



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **76695** (13) **U**  
(51) МПК  
**H02M 7/10** (2006.01)

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

|  |                            |                     |   |
|--|----------------------------|---------------------|---|
| (21) Номер заявки:                                   | <b>u 2012 08302</b>        | (72) Винахідник(и): | <b>Мартинів Вячеслав Володимирович (UA),<br/>Руденко Юрій Володимирович (UA)</b>              |
| (22) Дата подання заявки:                            | <b>06.07.2012</b>          | (73) Власник(и):    | <b>ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОДИНАМІКИ НАН<br/>УКРАЇНИ,<br/>пр. Перемоги, 56, м. Київ-57, 03680 (UA)</b> |
| (24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: | <b>10.01.2013</b>          |                     |   |
| (46) Публікація відомостей про видачу патенту:       | <b>10.01.2013, Бюл.№ 1</b> |                     |   |

## (54) ДЖЕРЕЛО ЖИВЛЕННЯ ДЛЯ ЕЛЕКТРОВАКУУМНОГО УСТАТКУВАННЯ

### (57) Реферат:

Джерело живлення для електровакуумного устаткування містить високовольтний трансформатор, що має первинну обмотку і N вторинних обмоток, у якому до кожної з N вторинних обмоток трансформатора підключено вхід перетворювальної комірки, що складається з випрямляча з ємнісним фільтром і послідовно включеного імпульсного регулятора понижувального типу, причому кожний з регуляторів містить силовий транзистор, колектор якого підключений до позитивного виходу випрямляча і позитивної клема конденсатора фільтра випрямляча. У кожний з регуляторів додатково введені конденсатор і резистор, причому, перший вивід резистора підключений до другого виводу дроселя і позитивної вихідної клема регулятора, другий вивід резистора підключений до першого виводу конденсатора, другий вивід конденсатора підключений до негативної вихідної клема регулятора, анода першого діода, негативної вхідної клема регулятора, катод другого діода підключений до другого виводу резистора і першого виводу конденсатора, анод другого діода підключений до першого виводу резистора, другого виводу дроселя, позитивної вихідної клема регулятора.

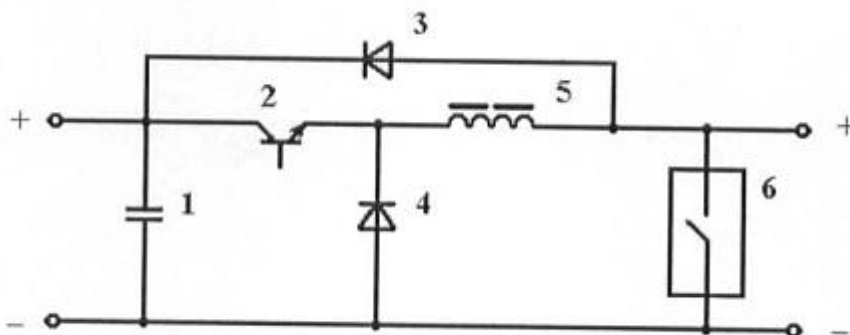


Fig. 1

UA 76695 U

UA 76695 U

Пристрій (корисна модель) належить до галузі електротехніки та може бути використаний для живлення електронно-променевого, іонно-плазмового та інших типів технологічного устаткування, де потрібні джерела живлення із захистом, що запобігає розвитку дугових розрядів у навантаженні.

Відомі пристрої для забезпечення високих рівнів вихідної потужності, що включають у себе джерело змінної напруги та живить декілька одно- або трифазних випрямлячів, виходи яких з'єднані між собою послідовно [1, 2]. Однак, такі технічні рішення не можна використовувати для живлення електронно-променевого устаткування, оскільки в даних пристроях відсутня можливість зменшення впливу пробів у навантаженні.

Відомі джерела електроживлення, у яких як засіб захисту від перенапруги та від перевантажень по струму між виходом високовольтного випрямляча і технологічною установкою включено електронно-вакуумний триод або променевий вентиль [3]. Цей електронний вузол здатний за кілька мікросекунд перервати струм у ланцюзі гармати, що приводить до гасіння дугового розряду, а потім відновити нормальний режим роботи. Крім того, наявність такого вузла дозволяє підвищити якість електроенергії на вході електронно-променевої установки шляхом ослаблення пульсацій і стабілізації прискорювальної напруги. Однак у такому електронному вузлі розсіюється до 20 % енергії у вигляді тепла, що помітно знижує коефіцієнт корисної дії джерела електроживлення і обмежує область його використання. На практиці подібні засоби захисту від перенапруги та перевантажень по струму застосовуються тільки в джерелах електроживлення при підвищених вимогах до якості електроенергії, коли висока вартість і підвищені енерговитрати виправдані, наприклад, в установках прецизійної обробки деталей.

У потужних електронно-променевих установках найбільш широке застосування одержали джерела електроживлення, що містять силовий високовольтний трансформатор, високовольтний випрямляч і вузол струмообмеження, включений між розподільною мережею та первинними обмотками силового трансформатора [4]. Як вузол струмообмеження використано трифазний низьковольтний мостовий випрямляч, навантажений на дросель великої індуктивності, що дозволяє підтримувати незмінним струм навантаження при короткочасних пробоях. Для гасіння дугових розрядів переривають струм у ланцюзі навантаження, для чого використовують керовані вентилі.

Всім розглянутим джерелам електроживлення електронно-променевих установок властиві загальні недоліки:

велика маса та габарити, обумовлені принципом перетворення параметрів електроенергії на низькій частоті живильної мережі;

недостатня стабільність прискорювальної напруги, пов'язана з нестабільністю напруги розподільної мережі й відсутністю технічних засобів регулювання напруги.

Найбільш близьким технічним рішенням є джерело постійної напруги [5]. Даний пристрій містить високовольтний трансформатор, що має первинну обмотку та N вторинних обмоток. До кожної з N вторинних обмоток трансформатора підключений вхід перетворювальної комірки, що складається з випрямляча з ємнісним фільтром і послідовно включеного імпульсного регулятора понижувального типу. По виходу всі регулятори з'єднані послідовно. Кожний з регуляторів (Фіг.1) містить силовий транзистор 2, колектор якого підключений до вхідної позитивної клеми регулятора і позитивної клеми вхідного конденсатора 1. Емітер силового транзистора підключений до катода першого діода 4 і першої клеми силового дроселя 5. Друга клема силового дроселя 5 підключена до вихідного позитивного виводу регулятора, позитивної клеми шунтувального ланцюга 6 і анода другого діода 3. Катод другого діода 3 підключений до вхідної позитивної клеми регулятора. Анод першого діода 4 підключений до негативної вхідної клеми регулятора, до негативної вихідної клеми регулятора і негативної клеми шунтувального ланцюга 6.

Джерело постійної напруги працює в такий спосіб. Змінна напруга живильної мережі надходить на первинну обмотку трансформатора. Трансформатор перетворює рівень напруги на первинній обмотці в заданий рівень напруги на кожній із вторинних обмоток. Змінна напруга на кожній із вторинних обмоток надходить на вхід відповідного випрямляючого вузла. На виході кожного випрямляючого вузла формується постійна напруга, що надходить на вхід відповідного регулятора. Дані регулятори при перевантаженнях працюють на високій частоті в режимі релейного струмообмеження, у стаціонарних режимах вони перебувають повністю у відкритому стані. Для зменшення впливу дугових пробів у навантаженні в кожному з регуляторів використовується шунтувальний ланцюг, що шунтує вихід регулятора в момент пробоя, відключаючи тим самим джерело живлення від навантаження.

Важливою перевагою даного пристрою є можливість одержання високих напруг і потужності на виході при використанні відносно низьковольтних елементів, розрахованих на малі потужності. Також перевагою цього пристрою є наявність шунтувальних ланцюгів на виході та відсутність вихідних елементів з високим рівнем запасеної енергії. Це дозволяє ефективно боротися з дугоутворенням у навантаженні.

Однак дане технічне рішення не містить можливостей для точної стабілізації вихідної напруги. Цей недолік приводить до недостатньої надійності і ефективності роботи джерела в задачах точної стабілізації вихідної напруги, особливо під час перехідних процесів.

Задачею корисної моделі є підвищення точності стабілізації вихідної напруги джерела живлення для електровакуумного устаткування, у тому числі - під час перехідних процесів. Це досягається за рахунок введення додаткових елементів на виході регуляторів у джерелі та зміни зв'язків між елементами регуляторів, завдяки чому досягається новий технічний результат: збільшення точності стабілізації вихідної напруги джерела живлення, у тому числі - під час перехідних процесів. У результаті такого рішення кількість енергії, яка виділяється з вихідних ланцюгів джерела в навантаження, може бути обмежена на припустимому рівні, що не веде до негативних наслідків у навантаженні. Це приводить до підвищення надійності та ефективності роботи джерела живлення.

Поставлена задача вирішується завдяки тому, що в джерело живлення для електровакуумного устаткування, яке містить високовольтний трансформатор, що має первинну обмотку і  $N$  вторинних обмоток, у якому до кожної з  $N$  вторинних обмоток трансформатора підключено вхід перетворювальної комірки, що складається з випрямляча з ємнісним фільтром і послідовно включеного імпульсного регулятора понижувального типу, причому кожний з регуляторів містить силовий транзистор, колектор якого підключений до позитивного виходу випрямляча і позитивної клеми конденсатора фільтра випрямляча, емітер силового транзистора підключений до катода першого діода і першої клеми силового дроселя, друга клема силового дроселя підключена до вихідного позитивного виводу регулятора, позитивної клеми шунтувального ланцюга і анода другого діода, катод другого діода підключений до вхідної позитивної клеми регулятора, анод першого діода підключений до негативної вхідної клеми регулятора, до негативної вихідної клеми регулятора і негативної клеми шунтувального ланцюга, причому по виходу всі регулятори з'єднані послідовно, у кожний з регуляторів додатково введені конденсатор і резистор, причому перший вивід резистора підключений до другого виводу дроселя і позитивної вихідної клеми регулятора, другий вивід резистора підключений до першого виводу конденсатора, другий вивід конденсатора підключений до негативної вихідної клеми регулятора, анода першого діода, негативної вхідної клеми регулятора, катод другого діода підключений до другого виводу резистора і першого виводу конденсатора, анод другого діода підключений до першого виводу резистора, другого виводу дроселя, позитивної вихідної клеми регулятора.

Порівняльний аналіз із прототипом показує, що пропоноване технічне рішення відрізняється наявністю нових елементів, а саме - додаткового резистора і конденсатора в кожному з регуляторів та нових зв'язків між елементами регуляторів, які полягають у відповідному з'єднанні зазначеним чином існуючих елементів і нових. Нові елементи та зв'язки пропонованої корисної моделі розраховані на її практичну реалізацію з досягненням поставленої задачі: збільшення точності стабілізації вихідної напруги, у тому числі - під час перехідних процесів, при збереженні заданого припустимого рівня енергії, що може виділятися з вихідних ланцюгів джерела в навантаження.

На підставі цього можна зробити висновок про те, що сукупність істотних ознак, викладена у формулі винаходу, є необхідною і достатньою для досягнення нового технічного результату - підвищення точності стабілізації вихідної напруги, що приводить до підвищення ефективності і надійності роботи джерела живлення, у тому числі під час перехідних процесів.

Суть корисної моделі пояснюється за допомогою креслень, де: на фігурі 1 зображена структурна схема імпульсного регулятора в прототипі, на фігурі 2 зображена структурна схема технічного рішення, що заявляється.

Пропонований пристрій (фіг.2) містить трифазний високовольтний трансформатор 1, що має первинну обмотку  $W_0$  і  $N$  вторинних обмоток ( $W_1, \dots, W_N$ )... До кожної з  $N$  вторинних обмоток трансформатора підключений вхід перетворювальної комірки 2,3,4... $K$ . Перетворювальна комірка містить у собі випрямляч із ємнісним фільтром 5 на основі схеми Ларіонова та імпульсний регулятор, що містить вхідний конденсатор 6, силовий транзистор 7, силовий діод 8, дросель 9, шунтувальний ланцюг 13. По виходу всі регулятори з'єднані послідовно. У пропоноване джерело живлення в кожний з імпульсних регуляторів додатково введені резистор 11 і конденсатор 12, причому другий вивід резистора і перший вивід конденсатора об'єднані між

собою, перший вивід резистора 11 підключений до вихідної позитивної клеми регулятора, другий вивід конденсатора 12 підключений до вихідної негативної клеми регулятора і до вхідної негативної клеми регулятора. Катод другого діода 10 підключений до загальної точки з'єднання резистора 11 і конденсатора 12. Анод другого діода 10 підключений до другого виводу дроселя 9, першого виводу резистора 11, до вихідної позитивної клеми регулятора.

Пристрій працює в такий спосіб. Змінна напруга живильної мережі надходить на первинну обмотку трансформатора. Трансформатор перетворює рівень напруги на первинній обмотці в заданий рівень напруги на кожній із вторинних обмоток. Змінна напруга на кожній із вторинних обмоток надходить на вхід відповідного випрямляючого вузла. На виході кожного випрямляючого вузла формується постійна напруга, що надходить на вхід відповідного регулятора. На виході джерела живлення формується сумарна вихідна напруга всіх регуляторів заданого рівня. У стаціонарному режимі дані регулятори працюють у режимі релейної стабілізації вихідної напруги. При дугоутворенні у навантаженні в кожному з регуляторів включається шунтувальний ланцюг 13, що відключає джерело живлення від навантаження. Використання введеного конденсатора 12 у вихідному ланцюзі регуляторів дозволяє зменшувати пульсації вихідної напруги. Однак величину ємності конденсатора треба вибирати такою, щоб енергія, яка запасена в конденсаторі та виділяється з нього при розряді в навантаження, не перевищувала певного значення, вище якого відбуваються негативні необоротні процеси в електровакуумному навантаженні. Ємність конденсатора можна збільшити, якщо між джерелом енергії у вихідному ланцюзі джерела живлення і навантаженням установити додатковий активний резистор [6]. Тому роль обмежувача рівня енергії конденсатора при його розряді в пропонованому джерелі живлення грає уведений у кожному регуляторі резистор 11. Для запобігання перенапруг на виході регуляторів на етапі заряду конденсатора струмом дроселя 9 паралельно резистору 11 включений діод 10.

Таким чином, у даній схемі джерела живлення, на відміну від прототипу, точність стабілізації вихідної напруги, у тому числі при перехідних процесах, можна збільшувати до необхідного рівня при збереженні заданого припустимого рівня енергії, що може виділятися з вихідних ланцюгів джерела в навантаження. Ці дозволяє досягти нового технічного результату - підвищити ефективність і надійність роботи джерела живлення.

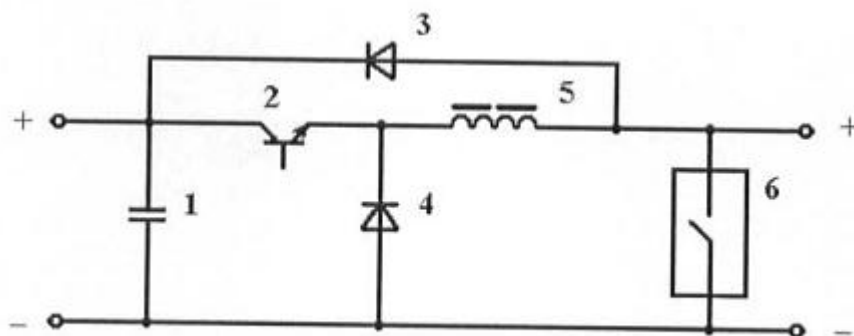
Джерела інформації:

1. Патент Великобританії №1259.311, igi.H2F, 1972
2. А.С. СРСР №752684, МПК В23ДО 15/00, БИ №28, 1980
3. А.С. СРСР № 1609583, МПК В23ДО 15/00, БИ № 44, 1990
4. А.С. СРСР № 465844, МПК В23ДО 15/00, БИ № 46, 1979
5. Патент України № 85316, Н02М 7/10 - БВ №1, 2009

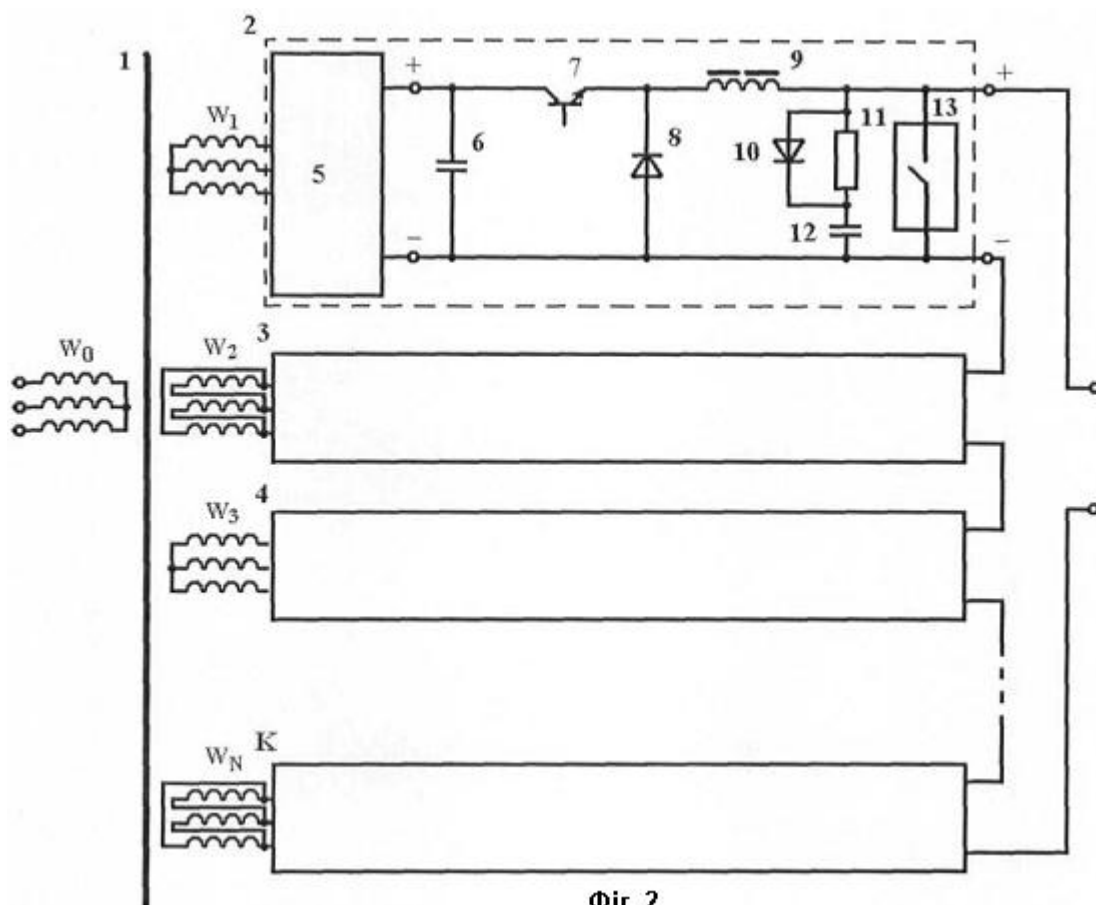
6. Казимиров Н.Н., Шматков Г.А. Переходные процессы в источнике питания при погасании разряда в сварочной пушке // Автоматическая сварка.-1983.-№11.-С. 41-43.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Джерело живлення для електровакуумного устаткування, яке містить високовольтний трансформатор, що має первинну обмотку і N вторинних обмоток, у якому до кожної з N вторинних обмоток трансформатора підключено вхід перетворювальної комірки, що складається з випрямляча з ємнісним фільтром і послідовно включеного імпульсного регулятора понижувального типу, причому кожний з регуляторів містить силовий транзистор, колектор якого підключений до позитивного виходу випрямляча і позитивної клеми конденсатора фільтра випрямляча, емітер силового транзистора підключений до катода першого діода і першої клеми силового дроселя, друга клема силового дроселя підключена до вихідного позитивного виводу регулятора, позитивної клеми шунтувального ланцюга і анода другого діода, катод другого діода підключений до вхідної позитивної клеми регулятора, анод першого діода підключений до негативної вхідної клеми регулятора, до негативної вихідної клеми регулятора і негативної клеми шунтувального ланцюга, причому по виходу всі регулятори з'єднані послідовно, яке **відрізняється** тим, що у кожний з регуляторів додатково введені конденсатор і резистор, причому перший вивід резистора підключений до другого виводу дроселя і позитивної вихідної клеми регулятора, другий вивід резистора підключений до першого виводу конденсатора, другий вивід конденсатора підключений до негативної вихідної клеми регулятора, анода першого діода, негативної вхідної клеми регулятора, катод другого діода підключений до другого виводу резистора і першого виводу конденсатора, анод другого діода підключений до першого виводу резистора, другого виводу дроселя, позитивної вихідної клеми регулятора.



Фиг. 1



Фиг. 2