(19) **RU** (11) **2 145 145** (13) **C1**

(51) МПК[7] **H 02 M 3/28, 3/337**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 98102992/09, 19.02.1998

(24) Дата начала действия патента: 19.02.1998

(46) Дата публикации: 27.01.2000

(56) Ссылки: **Гудинар Ф. Уменьшение потерь в мощных импульсных источниках питания с помощью фазовой модуляции. - Электроника N 8, с. 17 - 21, 1991. SU 519829 A1, 20.07.76. US 4942511 A, 17.07.90.**

(98) Адрес для переписки:
634050, Томск, пл.Кирова, 2, ГНПЦ "Полюс"

(71) Заявитель:
Научно-производственный центр "Полюс"

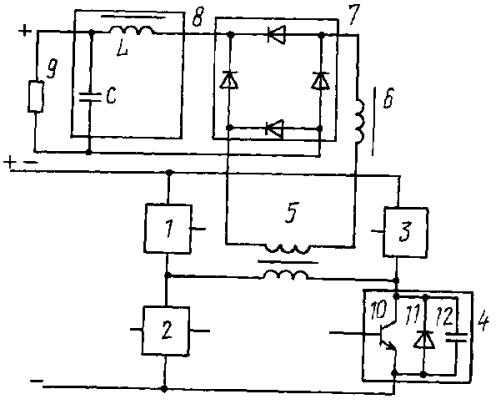
(72) Изобретатель: **Казанцев Ю.М., Лекарев А.Ф.**

(73) Патентообладатель:
Научно-производственный центр "Полюс"

(54) ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ НАПРЯЖЕНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение предназначено для использования в источниках вторичного электропитания устройств радиотехники, автоматики и вычислительной техники. Технический результат - увеличение диапазона регулирования выходного напряжения и увеличение диапазона изменения нагрузки преобразователя напряжения при работе без динамических потерь. Сущность изобретения заключается в том, что в схему преобразователя напряжения дополнительно введен дроссель насыщения, отключающий вторичную обмотку силового трансформатора от нагрузки на время паузы в передаче энергии от источника питания, что исключает переключение тока намагничивания во вторичную обмотку и позволяет эффективно использовать энергию, накопленную в индуктивности рассеяния и намагничивания силового трансформатора для перезаряда шунтирующих силовые транзисторы конденсаторов, обеспечивая включение силовых транзисторов при нулевом напряжении. 2 ил.



Фиг.1

RU 2145145 C1

RU 2145145 C1

(19) **RU** (11) **2 145 145** (13) **C1**

(51) Int. Cl.[7] **H 02 M 3/28, 3/337**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 98102992/09, 19.02.1998

(24) Effective date for property rights: 19.02.1998

(46) Date of publication: 27.01.2000

(98) Mail address:
634050, Tomsk, pl.Kirova, 2, GNPTs "Poljus"

(71) Applicant:
Nauchno-proizvodstvennyj tsentr "Poljus"

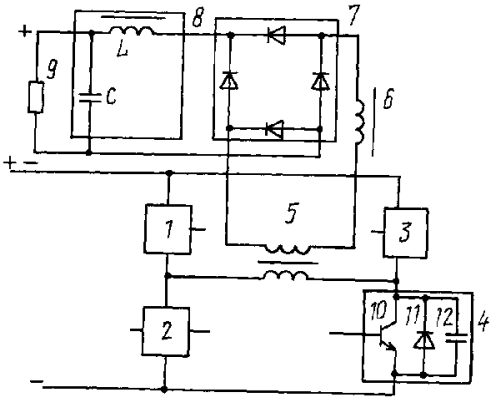
(72) Inventor: Kazantsev Ju.M.,
Lekarev A.F.

(73) Proprietor:
Nauchno-proizvodstvennyj tsentr "Poljus"

(54) VOLTAGE CONVERTER

(57) Abstract:

FIELD: second power supply units for radio engineering, automation and computer engineering. SUBSTANCE: goal of invention is achieved by introduced additional saturation choke, which switches off secondary winding of power transformer from load during drop in power transmission from power supply. This prevents switch of magnetization current into secondary winding and improves usage of power accumulated in dissipation and magnetization inductance coil of power transformer in order to recharge by-pass power transistors of capacitors, thus providing switching power transistors for zero voltage. EFFECT: increased regulation range of output voltage, increased dynamic range without dynamic losses. 2 dwg



Фиг.1

RU 2145145 C1

RU 2145145 C1

Изобретение относится к преобразовательной электротехнике и может быть использовано в источниках вторичного электропитания устройств радиотехники, автоматики и вычислительной техники.

Известен инвертор, силовой транзисторы которого соединены по мостовой схеме, а выходная диагональ подсоединена к цепи силового трансформатора и нелинейного дросселя, зашунтированных линейным дросселем и конденсатором. В устройстве обеспечивается безопасная траектория переключения транзисторов с малой величиной выделяемой импульсной мощности путем выбора величины емкости конденсатора [1] . Линейный дроссель обеспечивает перезаряд конденсатора за время задержки в переключении силовых транзисторов, в результате чего включение очередной пары транзисторов происходит при нулевом уровне напряжения на коллекторных переходах и при равных нулю токах в силовых транзисторах.

Недостатком этого устройства является то, что оно не использует для перезаряда конденсатора энергию накопленную в индуктивностях силового трансформатора.

Наиболее близким аналогом, выбранным в качестве прототипа, является преобразователь напряжения, выполненный по мостовой схеме, каждый силовой транзистор которого зашунтирован обратным диодом и конденсатором, силовой трансформатор подключен к диагонали моста, а вторичная обмотка нагружена через выпрямитель с LC-фильтром. Регулирование выходного напряжения осуществляется управлением фазового сдвига между прямоугольными импульсами напряжения, подаваемыми на первичную обмотку силового трансформатора [2].

Преимуществом этого преобразователя напряжения является то, что энергия, запасенная в индуктивностях силового трансформатора во время совпадения управляющих сигналов (нулевой паузы) сохраняется, так как первичная обмотка силового трансформатора при этом оказывается закорочена через верхние либо нижние силовые ключи и используется для перезаряда шунтирующих силовые транзисторы конденсаторов.

Недостатком этого устройства является то, что в режиме непрерывного тока дросселя фильтра на нулевой паузе вторичная обмотка силового трансформатора оказывается также закорочена через силовые диоды выпрямителя и, следовательно, происходит полный или частичный переход тока намагничивания во вторичную обмотку силового трансформатора. Этот эффект усиливается на интервале переключения силовых ключей, что ограничивает возможность перезарядки шунтирующих конденсаторов.

Цель изобретения состоит в увеличении диапазона регулирования выходного напряжения и увеличении диапазона изменения нагрузки преобразователя напряжения при работе без динамических потерь.

Поставленная цель достигается устранением перехода тока намагничивания во вторичную обмотку силового трансформатора на нулевой паузе и при переключении силовых ключей преобразователя напряжения.

Устранить переход тока намагничивания во вторичную обмотку силового трансформатора можно, разорвав на это время ее цепь, для этого в цепь вторичной обмотки силового трансформатора вводится дроссель насыщения.

Включение дросселя насыщения увеличивает долю энергии намагничивания силового трансформатора, которая может быть затрачена на перезаряд шунтирующих конденсаторов. В результате становится возможным реализовать коммутацию при нулевом напряжении в широком диапазоне изменения нагрузки и регулирования как для мостовых схем, так и для вторичных источников питания (ВИП) с двухтактным импульсным преобразователем напряжения со средней точкой и шунтированием первичной обмотки на нулевой паузе.

Дроссель насыщения особенно эффективен для ВИП повышающего типа, для которых на нулевой паузе происходит полный переход тока намагничивания во вторичную обмотку силового трансформатора.

На фиг. 1 приведена электрическая схема мостового преобразователя напряжения.

Преобразователь напряжения содержит силовые ключи 1, ..., 4, включенные по мостовой схеме, силовой трансформатор 5, первичная обмотка которого включена в диагональ моста, дроссель насыщения 6,. силовой выпрямитель 7, LC-фильтр 8; вход силового выпрямителя 7 соединен со вторичной обмоткой силового трансформатора 5 через дроссель насыщения 6, вход LC-фильтра 8 соединен с выходом силового выпрямителя 7, выход LC-фильтра 8 соединен с нагрузкой 9, каждый силовой ключ 1, ..., 4 содержит силовой транзистор 10, зашунтированный обратным диодом 11 и конденсатором 12.

На фиг. 2 приведены рабочие диаграммы токов и напряжений, где U_{k1}, I_{k1}, P_{k1} - напряжение, ток и мощность, выделяемые на коллекторе транзистора силового ключа 1; U_{k3}, I_{k3}, P_{k3} - напряжения, ток и мощность, выделяемые на коллекторе транзистора силового ключа 3; I_{L1} - ток первичной обмотки силового трансформатора 5; I_M - ток намагничивания силового трансформатора 5; U_{LH} - напряжение на дросселе насыщения.

Преобразователь напряжения работает следующим образом. При включенных силовых ключах 1 и 4 или 2 и 3 (рабочий режим T_p)) происходит передача энергии от источника питания в нагрузку 9 и перемагничивание силового трансформатора 5. Переключение первого плеча мостового преобразователя, отключением силового ключа 1 и включением силового ключа 2 при включенном силовом ключе 4, либо отключением силового ключа 2 и включением силового ключа 1 при включенном силовом ключе 3, закорачивает первичную обмотку силового трансформатора 5 (режим нулевой паузы $T_п$)). При выключении силовых ключей 1 или 2 ток (I_{L1}) первичной обмотки силового трансформатора 5 перехватывается шунтирующими конденсаторами первого плеча мостового преобразователя, обеспечивая снижение потерь мощности на

RU 2145145 C1

RU 2145145 C1

выключаемом силовом транзисторе. Если принять, что ток (I_{kn}) в отключаемом силовом транзисторе (n - 1 или 2 номер соответсвующего силового ключа) за время спада (T_{cn}) уменьшается линейно и, соответственно, линейно увеличивается ток (I_{cn}) заряда шунтирующих конденсаторов 12, при неизменном токе I_{L1} (фиг. 2), суммарную емкость C шунтирующих конденсаторов 12 силовых ключей 1, 2 первого плеча мостового преобразователя напряжения можно определить по допустимой мощности, выделяемой на силовом транзисторе ($P_{доп}$) в режиме отключения.

$I_{Kn}(t) = I_{L1} \bullet (1-t/T_{cn})$ (1)

$I_{Cn}(t) = I_{L1} \bullet (1-t/T_{cn})$ (2)

$$U_{Cn}(t) = 1/C \cdot \int_0^{T_{cn}} I_{Cn}(t) \cdot dt \quad (3)$$

$$P_{Kn}(t) = I_{Kn}(t) \cdot U_{Cn}(t) = \frac{I_{L1}^2 \cdot (T_{Cn}-t) \cdot t}{2 \cdot C \cdot T_{Cn}} \quad (4)$$

Исследуя уравнение (4) на экстремум на интервале времени от нуля до T_{cn}, получаем максимум мощности при $t = (2/3) \bullet T_{cn}$.

В результате для того, чтобы выполнялось условие $P_к < P_{доп}$, суммарную емкость конденсаторов 12 первого плеча мостового преобразователя напряжения необходимо выбирать по уравнению

$$C > \frac{2 \cdot I_{L1}^2 \cdot T_{cn}}{27 \cdot P_{доп}} \quad (5)$$

Достаточно такое значение емкости конденсаторов 12, при котором они перезаряжаются до напряжения ($U_{пит}$) питания за время T_{cn}.

$$C = \frac{I_{L1} \cdot T_{cn}}{2 \cdot U_{пит}} \quad (6)$$

Задержка в переключении ($T_{з1}$) между силовыми ключами 1, 2 первого плеча мостового преобразователя напряжения должна быть достаточной для того, чтобы произошел полный перезаряд шунтирующих конденсаторов этого плеча и ток I_{L1} первичной обмотки силового трансформатора 5 замкнулся через обратный диод включаемого силового ключа.

$$T_{з1} > \frac{C \cdot U_{пит}}{I_{L1}} \quad (7)$$

Для того чтобы не возникли колебания между шунтирующими конденсаторами силовых ключей 1, 2 и индуктивностью силового трансформатора 5, время задержки $T_{з1}$ должно быть не более

$$T_{з1} < \pi \cdot \sqrt{L \cdot C} \quad (8)$$

где L - индуктивность силового трансформатора 5.

Переход от режима нулевой паузы к режиму включения осуществляется переключением силовых ключей 4, 3, второго плеча мостового преобразователя напряжения, переключение силовых ключей второго плеча осуществляется с задержкой $T_{з2}$, которая вводится для устранения сквозных токов между силовыми ключами 3, 4 и полного перезаряда шунтирующих конденсаторов второго плеча мостового преобразователя напряжения. Роль шунтирующих конденсаторов во втором плече мостового преобразователя напряжения могут выполнять паразитные емкости силовых транзисторов этого плеча.

Чтобы ток намагничивания $I_м$ силового трансформатора 5 не переходил во вторичную обмотку во время нулевой паузы ($T_п$) и задержек включения $T_{з1}$, $T_{з2}$, необходимо отключать вторичную обмотку силового трансформатора от нагрузки, для этого дроссель насыщения 9 выполняется соответствующим условию

$2 \bullet B_s \bullet W \bullet S = U_{вкл} \bullet (Tп+T_{з1}) \bullet K_{тр} + U_{пит} \bullet T_{з2} \bullet K_{тр}$, (9)

что обеспечивает на нем требуемое падение напряжения U_{L2} в режимах $T_п$, $T_{з1}$ и $T_{з3}$ (фиг. 2), где $U_{вкл}$ - напряжение на первичной обмотке силового трансформатора 5 в режиме нулевой паузы, $2 \bullet B_s$ - приращение магнитной индукции при полном перемагничивании сердечника дросселя насыщения 9, W - число витков обмотки дросселя насыщения 9, S - площадь сечения магнитопровода дросселя насыщения.

Литература

1. Авторское свидетельство СССР N 1292149, кл. H 02 M 7/5395, 1970.

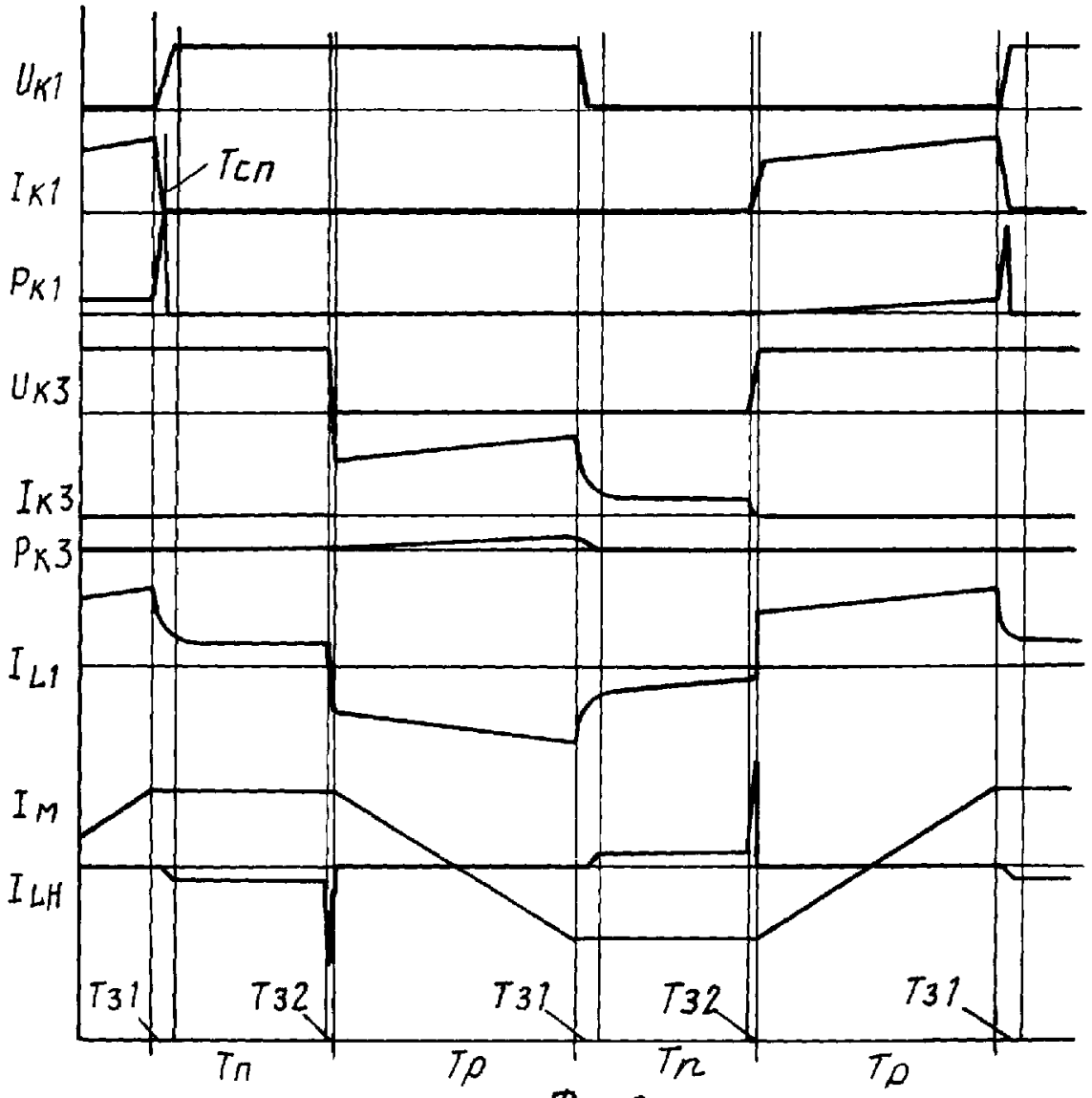
2. Ф Гудинар. Уменьшение потерь в мощных импульсных источниках питания с помощью фазовой модуляции. Электроника (Electronic Design); N 8, с 17-21, 1991 г.

Формула изобретения:

Преобразователь напряжения, содержащий силовые ключи, включенные по мостовой схеме, силовой трансформатор, первичная обмотка которого включена в диагональ моста, вторичная обмотка силового трансформатора подключена к нагрузке через силовой выпрямитель и LC-фильтр, каждый силовой ключ состоит из силового транзистора, обратного диода и конденсатора, соединенных параллельно, отличающийся тем, что в силовую цепь вторичной обмотки силового трансформатора дополнительно введен дроссель насыщения.

RU 2145145 C1

RU 2145145 C1



Фиг.2

RU 2145145 C1

RU 2145145 C1