



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

260032

(11) B₁

(51) Int. Cl.⁴
H 02 K 13/14

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 27 02 85
(21) PV 1404-85
(32) (31) (33) 19 03 84 (H 02 K/261014.7) DD
(89) 230738, DD

(40) Zveřejněno 14 05 87

(45) Vydáno 28.02.89

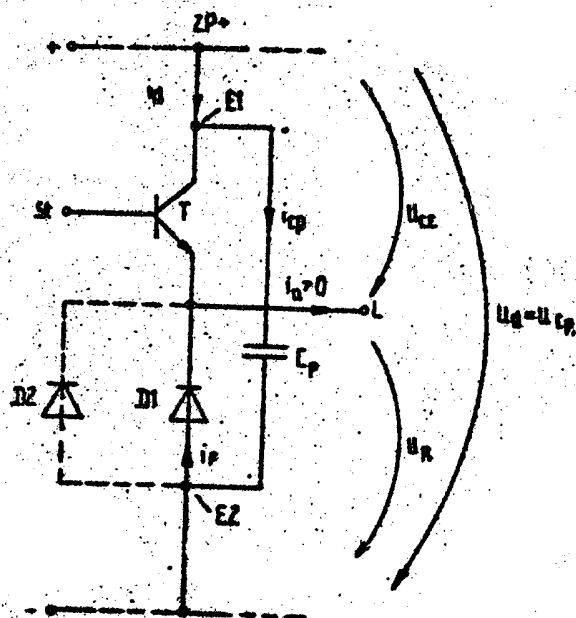
(75)
Autor vynálezu

JACOB CHRISTIAN dr. Ing., BERLIN (DD)

(54)

Zapojení poloautomatického elektronického páru
v rameni můstku

Zapojení poloautomatického elektronického páru v rameni můstku umožňující komutaci indukčních složek proudu při dané frekvenci impulsů na dvou různých potenciálech s cílem řídit charakteristikami proudu i napětí například u impulsních měničů stejnosměrného proudu, měničů frekvence s mezilehlým obvodem stejnosměrného proudu a bezprostředních měničů frekvence. Energie vznikající dosud v procesu přepojování u elektronických dvojic se přitom snižuje do takové úrovně, že je možno minimalizovat vybíjecí obvody nebo je vynechat. Z obvodu napětí stejnosměrného proudu je zapojen takový pár, způsobující vznik energetických ztrát, blokovaných paralelním kondenzátorem, který je přímo s malou indukčností paralelně připojen k páru.



Название изобретения

Схема полупроводниковой электронной пары в плече моста

Область применения изобретения

Схема согласно данному изобретению предусмотрена для коммутации токов с индуктивной составляющей.

Коммутация может быть осуществлена при задаваемой двум разным потенциалам частоте импульсов с целью управления характеристиками тока и напряжения. Полупроводниковые электронные пары в плече моста согласно изобретению могут применяться преимущественно в импульсных преобразователях постоянного тока, преобразователях частоты с промежуточным контуром постоянного тока, но и в непосредственных преобразователях частоты.

Характеристика известных технических решений

Самоотключающиеся полупроводниковые приборы, работающие в режиме ключа, как, например, биполярные транзисторы, униполярные транзисторы и ГТО-тиристоры, называемые также однонаправленными ключами, так как у них протекание главного тока в рабочем режиме ограничено одним направлением, в максимально возможной мере должны освобождаться от динамических потерь, чтобы сравнительно чувствительные и дорогостоящие самоотключающиеся полупроводниковые приборы максимально могли использоваться током нагрузки (связанным со статическими потерями).

Такие не идеально переключающие однонаправленные ключи, к которым для отвода наведенного при выключении однонаправленного ключа за счет индуктивной составляющей нагрузки тока встречно-параллельно подключен нулевой вентиль, должны быть освобождены от обусловленных принципом мощностей потерь, которые в течение процесса переключения до момента, когда нулевой вентиль может воспринять ток, возникают за счет того, что ввиду постоянно наличных паразитных последовательных индуктивностей при выключении однонаправленного ключа ток в нем уменьшается не мгновенно, а в течение конечного интервала времени, в то время как напряжение между главными электродами быстро нарастает. Для этого известны разгрузочные контуры, которые располагаются над

260032

однонаправленным ключом и, начиная с определенной величины напряжения, воспринимают выходной ток. Но такие общеизвестные разгрузочные контуры в виде RC-, RCD- или LD- RCD-цепей обладают тем недостатком, что подводимая энергия ими преобразуется в активные потери. При высокой частоте переключения однонаправленного ключа, таким образом, имеет место значительная нагрузка активного сопротивления. Обычно такие разгрузочные схемы за небольшими исключениями (в импульсных блоках питания) вызывают снижение коэффициента полезного действия преобразователя.

Известны также решения, включающие в себя разгрузочные контуры, работающие без обусловленных принципом потерь (DE-PS 26 39 589). Такие свободные от потерь разгрузочные схемы требуют большого количества схемных элементов и ведут к ограничению возможностей применения (частота импульсов, запас времени, активная защита) и к низкому использованию полупроводниковых приборов токами нагрузки ввиду дополнительных разрядных токов схемы разгрузки. Кроме того, упомянутые разгрузочные контуры ввиду наличия в них множества электронных элементов способствуют значительному снижению общей надежности преобразователя.

Известные монтажные контуры обладают дополнительными недостатками, когда две пары в плече моста, состоящие из последовательно включенных однонаправленного ключа и нулевого диода, соединяются по антипараллельной схеме, например, для создания инверторных схем. По этой причине в DE-OS 31 20 469 предлагается состоящая из однонаправленного ключа и нулевого вентиля пара, включенная между полюсами источника напряжения постоянного тока, содержащая дроссель разгрузки при включении, конденсатор разгрузки при отключении и работающий в униполярном режиме накопительный конденсатор в качестве третьего накопителя энергии, обеспечивающего временное промежуточное накопление энергии двух остальных реактивных элементов. Кроме второго нулевого вентиля, для каждой пары в плече моста еще требуются дополнительные диод разгрузки при отключении и запирающий диод. При антипараллельном включении двух таких пар, одна из которых должна быть рассчитана на положительный ток нагрузки, а другая - на отрицательный, имеется возможность протекания тока нагрузки в обоих направлениях. Однако для этого требуется развязка пар в плече при помощи диодов и/или индуктивностей.

Хотя такая антипараллельная схема соединения пар и может быть еще упрощена, как это предлагается в DE-OS 32 15 589, но даже в случае совместного использования отдельных схемных элементов для обеих пар затраты все-таки незначительны.

Кроме того, должно быть учтено то обстоятельство, что известные разгрузочные схемы с освоением новых уровней токов и напряжений (до 250 А и 1000 В) у самоотключающихся полупроводниковых приборов становятся все более сложными и обладающими потерями, так как динамические потери возрастают пропорционально току и напряжению. Применение как обладающих потерями, так и свободных от потерь разгрузочных схем уже не допускает рациональных с технико-экономической точки зрения решений.

Цель изобретения

Целью изобретения является создание схемы работающих в режиме ключа на основе самоотключающихся полупроводниковых приборов полупроводимых электронных пар в плече моста, которые даже в наиболее жестких условиях нагрузки, встречающихся, например, в области электропривода, с незначительным объемом

монтажных элементов или даже без них допускают оптимальную по коэффициенту полезного действия коммутацию токов, обладающих индуктивной составляющей.

Изложение сущности изобретения

Техническая задача, решаемая изобретением

В основу изобретения положена задача энергии, возникающие в процессе переключения самоотключающегося полупроводникового прибора полууправляемой электронной пары в плече моста, которые до сих пор отводились при помощи обладающих потерями или свободных от потерь разгрузочных контуров, сократить до такого технологического уровня, чтобы можно было минимализировать разгрузочные контуры или совсем отказаться от них и, таким образом, реализовать универсальные модульные самоотключающиеся устройства из силовых полупроводниковых приборов и охладителей, внутренние перенапряжения на полупроводниковых приборах которых независимо от условий нагрузки являются малыми, а защита от перегрузки по току у которых активным способом обеспечивается за счет СИФУ.

Признаки изобретения

В соответствии с изобретением данная задача решается посредством того, что для блокировки обусловленных принципом и/или паразитных индуктивностей контура выпрямленного напряжения, в котором находится пара, параллельно со включенным последовательно однонаправленным ключом и нулевым вентилем включен конденсатор, и что параллельное включение осуществляется с малой индуктивностью за счет того, что выводы конденсатора подсоединяются непосредственно к электродам элементов последовательного контура, которые соединены с источником напряжения постоянного тока.

В предпочтительном усовершенствовании изобретения для снижения перенапряжений на однонаправленном ключе при выключении однонаправленного ключа непосредственно параллельно с нулевым вентилем включен быстроключающийся диод. Еще более благоприятный принцип действия получается тогда, когда для снижения перенапряжений на однонаправленном ключе при выключении однонаправленного ключа параллельно к нулевому вентилю подключают участок коллектор-эмиттер транзистора таким образом, что коллектор транзистора соединен с катодом нулевого вентиля, а его эмиттер - с анодом нулевого вентиля.

В целесообразном варианте осуществления изобретения в качестве включаемого и выключаемого однонаправленного электронного ключа можно применять биполярный транзистор, униполярный транзистор или же ГТО-тиристор. При параллельном включении пары, ведущей положительный выходной ток, и пары, ведущей отрицательный выходной ток, обеим парам может быть присвоен общий параллельный конденсатор.

Пример осуществления изобретения

Более подробное пояснение изобретения дается на основе примеров осуществления. Рисунки показывают следующее:

Рис. 1: Полууправляемую пару в плече моста для положительного выходного тока согласно изобретению;

Рис. 2: Полууправляемую пару в плече моста для отрицательного выходного тока согласно изобретению;

Рис. 3: Временную вольтамперную характеристику полууправляемой пары в плече моста с параллельным конденсатором с учетом паразитных индуктивностей проводов;

Рис. 4: Импульсный преобразователь постоянного тока с парой в плече моста согласно изобретению;

Рис. 5: Преобразователь частоты с парами в плече моста согласно изобретению;

Рис. 6: Обладающие малыми индуктивностями системы полупроводниковый прибор-охладитель соответствующей изобретению пары в плече моста для положительного выходного тока.

Изобретение исходит из того, что паразитные (в большинстве случаев не указываемые в схемах) индуктивности из контура постоянного тока, в который включена такая пара, должны быть сокращены в такой мере, чтобы динамические потери снизились до уровня, допускающего отказ от разгрузочных контуров или соответственно их минимализацию. При этом должно быть учтено то обстоятельство, что уже на каждом участке провода, на котором токи включаются и выключаются при достигнутых в настоящее время скоростях изменения тока (прядка мкс), в процессе коммутации возникают внутренние перенапряжения.

На рис. 1 показана пара в плече моста $ZP+$, состоящая из включенных последовательно включаемого и отключаемого однонаправленного ключа T и неуправляемого нулевого вентиля $D1$. В качестве однонаправленного ключа T предусмотрен самоотключающийся полупроводниковый прибор, в примере осуществления - биполярный транзистор. Однако представляется возможным вместо него применить униполярный транзистор или отключаемый ГТО-тиристор. Нулевой вентиль $D1$ представляет собой не самоотключающийся полупроводниковый прибор, например, диод, который в коммутационном режиме "токопроводящий" или "запирающий" ведется однонаправленным ключом T . При представленной на рисунке полярности данная пара при включенном однонаправленном ключе T способна к ведению положительного выходного тока ($i_a > 0$) в точке подключения нагрузки L . Согласно изобретению параллельно к включенным последовательно однонаправленному ключу T и нулевому вентилю $D1$ подключен конденсатор C_p , выводы которого непосредственно соединены с электродами E_1, E_2 пары $ZP+$. Благодаря этому соответственно шунтируются или блокируются паразитные индуктивности линии (L_g на рисунках 4 и 5) контура выпрямленного напряжения, к которому подключена пара $ZP+$.

Принципиально одинаковый принцип действия пары в плече моста получается в том случае, когда изменяются полярность источника напряжения постоянного тока U_d , полярность однонаправленного ключа T и полярность нулевого вентиля $D1$. В результате возникает пара $ZP-$, способная к ведению отрицательного выходного тока ($i_a < 0$) (рис.2). При параллельном соединении обе пары $ZP+, ZP-$ соответственно ведущие положительный или отрицательный выходной ток, пригодны для управления переменным током ($i_a \geq 0$).

При таком параллельном соединении ведущей положительный выходной ток пары $ZP+$ и ведущей отрицательный выходной ток пары $ZP-$ обеим парам $ZP+, ZP-$ совместно может быть присвоен параллельный конденсатор C_p .

Конденсатор C_p включен так, что при переключениях (коммутациях) тока нагрузки с однонаправленного ключа T на нулевой вентиль $D1$ и наоборот индуктивные составляющие входного тока i_j или соответственно выходного тока i_a

протекают через конденсатор C_p . При коммутации тока в такой паре ZP с учетом паразитных линейных индуктивностей получаются показанные на рис. 3 временные вольтамперные характеристики. Процесс переключения с диода D1 на транзистор T пары в плече управляется через управляющий вывод транзистора T посредством тока управления i_{st} - рис. 3б. По истечении времени задержки включения t_d транзистор T начинает воспринимать ток (ток коллектора i_c на рис. 3а). Так как протекание тока i_d от источника напряжения постоянного тока через транзистор T ввиду линейной индуктивности создается лишь медленно (рис. 3д), конденсатор C_p кратковременно должен предоставлять выходной ток i_a , пока не будет создан ток i_d из контура напряжения постоянного тока. Одновременно конденсатор C_p при переключении выходного тока i_a с диода D1 на транзистор T должен предоставлять реактивный ток для запираания диода D1. Благодаря этому транзистор T в течение времени задержки запираания диода D1 может работать в активной зоне (высокая мощность потерь в транзисторе). Процесс прекращения тока от накопления носителей заряда в диоде D1 ввиду наличия лишь минимальных паразитных индуктивностей проводов вызывает лишь минимальные перенапряжения у транзистора T, работающего в активном режиме. Таким образом можно отказаться от разгрузки включения транзистора T. Выходной ток i_a , временно предоставляемый конденсатором C_p , и ток выключения i_F диода D1 суммируются и образуют ток конденсатора i_{Cp} , из которого вычитается ток i_d , создаваемый контуром напряжения постоянного тока (рис. 3д).

На рис. 3с линией № 1 в процессе включения во время нарастания тока или снижения напряжения t_r обозначена характерная точка, в которой напряжение в точке подключения нагрузки L переключается с диода D1 на транзистор T.

Если транзистор T снова должен отдать выходной ток i_a , что производится за счет реверса тока управления i_{st} (рис. 3б, линия 2), на время накопления t_s транзистора T ток i_c в коллекторе транзистора T продолжает протекать до начала времени спада t_f . Одновременно продолжает нарастать напряжение коллектор-эмиттер U_{CE} , ибо только когда напряжение коллектор-эмиттер U_{CE} достигло напряжений контура напряжения постоянного тока U_d , диод D1 может отпираться и принять на себя выходной ток i_a в течение времени спада t_f . Ток i_d от источника напряжения постоянного тока U_d на короткое время продолжает протекать за счет линейных индуктивностей. Этот ток принимает конденсатор C_p , за счет чего немного повышается напряжение конденсатора U_{Cp} (рис. 3д). Малоиנדуктивное соединение конденсатора C_p таким образом допускает быстрое переключение тока нагрузки i_a с транзистора T на диод D1 и наоборот, причем сохраняются малые значения внутренних перенапряжений на транзисторе T, результирующих из неидеальной коммутационной характеристики диода D1 и быстрых изменений тока на внутренних индуктивностях, а также можно минимизировать разгрузочные контуры или отказаться от них.

В работающих от источника напряжения импульсных преобразователях постоянного тока и работающих от источников напряжения преобразователях частоты с промежуточным контуром постоянного тока (соответственно рис. 4 или рис. 5 при условии, что $L_d \gg L_C$) конденсатор C_p как вспомогательный конденсатор сокращает оказывающие влияние на процесс коммутации выходного тока i_a паразитные линейные индуктивности до конструктивно-технологически обусловленного минимума, определяемого изготовителем полупроводниковых приборов. Конденсатором C_p предоставляется коммутационный реактивный ток для процесса переключения выходного тока i_a с несоотключающегося полупроводникового прибора D1 на самоотключающийся полупроводниковый прибор T. Независимо от структуры уст-

ройства таким образом реализуется явно определенный коммутационный контур, который в свою очередь обеспечивает определенный процесс коммутации, при необходимости, с использованием активного рабочего диапазона (посредством формирования соответственно тока или напряжения управления) самовыключающегося полупроводникового прибора. Это справедливо для различных видов эксплуатации пар ZP в преобразовательных устройствах и независимо от величины коммутируемого выходного тока i_a .

Применение конденсатора C_p является предпосылкой для реализации работающих от источника тока импульсных преобразователей постоянного тока и работающих от источника тока преобразователей частоты с промежуточным контуром постоянного тока (соответственно рис. 5 или рис. 6 при условии, что $C_d = 0$) на самоотключающихся полупроводниковых приборах. Указанный конденсатор служит ограничению напряжения промежуточного контура U_d и после каждого процесса коммутации в работающем от источника тока импульсном преобразователе или соответственно инверторе предоставляет необходимые уравнительные реактивные токи.

Наряду с ограничением внутренних перенапряжений пары в плече моста и напряжения промежуточного контура постоянного тока параллельный конденсатор C_p во взаимодействии с диодом D1 вообще годится для ограничения внешних перенапряжений.

Техническая реализация конденсатора в качестве параллельного конденсатора C_p для соответствующей изобретению пары в плече моста отвечает известному уровню техники. Применяется малоиндуктивный и обладающий вплоть до высоких частот малыми потерями металлобумажный конденсатор или конденсатор на диэлектрике из металлизированной полипропиленовой пленки с контактированным по лобовой части узким рулоном.

Особенно предпочтительным представляется параллельное подключение второго диода D2 к диоду D1, оптимизированному по характеристике включения и выключения, а также согласованному с транзистором T (рис. 1 и 2). Применение двух полупроводниковых приборов D1 и D2 несоотключающегося типа в качестве нулевого вентиля допускает отдельную оптимизацию с точки зрения полупроводниковой технологии, согласованную с самоотключающимся полупроводниковым прибором. В то время, как диод D1 оптимально согласовывается с характеристикой включения самоотключающегося полупроводникового прибора (коммутационный реактивный ток, емкостные токи), диод D2 в значительной степени определяет характеристику отключения самоотключающегося полупроводникового прибора (превышение напряжения, характеристику коммутации тока нагрузки). Диод D2 при этом по сравнению с диодом D1 должен обладать более коротким временем включения, чтобы на определенное время принять на себя переключаемый с T на D1 ток нагрузки i_a и допустить лишь малое динамическое напряжение пропускания, которое в свою очередь исключает нагрузку самоотключающегося полупроводникового прибора недопустимыми напряжениями, значительно превышающими напряжение промежуточного контура U_d . Однако за счет того, что статическое напряжение пропускания у диода D2 принимается большим, чем у диода D1, достигается самостоятельное переключение тока нагрузки i_a с диода D2 на диод D1. При параллельном соединении ведущей положительный выходной ток пары ZP+ с ведущей отрицательный выходной ток парой ZP-, поскольку включаемый и отключаемый однопольный электронный ключ T соответственно представляет собой транзистор, транзистор пары ZP- с отрицательным выходным током в паре ZP+ с положительным выходным током одновременно может выполнять функцию диода D2,

подключаемого параллельно к нулевому вентилю D1, или соответственно транзистор пары ZP+ функцию диода D2 в паре ZP-. При изменениях обратного напряжения на диодах D1 и D2, которые имеют место во время процессов коммутации, одновременно в диодах протекают емкостные токи смещения. В отличие от рп-структуры ррп- и рпр-структурами могут быть усилены емкостные токи смещения в полупроводниковом приборе при изменениях обратного напряжения dU_R/dt . Поэтому при применении транзистора вместо диода D2 возможно выгодное усиление токов смещения. При изменении обратного напряжения на рпр-структуре $dU_R/dt < 0$ емкостный ток i_{D2} можно усилить в такой мере, что он достигнет величины тока нагрузки i_a . Током в указанной рпр-структуре уменьшается ток в самоотключающемся полупроводниковом приборе T (причем ток нагрузки остается приблизительно неизменным) во время нарастания напряжения U_{CE} в процессе выключения. Оно способствует заметной разгрузке самоотключающегося полупроводникового прибора T за счет значительного сокращения энергии потерь на выключение в течение времени выключения t_{off} , ускоренному восстановлению обратного напряжения U_{CE} , связанному с сокращением времени выключения t_{off} , а также повышению надежности при применении транзисторов относительно 1-о (напряжение) и 2-о пробоя (мгновенная энергия потерь).

При изменении обратного напряжения на рпр-структуре $dU_R/dt > 0$ (инверсный режим) емкостный ток i_{D2} не усиливается, так что не возникает нагрузка самоотключающегося полупроводникового прибора T в процессе включения. Кроме коммутационного реактивного тока для выключения диода D1, в течение времени включения t_{on} не возникают дополнительные нагрузки полупроводникового прибора T.

Так как энергия, накопленная в выводах конденсатора, в самоотключающемся полупроводниковом приборе T в течение чрезвычайно короткого времени (t_r или соответственно t_f на рис.3) преобразуются в тепло, малоиндуктивное исполнение свободной от монтажных элементов пары оказывает решающее влияние на электрическое функционирование.

Геометрическая (пространственная) структура требующихся соединений у пары согласно изобретению определяет ее паразитные индуктивности. На рис. 6 показаны некоторые возможные примеры таких малоиндуктивных комбинаций полупроводниковый прибор-охладитель для ведущих положительный выходной ток пар ZP+, которые являются основой для свободной от монтажных элементов режима работы. В то же время показанные комбинации полупроводниковый прибор-охладитель разрешают наиболее эффективное применение обладающих потерями или свободных от потерь разгрузочных контуров, которые могут оказаться необходимыми ввиду специфики полупроводниковых приборов, если эти контуры в свою очередь реализуются с геометрическими преимуществами.

Формула изобретения

1. Схема полупроводимой электронной пары в плече моста, представляющей собой последовательное соединение обладающего не менее чем одним управляющим электродом включаемого и выключаемого однонаправленного электронного ключа и неуправляемого нулевого вентиля, причем пара располагается между полюсами источника напряжения постоянного тока так, что однонаправленный ключ поляризован в прямом направлении относительно источника напряжения постоянного тока, а нулевой вентиль - в обратном направлении относительно источника напряжения постоянного тока, и общая точка схемы последовательного соединения однонаправленного ключа и нулевого вентиля образует

точку подключения нагрузки, отличающаяся тем, что для блокировки обусловленных принципом и/или паразитных индуктивностей из контура напряжения постоянного тока, в который включена пара в плече моста (ZP), параллельно к включенным последовательно однонаправленному ключу (Т) и нулевому вентилю (D1) подключен конденсатор (C_p), и что параллельное включение выполняется малоиндуктивной путем непосредственного подсоединения выводов конденсатора (C_p) к электродам (E1; E2) элементов последовательной схемы (Т; D1), связанных с источником напряжения постоянного тока (U_d).

2. Схема полууправляемой электронной пары в плече моста согласно пункту 1, отличающаяся тем, что для снижения перенапряжений на однонаправленном ключе (Т) при включении однонаправленного ключа (Т) прямо параллельно к нулевому вентилю (D1) подключен быстродействующий при включении диод (D2).
3. Схема полууправляемой электронной пары в плече моста согласно пункту 1, отличающаяся тем, что для снижения перенапряжений на однонаправленном ключе (Т) при включении однонаправленного ключа (Т) параллельно к нулевому вентилю (D1) подключается участок коллектор-эмиттер транзистора таким образом, что коллектор транзистора соединен с катодом нулевого вентиля (D1), а эмиттер транзистора - с анодом нулевого вентиля (D1).
4. Схема полууправляемой электронной пары в плече моста согласно пунктам 1 - 3, отличающаяся тем, что включаемым и выключаемым однонаправленным электронным ключом (Т) может быть биполярный транзистор, униполярный транзистор или ГТО-тиристор.
5. Схема полууправляемой электронной пары в плече моста согласно пунктам 1 - 4, отличающаяся тем, что параллельный конденсатор (C_p) при параллельном соединении ведущей положительный выходной ток пары в плече моста (ZP+) с ведущей отрицательный выходной ток парой в плече моста (ZP-) совместно присвоен обеим парам (ZP+; ZP-).

- Рисунки на 5 листах -

Резюме

Для полууправляемых электронных пар в плече моста предлагается схема, допускающая коммутацию обладающих индуктивной составляющей токов при заданной частоте импульсов на двух разных потенциалах с целью управления характеристиками тока и напряжения, например, у импульсных преобразователей постоянного тока, преобразователей частоты с промежуточным контуром постоянного тока и непосредственных преобразователей частоты. Энергии, возникающие донныне в процессе переключения в электронных парах, при этом снижаются до такого уровня, что можно минимализировать разгрузочные контуры или отказаться от них. Обусловленные принципом и/или паразитные индуктивности из контура напряжения постоянного тока, в который включена такая пара, способствующие возникновению энергии потерь, блокируются параллельным конденсатором C_p , который непосредственно и с малой индуктивностью параллельно подключен к паре ZP (рис. 1).

Признано изобретением по результатам экспертизы, осуществленной Ведомством по делам изобретений и патентов ГДР.

5 чертежей

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Zapojení poloautomatického elektronického páru v rameni můstku, představujícího sériové zapojení, mající nejméně jeden, řídicí elektrodou zapojitelný a odpojitelný jednosměrný elektronický klíč a neřízený nulový ventil, přičemž je pár uložen mezi póly zdroje napětí stejnosměrného proudu tak, že jednosměrný klíč je polarizován v přímém směru ve vztahu ke zdroji napětí stejnosměrného proudu a nulový ventil v opačném směru ve vztahu ke zdroji napětí stejnosměrného proudu a obecný bod schématu sériového zapojení jednosměrného klíče a nulového ventilu tvoří bod připojení zdroje, vyznačující se tím, že pro blokování podmíněné principem A/NEBO parazitní indukčností z obvodu napětí stejnosměrného proudu, do něhož je zapojen pár v rameni můstku (ŽP), paralelně k připojenému sériově jednosměrnému klíči (T) a nulovému ventilu (D1) je připojen kondenzátor (C_p), a jako paralelní připojení je proveden nízkoindukční cestou přímého připojení k vývodu kondenzátoru (C_p) k elektrodám (E 1, E 2) prvku sériového zapojení (T, D 1), které jsou spojeny se zdrojem napětí stejnosměrného proudu (U_d).

2. Zapojení podle bodu 1, vyznačující se tím, že ke snížení přepětí na jednosměrném klíči (T) při zapojení jednosměrného klíče (T) přímo paralelně k nulovému ventilu (D 1) je připojena rychlá dioda (D 2).

3. Zapojení podle bodu 1, vyznačující se tím, že pro snížení přepětí na jednosměrném klíči (T) při připojení jednosměrného klíče (T), se paralelně k nulovému ventilu (D 1) připojuje část kolektor - emitor tranzistoru tak, že kolektor tranzistoru je spojen s katodou nulového ventilu (D 1) a emitor tranzistoru s anodou nulového ventilu (D 1).

4. Zapojení podle bodů 1 až 3, vyznačující se tím, že připojeným a odpojeným jednosměrným elektronickým klíčem (T) může být bipolární tranzistor, unipolární tranzistor nebo GTO tyristor.

5. Zapojení podle bodů 1 až 4, vyznačující se tím, že paralelní kondenzátor (CP) vedoucí při paralelním spojení kladný výstupní proud páru v rameni můstku (ZP+) a párem vedoucím záporný výstupní proud v rameni můstku (ZP-), patří zároveň oběma párům (ZP +, ZP -).

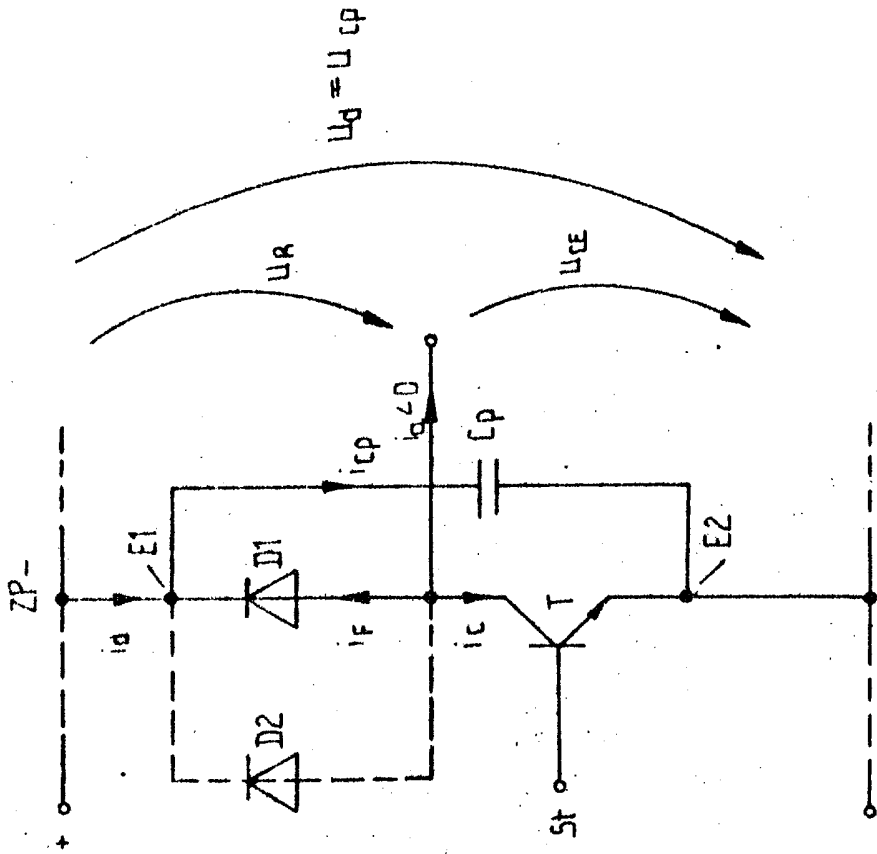


Fig 2

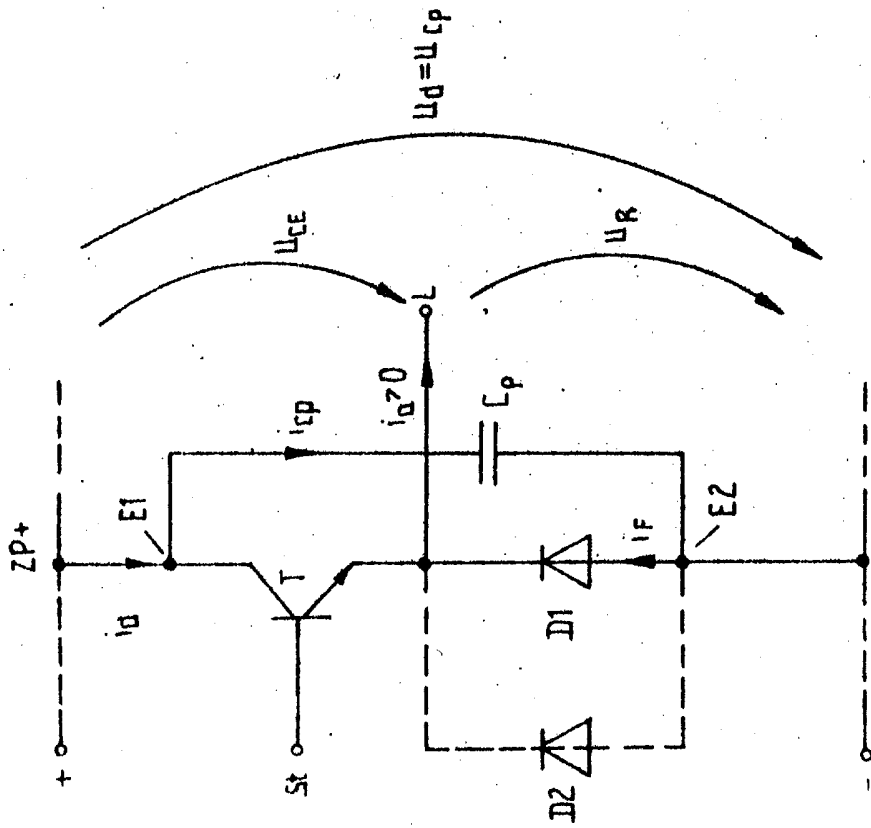


Fig 1

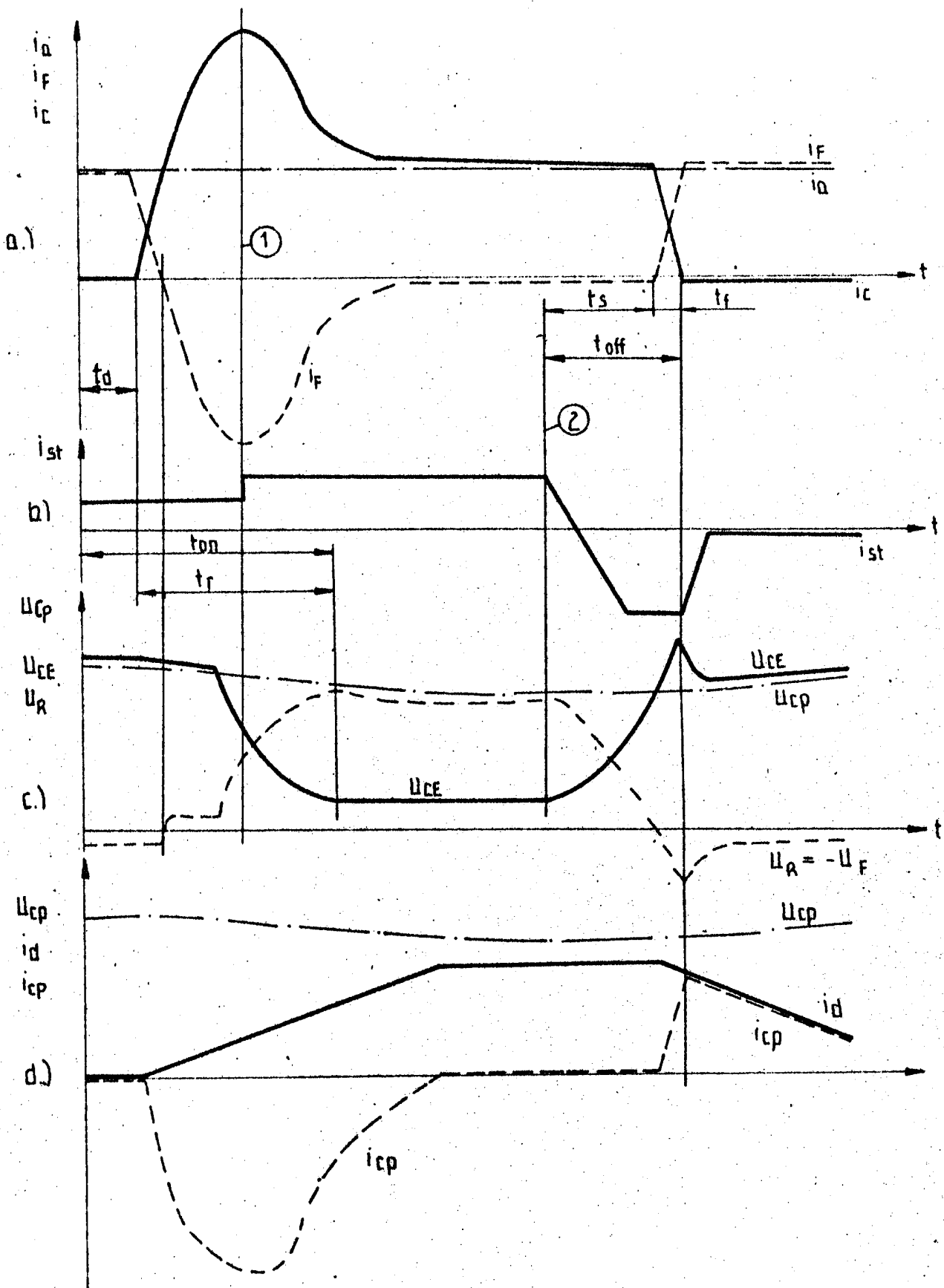


Fig. 3

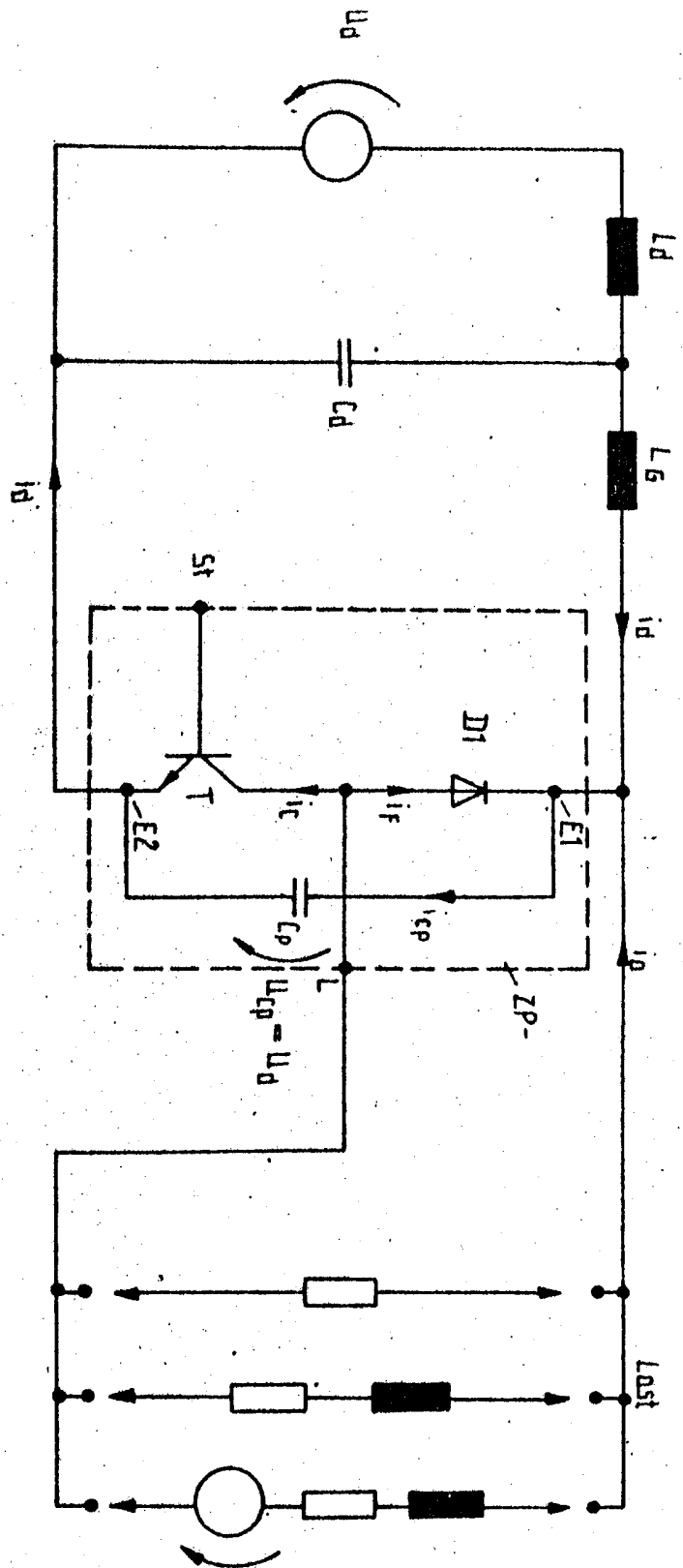


Fig. 4

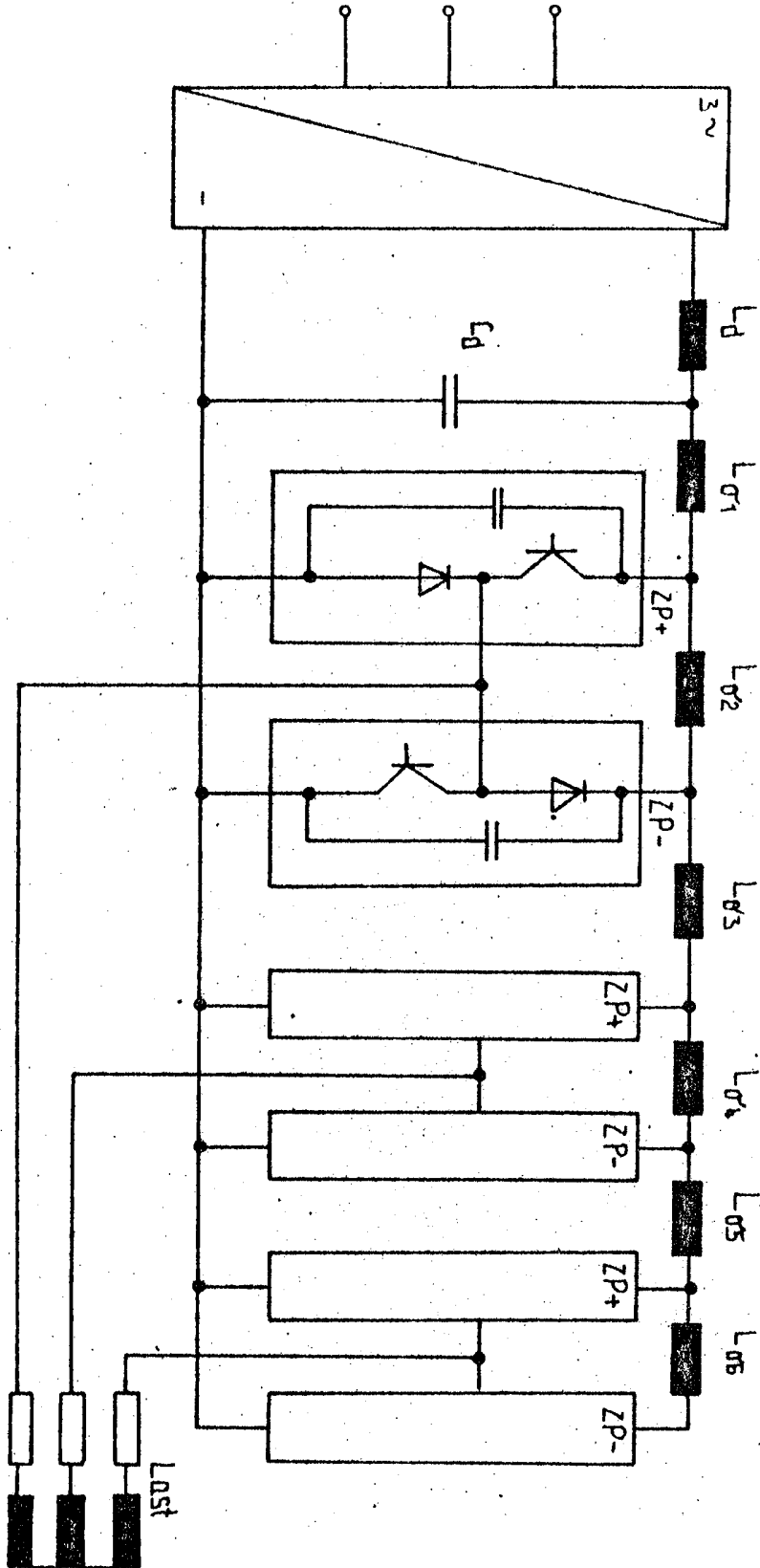


Fig. 5

260032

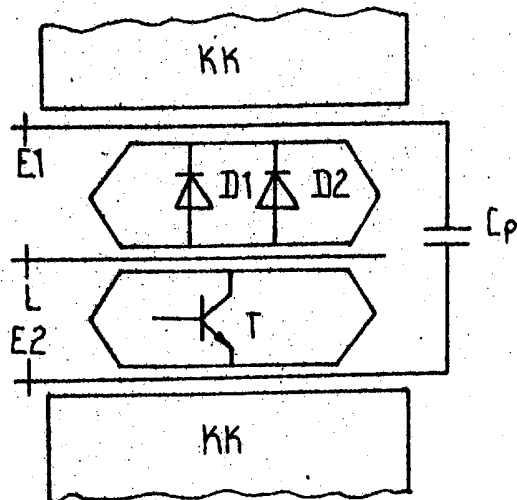
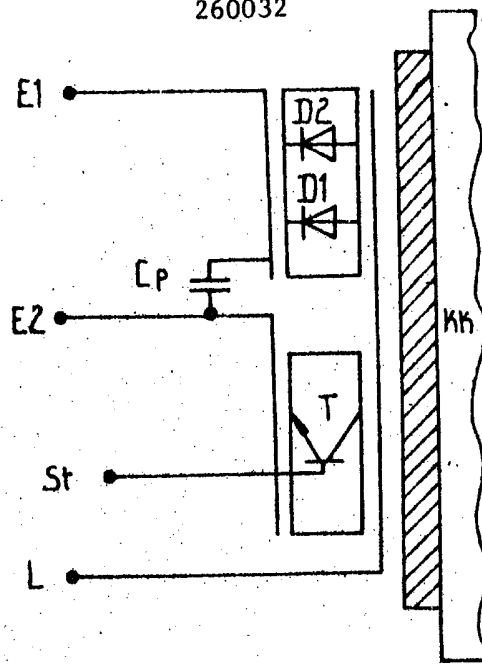


Fig. 5

