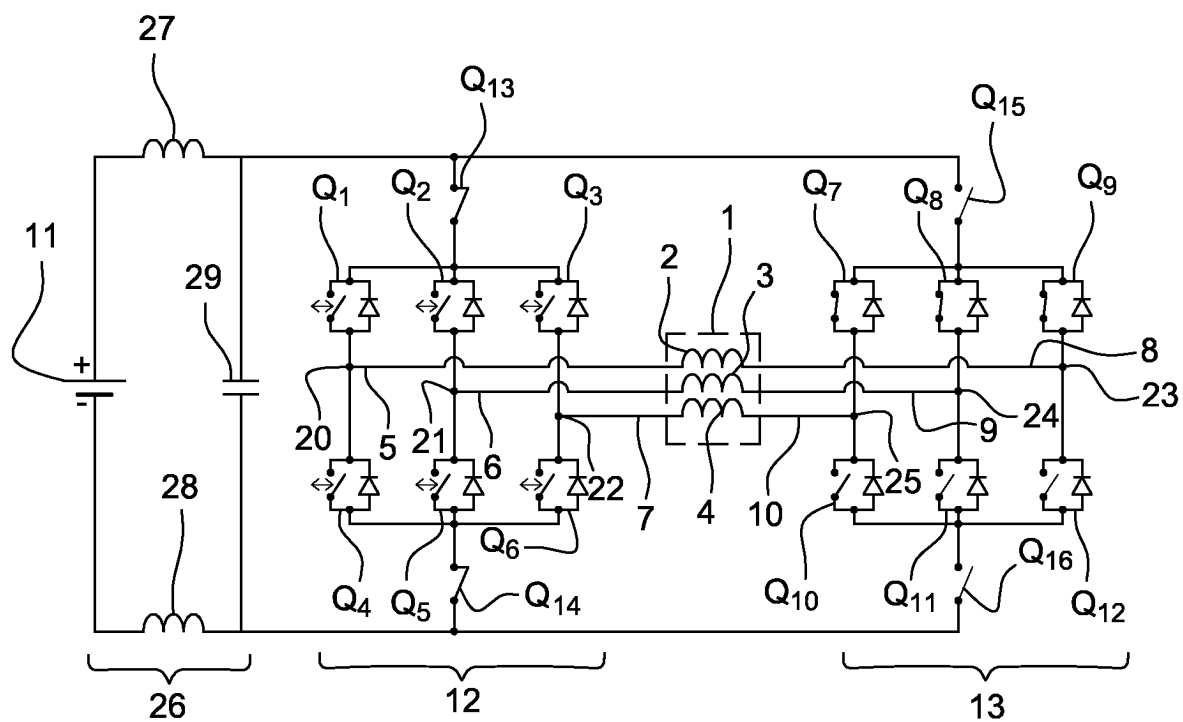
- переводят в блокирующее состояние средства (Q1, Q4, Q9, Q12) переключения, соединенные с фазой (2), которая принадлежит к неисправному соединению.

10. Способ управления инвертором напряжения по п.4 или 5, отличающийся тем, что при детектировании короткого замыкания в одном из средств (Q10) переключения переводят в проводящее состояние элемент (Q22) переключения, с которым соединено замкнутое накоротко средство (Q10) переключения.

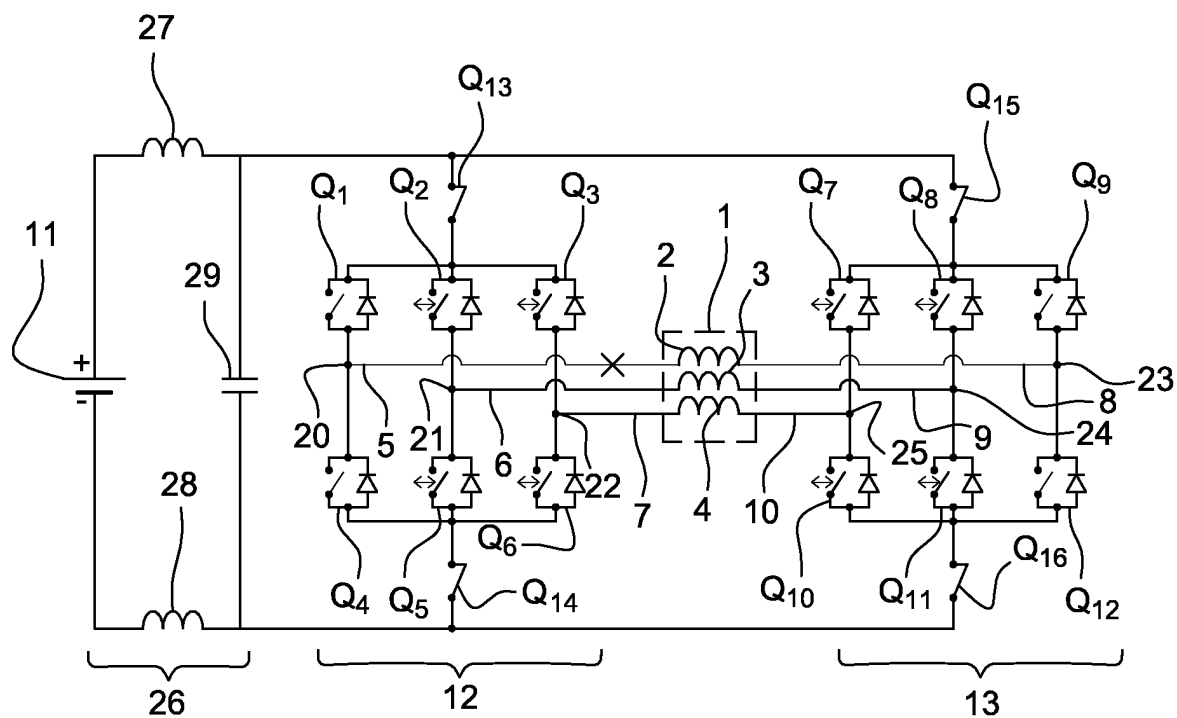
11. Способ управления инвертором напряжения по п.4 или 5, отличающийся тем, что при отсутствии детектирования короткого замыкания в средствах переключения все элементы (Q17, Q18, Q19, Q20, Q21, Q22) переключения переводят в блокирующее состояние.



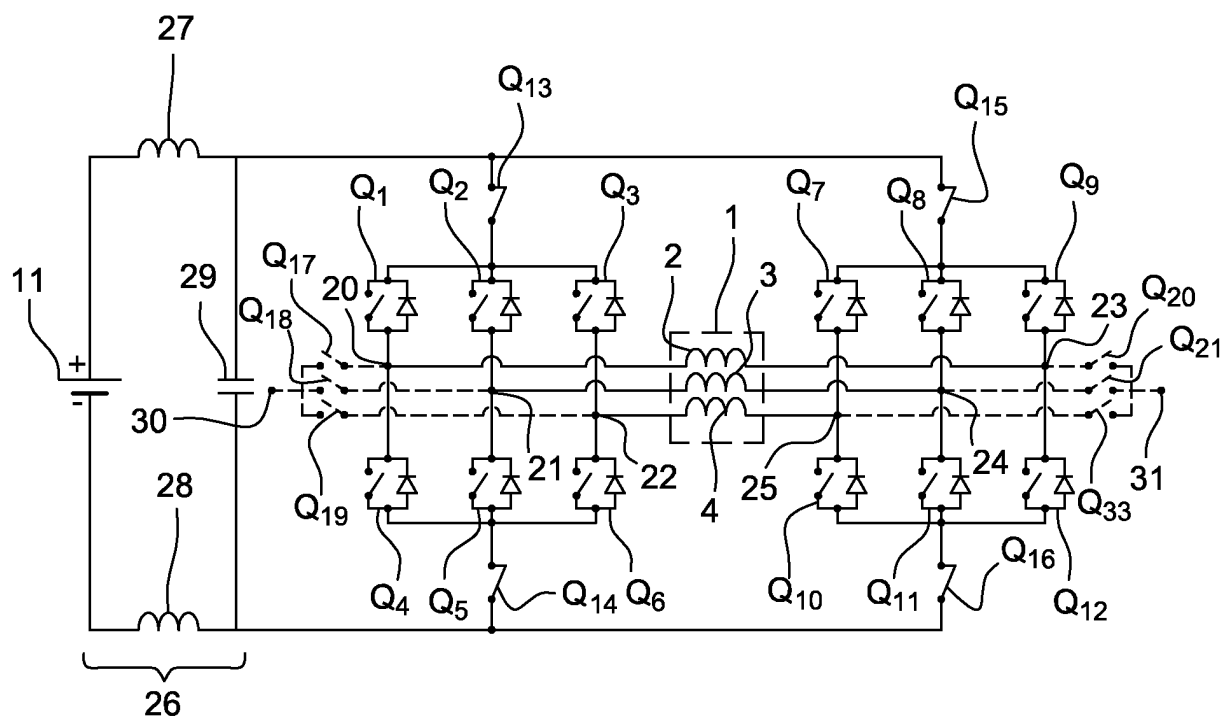
ФИГ.2



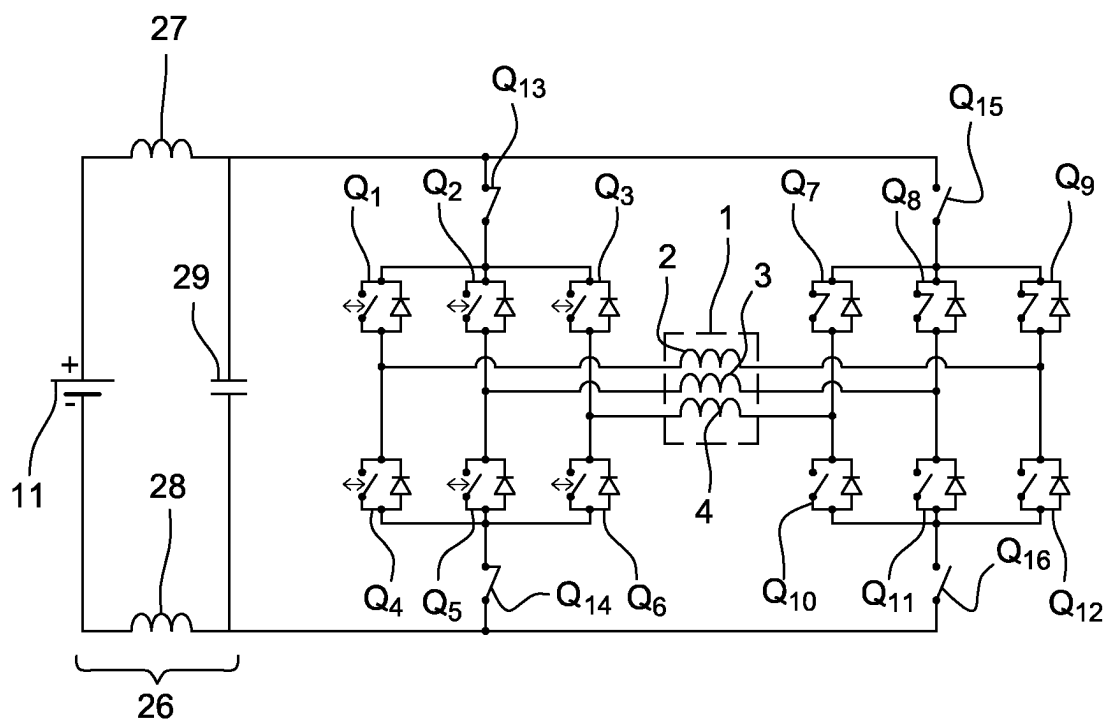
ФИГ.3



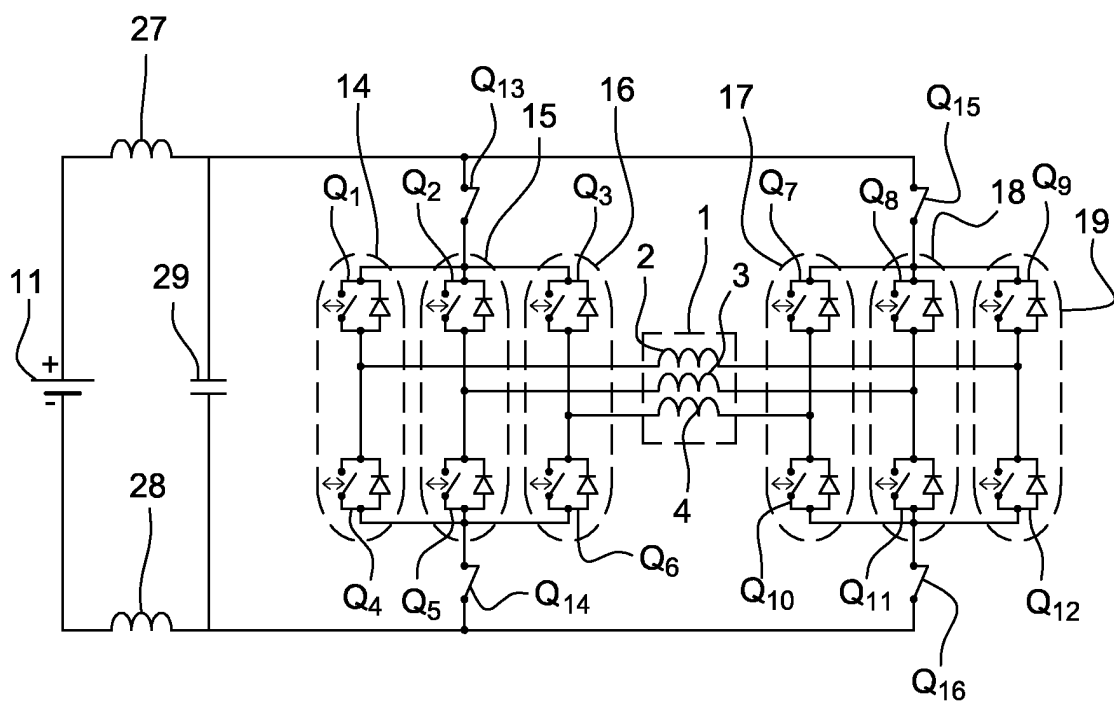
ФИГ.4



ФИГ.5



ФИГ.6



ФИГ.7