



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **92694** (13) **C2**
(51) **МПК**
H02H 7/09 (2006.01)МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ**ОПИС**
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**(54) ЗВАРЮВАЛЬНИЙ ВИПРЯМЛЯЧ З БЕЗПОСЕРЕДНІМ ПЕРЕТВОРЕННЯМ ЕНЕРГІЇ**

1

2

(21) а200907526**(22)** 17.07.2009**(24)** 25.11.2010**(46)** 25.11.2010, Бюл.№ 22, 2010 р.**(72)** БУРЛАКА ВОЛОДИМИР ВОЛОДИМИРОВИЧ,
ГУЛАКОВ СЕРГІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ**(73)** ПРИАЗОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**(56)** US 20030039134, H02M7/06, 27.02.2003

US 5343017, B23K9/073, 30.08.1994

RU 2216094, H02M7/5387, 10.06.2001

US 5926381, H02M7/25, 20.07.1999

SU 881930, H02H7/10, 18.11.1981

(57) Зварювальний випрямляч з безпосереднім
перетворенням енергії, що містить вхідний LC-

фільтр, трифазно-двофазний матричний комутатор з ультрарозрядженою матрицею ключів, який **відрізняється** тим, що вихід комутатора підключено до ланцюга обмеження напруги, що складається з послідовно включених транзистора з вбудованим зворотним діодом і конденсатора, і до входу введеного в схему моста з чотирьох транзисторів зі зворотними діодами, підключеного до первинної обмотки високочастотного трансформатора, а вторинна обмотка високочастотного трансформатора підключена через двонапівперіодний випрямляч і згладжувальний дросель до виходу випрямляча.

Винахід відноситься до електротехніки і може бути використаний як джерело постійного струму, що живиться від трифазної мережі і має малі спотворення форми вхідного струму.

Сучасні тенденції розвитку джерел живлення диктують підвищені вимоги до таких їхніх показників, як ККД, потужність на одиницю об'єму, вхідний коефіцієнт потужності (КП), якість стабілізації вихідного струму чи напруги. Цим вимогам у найбільшій мірі відповідають джерела живлення з високочастотним перетворенням.

Відомі джерела живлення, що складається з трансформатора, який працює на частоті мережі, і тиристорного випрямлювача з дроселем, що згладжує, у ланцюзі постійного струму [Зварювальні джерела живлення: навчальний посібник / В. І. Голошубов. - К.: Арістей, 2005. - 448 с].

Для даних джерел живлення характерна велика маса силового трансформатора, несинусоїдальний характер вхідного струму через тиристорний випрямлювач (як наслідок - низький КП), наявність у вихідному струмі пульсацій з частотою, що кратна частоті мережі, великі габарити вихідного дроселя, низькі динамічні характеристики, що приводить до погіршення їхніх споживчих якостей.

Відомі інверторні джерела живлення, виконані за схемою подвійного перетворення [Состояние, тенденции и перспективы развития высокочастотных сварочных преобразователей (Обзор) / А. Е. Коротынский. - Автоматическая сварка, №7 /2002.

- С. 50 - 62.].

Напруга мережі випрямляється некерованим, керованим чи активним випрямлювачем, згладжується і потім надходить до DC-DC перетворювача, виконаного по однотактній, напівмостовій чи мостовій схемі [Мощный однотактный преобразователь постоянного напряжения с «мягкой» коммутацией силового ключа / С. Д. Рудык, В. Е. Турчанинов, С. Н. Флоренцев. - Электротехника, №4 / 99. - С. 55.- 58.].

Пристрої з некерованими (діодними) чи керованими (тиристорними) випрямлювачами мають несинусоїдальний характер вхідного струму.

Джерела з активним випрямлювачем мають низький коефіцієнт гармонік вхідного струму, але знижений на 2 - 3% ККД через наявність додаткового перетворювача. Наявність високовольтного електролітичного конденсатора в ланцюзі постійного струму створює проблеми його початкового заряду при включенні джерела і низкою надійності в 1 умовах тривалої роботи при імпульсному струмі.

Відоме однофазне джерело живлення з безпосереднім перетворенням, що містить вхідний LC-фільтр, два однонаправлених транзисторних ключі, блок керування, зв'язаний з керуючими елементами ключів, однотактний високочастотний трансформатор із двома первинними обмотками й однонапівперіодний випрямлювач із дроселем, що згладжує, [Перспективные источники сварочного

(19) UA (11) **92694** (13) **C2**

тока / С. Д. Рудык, В. Е. Турчанинов, С. Н. Флоренцев. -Электротехника, №7/98. - С. 8-13.], у якому виключено функцію випрямлення вхідної напруги й отримано добрі результати по ККД і КП.

Відоме джерело постійного струму [патент US №2003/0039134 Three-phase-electrical intermediate circuit having reduced network feedback-identical pulse-director system with a wide positioning range pertaining to the output voltage /J.W.Kolar – Feb. 27, 2003], що містить вхідний LC-фільтр до входу якого підключено трифазно-двофазний матричний комутатор з ультрарозрядженою матрицею ключів, дві вихідні фази якого підключені до підвищючого перетворювача напруги. Джерело працює від трифазної мережі, має добрі показники по ККД та КП.

Пристрій прийнято за прототип.

Недоліком пристрою є гальванічний зв'язок навантаження із мережею живлення, що унеможливує його використання для зварювання.

В основу винаходу поставлено задачу удосконалити зварювальний випрямлювач з безпосереднім перетворенням енергії, у якому за рахунок внесення нових елементів забезпечується безпосереднє перетворення трифазної напруги в постійну при високих ККД і КП, та трансформаторна розв'язка мережі і навантаження.

Для рішення поставленої задачі в пристрої, що містить вхідний LC-фільтр, трифазно-двофазний матричний комутатор з ультрарозрядженою матрицею ключів, відповідно до винаходу, вихід комутатора підключено до ланцюга обмеження напруги, що складається, з послідовно включених транзистора з вбудованим зворотнім діодом і конденсатора, і до входу введенного в схему моста з чотирьох транзисторів зі зворотними діодами, підключеного до первинної обмотки високочастотного трансформатора, а вторинна обмотка високочастотного трансформатора підключена через двохнапівперіодний випрямлювач і дросель, що згладжує, до входу випрямлювача.

Суть винаходу пояснюється кресленнями, де на Фіг.1 представлена блок-схема джерела, на Фіг.2 - схема силової частини.

Пристрій містить вхідний LC-фільтр 1 (L1 - L3 330мкГн × 50 А, С1 – С3 4,7мкФ × 630 В, Фіг. 2), до якого підключені три діодно-транзисторних комутатори 2-4 (VD1 - VD12, VT1 - VT3, Фіг.2, застосовано три модуля VUI3012N1 IXYS), виходи яких підключено до мосту 5 з чотирьох транзисторів зі зворотними діодами (VT4 - VT7, Фіг.2, застосовано модуль MK1100-12F8 IXYS), при цьому до мосту 5 підключено ланцюжок обмеження напруги 6 (VT8 IRGPS60B120KD, С4 33 мкФ × 1000 В, Фіг. 2), вихід моста підключено до високочастотного трансформатора 7 (Т1, Фіг.2, коефіцієнт трансформації 9), вторинна обмотка якого підключена до випрямлювача 8 (VD13, VD14 модуль MEK600-04DA IXYS, L4 30 мкГн × 500 А, Фіг.2), і схему керування 9 (на Фіг.2 показана умовно).

Пристрій працює в такий спосіб.

Первинна обмотка трансформатора Т1 з високою частотою (що у 10 - 1000 раз перевищує частоту мережі) поперемінно підключається до фаз мережі через два відкритих транзистори моста і два відкритих діодно-транзисторних комутатори.

Послідовність переключення вибирається такою, щоб за період переключення середнє значення напруги на первинній обмотці Т1 дорівнювало нулю:

$$\int_0^{T_{sw}} u_{T1} dt = 0 \quad (1)$$

де u_{T1} - напруга на первинній обмотці Т1;

T_{sw} - період переключення.

Ця умова необхідна для запобігання підмагнічування і насичення магнітопровода Т1. При цьому на виході мостового випрямлювача напруга

буде дорівнювати $\left| \frac{u_{T1}}{K_{T1}} \right|$, де K_{T1} - коефіцієнт тра-

нсформації Т1. Середню (за період переключення) вихідну напругу визначимо з урахуванням вихідного фільтра (L4):

$$U = \frac{1}{T_{sw}} \int_0^{T_{sw}} \left| \frac{u_{T1}}{K_{T1}} \right| dt \quad (2)$$

Таким чином, змінюючи порядок підключення Т1 до фаз мережі (дотримуючись при цьому умови (1)), можна керувати вихідною напругою і, що неважливо, формою вхідного струму.

Приймемо t_a , t_b , t_c - час підключення трансформатора до фаз А, В, С

Позначимо $D_a = t_a / T_{sw}$, $D_b = t_b / T_{sw}$, $D_c = t_c / T_{sw}$ - скважності стосовно фаз А, В, С відповідно. Тоді для вхідних струмів розглянутого перетворювача можна записати:

$$\begin{aligned} i_a &= I_H \cdot D_a \cdot \text{sign}(u_a), \\ i_b &= I_H \cdot D_b \cdot \text{sign}(u_b), \\ i_c &= I_H \cdot D_c \cdot \text{sign}(u_c) \end{aligned} \quad (3)$$

де I_H - приведений до первинної сторони струм навантаження, u_a , u_b , u_c -фазні напруги мережі. Для забезпечення близького до одиниці коефіцієнта потужності необхідно, щоб вхідний струм у кожній фазі був пропорційний відповідній фазній напрузі. Це може бути досягнуто шляхом вибору скважностей у такий спосіб:

$$\begin{aligned} D_a &= \gamma \cdot |u_a|, \\ D_b &= \gamma \cdot |u_b|, \\ D_c &= \gamma \cdot |u_c| \end{aligned} \quad (4)$$

де γ - коефіцієнт, що визначає вихідну напругу.

Середнє за час T_{sw} напруга на первинній обмотці трансформатора визначається як

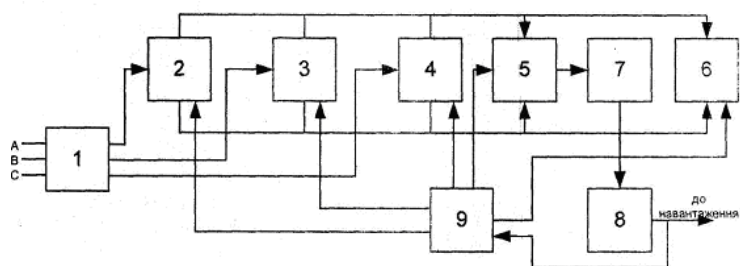
$$U_{T1} = u_a \cdot D_a + u_b \cdot D_b + u_c \cdot D_c \quad (5)$$

причому знак цієї напруги визначається номерами включених ключів. Підставивши (4) у (5), одержимо

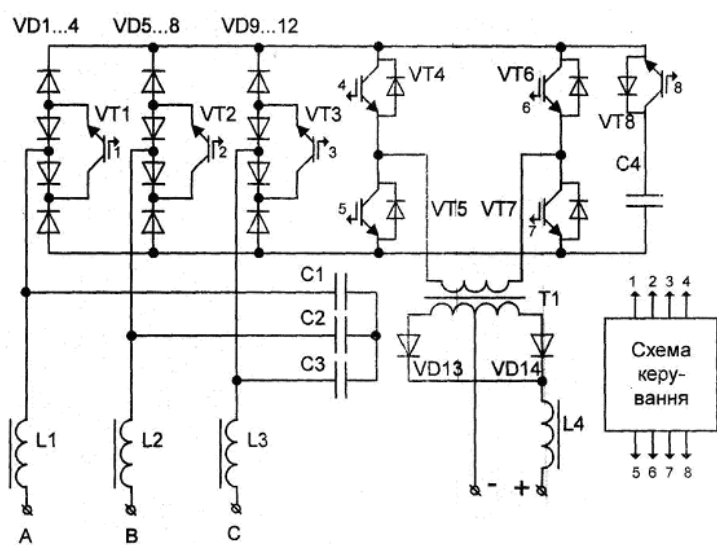
$$U_{T1} = \gamma \cdot (u_a^2 + u_b^2 + u_c^2) = 1,5\gamma \cdot U_{\text{фм}}^2 \quad (6)$$

де $U_{\text{фм}}$ - амплітуда фазної напруги мережі.

Таким чином, дотримуючись умови (4), можна домогтися близького до одиниці коефіцієнта потужності джерела. Крім цього, з (6) випливає ще один важливий висновок: на виході джерела відсутні пульсації з частотою мережі. Це дозволяє значно підвищити якість напруги перетворювача і зменшити вимоги до вихідного фільтра.



Фіг. 1



Фіг. 2