



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 138 111** ⁽¹³⁾ **C1**
 (51) МПК⁶ **H 02 M 3/07, 3/10**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
 ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

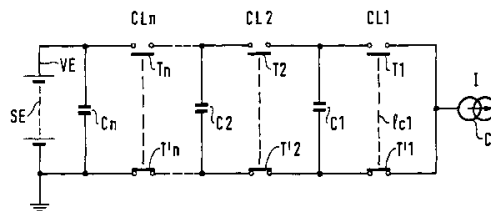
(21), (22) Заявка: 96119346/09, 28.12.1995
 (30) Приоритет: 29.12.1994 FR 9415864
 (46) Дата публикации: 20.09.1999
 (56) Ссылки: FR 21679715 A1, 29.01.93. SU 290374 A, 22.12.70. SU 466593 A, 24.06.75.
 (85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу: 29.09.96
 (86) Заявка РСТ: FR 95/01748 (28.12.95)
 (87) Публикация РСТ: WO 96/2167 (11.07.96)
 (98) Адрес для переписки: 103735, Москва, ул.Ильинка 5/2, Союзпатент, патентному поверенному Дудушкину С.В.

(71) Заявитель: Гец Альстом Транспор С.А. (FR)
 (72) Изобретатель: Жан-Поль Лявьевиль (FR), Филип Карер (FR), Тьерри Мейнар (FR)
 (73) Патентообладатель: Гец Альстом Транспор С.А. (FR)

(54) ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ И СИСТЕМА ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ, ИСПОЛЬЗУЮЩАЯ ЕЕ

(57) Реферат:
 Многоуровневый преобразователь, включающий, в частности, конденсатор (C1, C2, ..., Cn) для каждого из его элементов. Конденсаторы имеют номинальные напряжения заряда, пропорциональные их соответствующим порядкам в преобразователе. Он также включает средства управления (BT, DA1, ..., DAn, pe2, ..., pe n), предназначенные для оценки напряжения источника напряжения (VEC n), и если оно недостаточно, для приостановки номинальной работы преобразователя (SE) и для воздействия на переключатели (T1, T'1, T2, T'2, ..., Tn, T'n) таким образом, что первоначально, пока напряжение источника напряжения устанавливается, оно начинает

заряжать все конденсаторы преобразователя (C1, C2, ..., Cn), после чего средства управления устанавливают номинальный режим работы преобразователя. Техническим результатом является повышение экономичности и быстродействия. 2 с. и 1 з.п. ф-лы, 3 ил.



Фиг.1

RU 2 138 111 C1

RU 2 138 111 C1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 138 111** ⁽¹³⁾ **C1**

(51) Int. Cl.⁶ **H 02 M 3/07, 3/10**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 96119346/09, 28.12.1995
 (30) Priority: 29.12.1994 FR 9415864
 (46) Date of publication: 20.09.1999
 (85) Commencement of national phase: 29.09.96
 (86) PCT application:
 FR 95/01748 (28.12.95)
 (87) PCT publication:
 WO 96/2167 (11.07.96)
 (98) Mail address:
 103735, Moskva, ul. Il'inka 5/2, Sojuzpatent,
 patentnomu poverennomu Dudushkinu S.V.

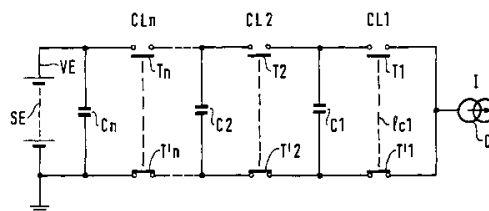
(71) Applicant:
 Gets Al'stom Transpor S.A. (FR)
 (72) Inventor: Zhan-Pol' Ljav'evil' (FR),
 Filip Karer (FR), T'eri Mejnar (FR)
 (73) Proprietor:
 Gets Al'stom Transpor S.A. (FR)

(54) **ELECTRIC CIRCUIT FOR ENERGY CONVERSION AND POWER SUPPLY SYSTEM USING IT**

(57) Abstract:

FIELD: electrical engineering. SUBSTANCE: multilevel converter incorporates, among other things, capacitors C1, C2, ... Cn, one for each of its components. Capacitors are rated at charge voltage proportional to their respective sequences in converter. It also incorporates control facilities BT, DA1, ... Dn, oe2, ... pn designed for evaluating voltage across power supply VECn and for stopping normal operation of converter SE as well as for actuating switches T1, T1, T2, T2, ... Tn, Tn in case this voltage is too low so as to charge all capacitors C1, C2, ... Cn of converter for

the time being until supply voltage is recovered whereupon control facilities function to set normal operating conditions of converter. EFFECT: improved economic efficiency and speed of circuit. 3 cl, 3 dwg



Фиг.1

RU 2 1 3 8 1 1 1 C 1

RU 2 1 3 8 1 1 1 C 1

Настоящее изобретение относится к электронным схемам для преобразования электрической энергии, подобным описанной в заявке Франции FR 21 679 715 А1 и к системе электропитания, использующей такую схему.

Вышеуказанный известный преобразователь представлен на фиг. 1. Он содержит включенные между источником напряжения SE и источником тока C последовательность управляемых переключаемых элементов CL1, CL2, ..., CLn, каждый из которых имеет два переключателя T1, T'1; T2, T'2; ...; Tn, T'n, причем один контакт каждого из двух переключателей образует часть пары последующих контактов, а другой контакт каждого из переключателей образует часть пары предшествующих контактов, при этом пара предшествующих контактов последующего элемента соединена с парой последующих контактов предшествующего элемента, а пара последующих контактов первого элемента CL1 соединена с источником тока C, в то время как пара предшествующих контактов последнего элемента CLn соединена с источником напряжения SE, преобразователь также содержит соответствующий конденсатор C1, C2, ..., Cn для каждого элемента, за исключением того, что конденсатор последнего элемента может отсутствовать, если источник напряжения SE подходит для выполнения той же функции, каждый конденсатор включен между двумя контактами, образующими пару предшествующих контактов ее элемента; кроме того, преобразователь имеет средство управления (не показано), управляющее номинальным режимом преобразователя и воздействующее на переключатели последовательных элементов таким образом, что два переключателя любой ячейки всегда находятся в соответствующих противоположных состояниях проводимости (представлено управляющими связями, например, 1c1), так что в ответ на управляющий сигнал элемента, поданный средством управления, один из двух переключателей в данном элементе находится последовательно в первом состоянии проводимости, а затем во втором состоянии проводимости в течение циклически повторяющегося периода преобразователя и так, что в ответ на управляющие сигналы элемента, которые одинаковы, но смещены во времени на долю периода преобразователя, переключатели последовательных элементов функционируют соответственно одинаковым образом, но со смещением во времени на долю периода.

Предпочтительно доля периода равна обратной величине числа n элементов, то есть $2\pi/n$, которая оптимальна в отношении гармоник, генерируемых на выходе, и которая дает возможность естественно компенсировать напряжения, накопленные на конденсаторах преобразователя. Некоторые другие смещения тем не менее допустимы.

В таком преобразователе, последовательные конденсаторы C1, C2, ..., Cn имеют соответственные возрастающие средние значения напряжений заряда, причем среднее значение напряжения заряда конденсатора, связанного с каждым из элементов, равно произведению напряжения

VE, подаваемому источником напряжения SE, умноженному на обратную величину числа элементов в преобразователе и на порядок элемента, то есть $VE/3, 2VE/3, VE$, когда $n = 3$, т.е. преобразователь имеет только три элемента.

Термин "многоуровневый преобразователь" используется ниже для обозначения преобразователя, который удовлетворяет вышеприведенному описанию.

Преимуществом такого преобразователя является то, что при нормальном функционировании на каждый из переключателей действует только часть максимального напряжения, действующего на преобразователь, то есть часть, которая соответствует разности между напряжениями заряда двух конденсаторов двух смежных элементов. Таким образом возможно реализовать прерыватели с помощью компонент, которые более экономичны и/или являются более быстродействующими; если они являются более быстродействующими, тогда возможно изготовить преобразователь, рабочая частота которого выше, а это является наибольшим преимуществом на практике.

Задачей настоящего изобретения является обеспечение того, чтобы конденсаторы приобретали соответствующие им напряжения заряда с высоким быстродействием, как только источник напряжения подает питание на преобразователь.

Способ работы преобразователя таков, что, если номинальное напряжение заряда конденсатора выше, чем оно должно быть, то он подает дополнительный ток на источник тока, таким образом стремясь возратить его напряжение заряда к номинальному значению. Тем не менее, процесс является относительно медленным, особенно когда ток, протекающий через источник тока, мал.

Применительно к условиям, когда источник напряжения первоначально неактивен, а затем мгновенно устанавливает напряжение питания преобразователя, результатом является то, что на переключатели действует чрезмерно высокие напряжения в течение относительно длительного промежутка времени.

Тем не менее важно, как при таких условиях, так и при нормальном функционировании, избежать воздействия на переключатели повышенных напряжений даже временно, так как это может вывести их из строя.

В соответствии с изобретением вышеуказанный результат достигается в том, что преобразователь содержит средство управления, предназначенное для вычисления напряжения источника напряжения преобразователя, и, как только оно оказывается меньше определенного порога, для приостановки номинального режима работы преобразователя, и для воздействия на переключатели таким образом, что когда напряжение источника напряжения имеет значение в пределах от нуля до самого низкого значения из номинальных напряжений заряда, оно заряжает все конденсаторы преобразователя, когда напряжение источника напряжения превышает самое низкое номинальное напряжение заряда, конденсатор, номинально

заряженный до этого напряжения, выключается из схемы, и напряжение источника напряжения продолжает заряжать конденсаторы, требующие более высоких номинальных напряжений заряда, как только напряжение источника напряжения превысит более высокое напряжение заряда, конденсатор номинально заряженный до этого напряжения, в свою очередь выключается из схемы, причем напряжение источника напряжения продолжает заряжать другие конденсаторы, и так далее до тех пор, пока все конденсаторы преобразователя не будут заряжены до соответствующих им номинальных напряжений заряда, после чего средство управления устанавливает номинальный режим работы преобразователя.

В варианте осуществления преобразователя, средство управления воздействует на переключатели так, что для напряжения источника напряжения, которое превышает ноль, оба переключателя первоначально одновременно закрываются во всех элементах, за исключением переключателей первого элемента, который находится в другом состоянии, таком, что напряжение, подаваемое на эту нагрузку равно нулю, после чего, когда напряжение источника напряжения повышается, пары переключателей последовательно следующих элементов переводятся в другое состояние элемент за элементом.

Изобретение также предусматривает систему, использующую такой преобразователь и то, как он выполнен, когда необходимо, так что установление напряжения источника напряжения происходит постепенно в соответствии с тем, как это имеет место для преобразователя.

Различные цели и характеристики настоящего изобретения более полно раскрыты в нижеследующем описании примеров осуществления изобретения, представленного, без каких-либо ограничений, со ссылками на чертежи, на которых показано следующее:

фиг. 1 - принципиальная схема описанного выше известного многоуровневого преобразователя;

фиг. 2 - принципиальная схема средства управления для многоуровневого преобразователя по фиг. 1, выполненного с возможностью обеспечения реализации изобретения; и

фиг. 3 - принципиальная схема средства для оценки напряжения заряда конденсатора, применимая в схеме по фиг. 2.

Многоуровневый преобразователь повторно не описывается. Схема по фиг. 1 соответствует типу преобразователя, описанному в патенте Франции N 2 697 715 A1.

На фиг. 2 показаны только конденсаторы C1, C2, ..., Cn фиг. 1. Согласно изобретению, каждый из этих конденсаторов связан с соответствующей схемой оценки VMO1, VMO2, ..., VMO_n, позволяющей оценить напряжение на выводах каждого из конденсаторов. Для этой цели каждая такая схема соединена с двумя выводами соответствующего конденсатора и представляет сигнал оценки VO1, VO2, ..., VO_n, представляющий напряжение, которое существует на выводах конденсатора.

Как показано на фиг. 3, реализация схемы оценки содержит сопротивления $ptK1$ и $ptK2$, включенные последовательно между выводами конденсатора CK и подающими определенными части напряжения между выводами конденсатора на аналого-цифровой преобразователь ADC, который реагирует на каждый импульс fK подачей цифрового значения напряжения, которое считывается логической схемой pvK , переключаемой сигналом gK . Сигналы fK и gK выдаются генератором развертки BT (фиг. 2).

Согласно изобретению, каждый из конденсаторов также связан с соответствующей разностной схемой VE1, VE2, ..., VE_n, измеряющей разность, если она имеется, между наблюдаемым напряжением заряда, полученным с соответствующей схемы оценки, и номинальным напряжением заряда конденсатора. Разностная схема сама вычисляет номинальное напряжение заряда конденсатора, которое составляет $1/n$ часть напряжения VE источника напряжения SE, умноженной на порядок R каскада, где n - число каскадов в преобразователе. Эта схема, таким образом, получает величины VE и R, в то время как величина n, которая является постоянной для преобразователя в целом, фиксирована для каждой схемы (величина R постоянна для каждого каскада и может быть таким образом задана как постоянная). Схема получает номинальное напряжение заряда $VE \cdot R/n$ и сравнивает его с напряжением оценки заряда для получения разностного сигнала VEC1, VEC2, ..., VEC_n, представляющего разность между упомянутыми двумя напряжениями. Разностный сигнал может быть простым логическим сигналом (в 2 бита), представляющим только наличие разности и ее знак. Преимущественно по причинам, объяснимым ниже, разностный сигнал формируется, если разность заряда конденсатора превышает заранее определенный порог, который зафиксирован в разностной схеме.

Средство управления по фиг. 2 также включает управляющие модули MC1, MC2, ..., MC_n, срабатывающие в ответ на сигналы переключения $sd1, sd2, \dots, sdn$. На каждом цикле преобразователя генератор развертки BT выдает сигнал sd , который непосредственно образует сигнал $sd1$ и который также формирует смещенные во времени сигналы $sd2, \dots, sdn$ посредством блоков задержки R2, ..., R_n. Функцией управляющих импульсов во время каждого цикла преобразователя с целью включения сигналов CT1, CT2, ..., CT_n, которые управляют переключателями преобразователя. В каждом случае номинальная длительность каждого такого импульса в основном определяется величиной VE напряжения, обеспечиваемого источником напряжения и уровнем напряжения, передаваемого источнику тока. Этот аспект работы преобразователя не описан подробно, так как он находится вне области настоящего изобретения.

Каждый из этих управляющих импульсов активного уровня подается непосредственно на один из соответствующих переключателей T'1, T'2, ..., T'n, переводя их в непроводящее состояние, и каждый импульс также подается на соответствующий логический элемент ИЛИ

HE ре1, ре2,..., реп, который затем выдает противоположный или "неактивный" уровень, переводя соответствующие переключатели Т1, Т2,..., Тп в проводящее состояние, независимо от уровня на другом входе логического элемента ИЛИ HE.

Во время нормальной работы преобразователя состояния двух переключателей в каждой паре Т1, Т'1; Т2, Т'2; ...; Тп, Т'п поэтому всегда противоположны, как упомянуто выше.

Кроме того, согласно изобретению, преобразователь включает средство управления, по существу находящееся в генераторе развертки ВТ в примере по фиг. 2, непрерывно принимающее оценку напряжения источника напряжения преобразователя в виде разностного сигнала VECп, и как только это напряжение падает ниже заданного порога, оно приостанавливает номинальную работу преобразователя.

Так как сигнал VECп связан с напряжением заряда конденсатора Сп, он одновременно связан с напряжением источника напряжения. На практике или это напряжение находится на номинальном значении и осуществляется номинальная работа преобразователя, или это напряжение еще не находится на номинальном значении, имея значение, которое возвращается к нормальному; и без использования данного изобретения рабочее напряжение переключателей может быть повышенным, в этом случае нормальная работа преобразователя не должна продолжаться, что будет показано ниже.

Таким образом, если генератор развертки ВТ обнаруживает, что напряжение источника напряжения недостаточно, он прекращает выдавать сигнал sd, а вместо него вырабатывает сигнал постоянного тока at. Так как сигнал sd отсутствует, сигналы СТ1, СТ2,..., СТп остаются в неактивном состоянии, таким образом переводя переключатели Т'1, Т'2,..., Т'п в проводящее состояние.

Сигнал at запускает схемы ожидания DA1, DA2, ..., DAn-1 (не показаны). Каждая из них контролирует соответствующий разностный сигнал VEC1, VEC2,..., и до тех пор, пока значение напряжение заряда соответствующего конденсатора не станет таким, чтобы выключить разностный сигнал; схема задержки подает сигнал управления зарядом DR1, DR2,..., на соответствующий логический элемент ре2, ..., реп переключаемого элемента в непосредственно более высокого порядка.

Таким образом, для каждого элемента до тех пор, пока ни один из конденсаторов не является в достаточной степени заряженным, когда переключатель Т'2, ..., Т'п является проводящим, также проводящим является и переключатель Т2, ..., Тп. Как видно из фиг. 1, все конденсаторы таким образом включены параллельно с выводами источника напряжения.

Как только напряжение источника напряжения устанавливается, все конденсаторы заряжаются параллельно.

После этого, когда конденсатор С1 достигает своего номинального заряда, разностный сигнал VEC1 исчезает, ожидающая схема DA1 выключает сигнал управления зарядом DR1, и переключатель

Т2 становится непроводящим, таким образом прерывая зарядку конденсатора С1, в то время как для других конденсаторов зарядка продолжается.

5 Когда конденсатор С2, в свою очередь, в достаточной степени заряжен, соответствующий разностный сигнал VEC2 выключается, и ожидающая схема DA2 выключает сигнал DR2, таким образом переводя переключатель Т3 (не показан) в непроводящее состояние, и так далее, до тех пор, пока конденсатор Сп-1 (не показан) будет заряжен, таким образом переводя переключатель Тп в непроводящее состояние.

15 Наконец, когда конденсатор Сп полностью заряжен, генератор развертки фиксирует исчезновение разностного сигнала VECп и выключает постоянный сигнал at, в то же время устанавливая номинальный режим работы преобразователя с помощью выработки периодического сигнала sd.

20 Очевидно, что вариантом вышеописанного могло бы быть сравнение не напряжений заряда, наблюдаемых на каждом конденсаторе, с каждым соответствующим номинальным напряжением заряда для конденсатора, а просто сравнение напряжения источника напряжения с различными номинальными напряжениями заряда; этот вариант был бы дешевле.

25 Естественно, вышеописанное основано на предположении, что напряжение источника напряжения устанавливается в достаточной степени постепенно, чтобы обеспечить описанной выше режим работы.

30 Это предположение обычно справедливо, так как источник почти всегда содержит фильтр, который устанавливает ограничение на градиент установления тока. Источником может также быть источник электропитания сети переменного тока, а обычно имеющие место постоянные времени в основном имеют величину порядка четверти периода, то есть 5 мс или 50 Гц, что значительно превышает рабочий цикл преобразователя.

35 Наконец, согласно изобретению, можно, если это необходимо, добавить средство увеличения постоянной времени, так что напряжение источника напряжения действительно будет устанавливаться постепенно в виде, подходящем для используемого преобразователя.

40 Также желательно, чтобы напряжение заряда конденсаторов в преобразователе оценивалось как можно быстрее. Решение, описанное со ссылкой на фиг. 3, имеет достоинство, обеспечивающее возможность цифровой обработки, но оно является не достаточно быстродействующим. Вероятно, предпочтительно использовать аналоговый вариант, в котором напряжение от моста делителя напряжения сравнивается с указанным напряжением для приведения в действие электронной бистабильной схемы.

45 Также следует отметить, что при условии разброса различных параметров элементов схемы, для сравнения наблюдаемого напряжения заряда конденсатора с соответствующим указанным напряжением желательно включение порогового значения, ниже которого разностный сигнал не вырабатывается.

60 Очевидно, вышеприведенное описание дано в качестве примера, не налагающего

каких-либо ограничений, в частности, числовые значения могут меняться для каждого применения.

Формула изобретения:

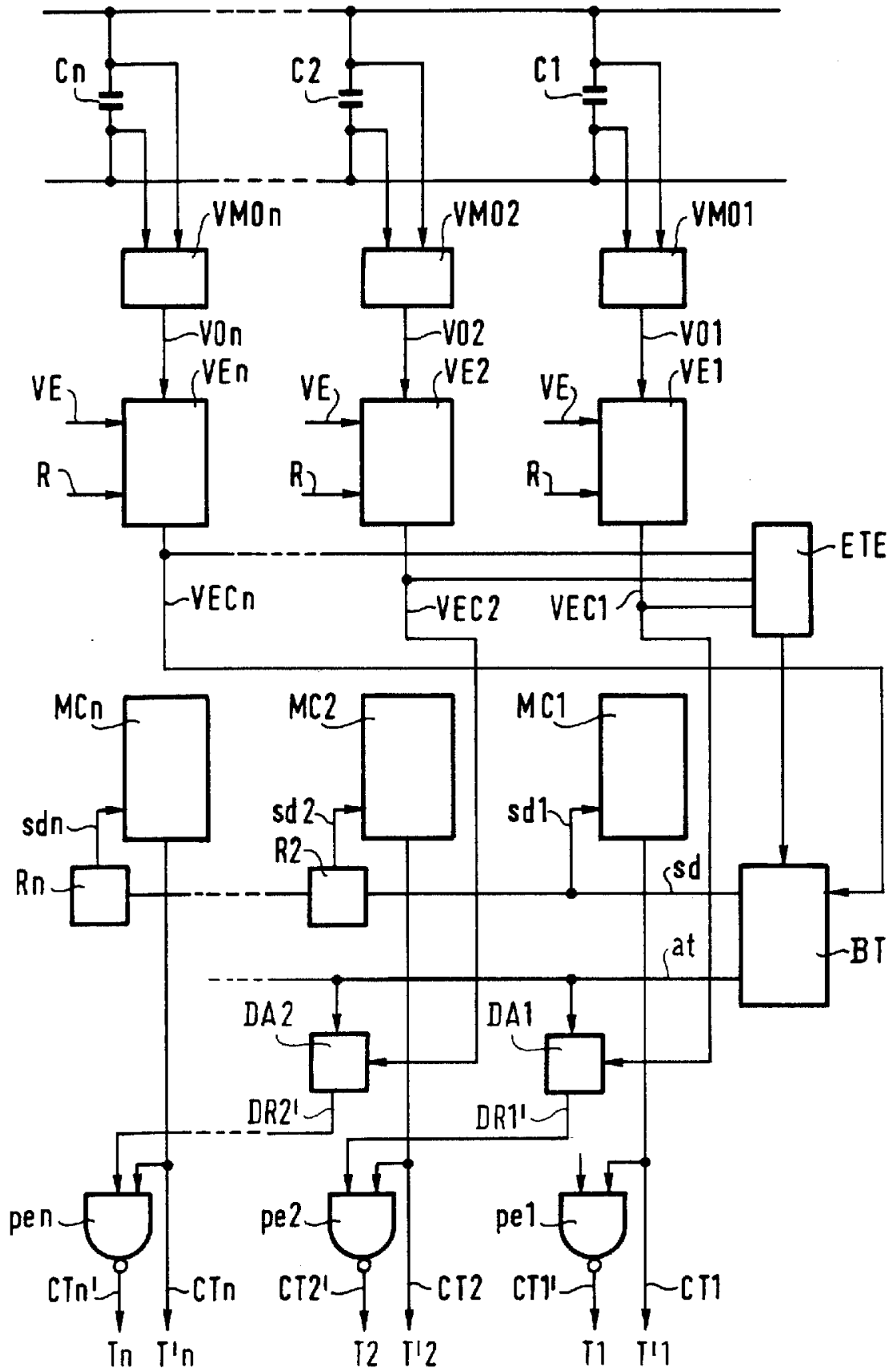
1. Многоуровневый преобразователь, содержащий между источником напряжения и источником тока последовательность управляемых переключаемых элементов, каждый из которых имеет два переключателя, один контакт каждого из двух переключателей образует часть пары последующих контактов, а другой контакт каждого из переключателей образует часть пар предшествующих контактов, причем пара предшествующих контактов последующего элемента соединена с парой последующих контактов предшествующего элемента, пара последующих контактов первого элемента соединена с источником тока, в то время как пара предшествующих контактов последнего элемента соединена с источником напряжения, преобразователь также содержит соответствующий конденсатор для каждого элемента, за исключением того, что конденсатор последнего элемента может отсутствовать, когда источник напряжения подходит для выполнения той же функции, каждый конденсатор включен между двумя контактами, образующими пару предшествующих контактов соответствующего элемента, кроме того, преобразователь также содержит средство управления для управления номинальным режимом преобразователя путем воздействия на переключатели последовательных элементов таким образом, что два переключателя любого элемента всегда находится в соответствующих противоположных состояниях проводимости, так что в ответ на управляющий сигнал элемента, поданный средством управления, один из двух переключателей в данном элементе находится последовательно в первом состоянии проводимости, а затем во втором состоянии проводимости в течение циклически повторяющегося периода и так, что в ответ на управляющие сигналы элементов, которые одинаковы, но смещены во времени на долю периода, переключатели последовательных элементов функционируют соответственно одинаковым образом, но со смещением во времени на долю периода, причем последовательные конденсаторы имеет соответственно возрастающие номинальные напряжения заряда, причем номинально напряжение заряда конденсатора в каждом элементе равно произведению напряжения от источника напряжения, умноженному на обратную величину числа элементов и на порядок элемента,

отличающийся тем, что содержит средства управления, предназначенные для оценки напряжения источника напряжения преобразователя, и, как только оно оказывается меньше, чем заранее установленный порог, для приостановки номинального режима работы преобразователя и для воздействия на переключатели таким образом, что пока напряжение источника напряжения имеет значение, лежащее между нулем и самым низким напряжением из номинальных напряжений заряда, оно заряжает все конденсаторы преобразователя, как только напряжение источника напряжения превысит самое низкое номинальное напряжение заряда, конденсатор, имеющий самое низкое номинальное напряжение заряда, номинально заряженный до этого напряжения, выключается из схемы, а напряжение источника напряжения продолжает заряжать конденсаторы, требующие более высоких номинальных напряжений заряда, как только напряжение источника напряжения превысит более высокое номинальное напряжение заряда, конденсатор, имеющий более высокое номинальное напряжение заряда, номинально заряженный до этого напряжения, в свою очередь, выключается из схемы, при этом напряжение источника напряжения продолжает заряжать другие конденсаторы и так далее, до тех пор, пока все конденсаторы преобразователя не окажутся заряженными до соответствующих им номинальных напряжений заряда, после чего средства управления устанавливают номинальный режим работы преобразователя.

2. Преобразователь по п.1, отличающийся тем, что средства управления воздействуют на переключатели так, что при напряжении источника напряжения, которое превышает ноль, оба переключателя первоначально одновременно закрыты во всех элементах, за исключением переключателей первого элемента, которые находятся в другом состоянии, таком, что напряжение, подаваемое на эту нагрузку, равно нулю, после чего, когда напряжение источника напряжения возрастает, пара переключателей последовательно расположенных элементов переключается в другое состояние элемент за элементом.

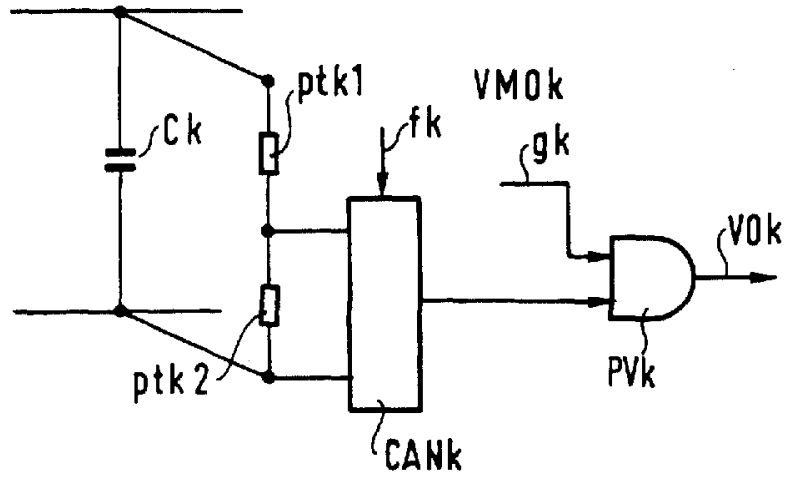
3. Система, использующая преобразователь по любому из предшествующих пунктов, отличающаяся тем, что она выполнена так, что установление напряжения источника напряжения происходит постепенно в виде, соответствующем используемому преобразователю.

RU 2138111 C1



RU 2138111 C1

Фиг.2



Фиг.3