



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **102625**

(13) **C2**

(51) МПК

H02M 5/02 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки: **а 2012 01615**

(22) Дата подання заявки: **14.02.2012**

(24) Дата, з якої є чинними
права на винахід: **25.07.2013**

(41) Публікація відомостей
про заяву: **11.03.2013, Бюл.№ 5**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **25.07.2013, Бюл.№ 14**

(72) Винахідник(и):

**Ільницький Людвіг Якович (UA),
Щербина Ольга Алімівна (UA),
Пепа Юрій Володимирович (UA)**

(73) Власник(и):

**НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ,**

пр. Комарова, 1, м. Київ, 03680 (UA)

(56) Перелік документів, взятих до уваги
експертизою:

DE 102006061261 A1; 04.09.2008

US 2012113693 A1; 10.05.2012

DE 102009049820 A1; 21.04.2011

US 2008157747 A1; 03.07.2008

JP 2008253102 A; 16.10.2008

KR 20070030309 A; 15.03.2007

JP 2004147476 A; 20.05.2004

US 4933828 A; 12.06.1990

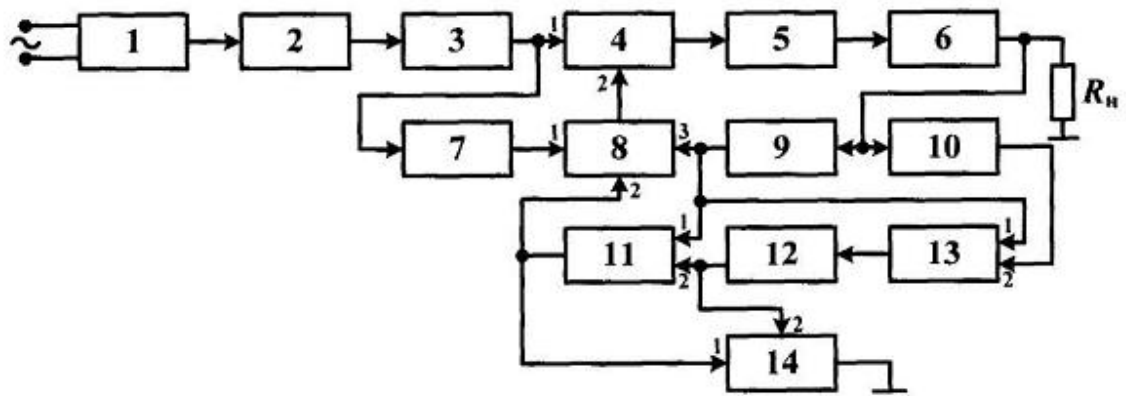
UA 94387 C2; 10.05.2011

(54) ІМПУЛЬСНИЙ БЛОК ЖИВЛЕННЯ ЗІ СТАБІЛІЗАЦІЄЮ ВИХІДНОЇ НАПРУГИ ЗМІНОЮ ПЕРІОДУ ПОВТОРЕННЯ ІМПУЛЬСІВ

(57) Реферат:

Імпульсний блок живлення зі стабілізацією вихідної напруги зміною періоду повторення імпульсів належить до радіотехніки. Блок живлення містить імпульсний трансформатор, перший ключ, фільтр низької частоти, випрямляч, мережевий фільтр, блок живлення контуру стабілізації вихідної напруги, одновібратор або мультівібратор, імпульсний трансформатор, фільтр високих частот, імпульсний блок живлення, джерело опорної напруги, подільник напруги, компаратор, диференціальний підсилювач, інтегратор, компаратор і другий ключ. Технічним результатом є спрощення засобів боротьби з небажаними випромінюваннями, збільшення ефективності роботи імпульсного блока живлення у випадках, коли напруга мережі може змінюватися стрибками, а електронні схеми, що працюють з імпульсним блоком живлення чутливі до позитивних викидів напруги.

UA 102625 C2



Винахід належить до галузі радіотехніки і може бути використаний для живлення широкого кола радіоелектронних приладів та систем.

Відомий резонансний перетворювач з широтно-імпульсною модуляцією [1], що складається з двох рекоперуючих діодів, резонансного дроселя, двох послідовно з'єднаних резонансних конденсаторів, що включені між позитивною і від'ємною клемми джерела живлення; двох послідовно з'єднаних силових кіл, кожне з яких створене послідовно включеними зарядними тиристорами і первинною обмоткою трансформатора, двох діодів схеми випрямляча, резистора навантаження, конденсатора фільтра і двох модулюючих тиристорів.

Недоліком такого перетворювача є великі втрати на повне перемагнічування магнітопроводу трансформатора та підвищені вимоги до імпульсних тиристорів щодо протікання великих значень прямого струму через них.

З відомих імпульсних блоків живлення найбільш близьким за технічною суттю є блок живлення імпульсний [2], що містить два діодно-транзисторні півмости, імпульсний трансформатор, блок керування транзисторами, якщо на виході блока потрібно мати постійну напругу, тоді до вторинної обмотки під'єднується випрямляч на діодах, конденсатор; при необхідності до діодно-транзисторних півмостів і діодного випрямляча під'єднуються конденсатори, послідовно з первинною обмоткою під'єднуються дроселі.

Недоліком такого блока живлення є: наявність додаткової схеми для імпульсного підмагнічування магнітопроводу трансформатора в паузах між імпульсами; створення завад в електромережі роботою ключових транзисторів імпульсного блока живлення у випадках стрибкоподібної зміни напруги у мережі.

Задачею винаходу є: забезпечення стабільних умов функціонування імпульсного трансформатора, а також фільтра високих частот; підвищення чутливості кіл стабілізації напруги до позитивних стрибків вихідної напруги.

Це дозволяє спростити засоби боротьби з небажаними випромінюваннями, а також збільшити ефективність роботи імпульсного блока живлення у випадках, коли напруга мережі може змінюватися стрибками, а електронні схеми, що працюють з імпульсним блоком живлення, чутливі до позитивних викидів напруги.

Поставлена задача вирішується тим, що до входу імпульсного трансформатора, згідно з винаходом, підключений вихід першого ключа, на перший вхід якого приєднаний вихід фільтра низької частоти, вхід якого з'єднано з виходом випрямляча, на вхід якого приєднаний вихід мережевого фільтра, вхід якого підключено до мережі промислової частоти; вихід фільтра низької частоти також підключено до входу блока живлення контуру стабілізації вихідної напруги, вихід блока живлення контуру стабілізації вихідної напруги приєднано до першого входу одновібратора (у стаціонарному режимі імпульсного блока живлення) або мультівібратора (у режимі виключення імпульсного блока живлення), вихід якого з'єднано з другим входом першого ключа; вихід імпульсного трансформатора підключено до входу фільтра високих частот, вихід якого підключений до навантаження імпульсного блока живлення і до входів джерела опорної напруги та подільника напруги, вихід джерела опорної напруги з'єднано з першими входами компаратора і диференціального підсилювача, а також з третім входом одновібратора (у стаціонарному режимі імпульсного блока живлення) або мультівібратора (у режимі виключення імпульсного блока живлення), на другий вхід якого приєднано вихід компаратора, вихід компаратора також з'єднано з першим входом другого ключа, вихід якого заземлено; на другий вхід диференціального підсилювача приєднано вихід подільника напруги, вихід якого з'єднано з входом інтегратора, вихід інтегратора приєднано до других входів компаратора і другого ключа.

На кресленні зображена структурна схема імпульсного блока живлення зі стабілізацією вихідної напруги зміною періоду повторення імпульсів.

Імпульсний блок живлення зі стабілізацією вихідної напруги зміною періоду повторення імпульсів містить: мережевий фільтр 1, випрямляч 2, фільтр низької частоти 3, два ключі 4 і 14, Імпульсний трансформатор 5, фільтр високих частот 6, блок живлення контуру стабілізації вихідної напруги 7, вузол керування ключем 4 - одновібратор у стаціонарному режимі імпульсного блока живлення і мультівібратор у режимі виключення імпульсного блока живлення - 8, джерело опорної напруги 9, подільник напруги 10, компаратор 11, інтегратор 12, диференціальний підсилювач 13, навантаження імпульсного блока живлення - опір R_H .

Імпульсний блок живлення зі стабілізацією вихідної напруги зміною періоду повторення імпульсів працює таким чином.

Стабілізація вихідної напруги при використанні зміни періоду повторення імпульсів ґрунтується на залежності

$$U_{вих} = U_0 \frac{\tau}{T}, \quad (1)$$

де T - період повторення імпульсів, тривалість якого змінюється з відхиленням вихідної напруги від номінального значення.

5 Період повторення імпульсів T має гіперболічну залежність від вихідної напруги. Це дає змогу вибрати в схемі формування періоду T такий робочий режим, при якому збільшення напруги $U_{вих}$ приведе до значно більшого приросту періоду T , чим зменшення напруги $U_{вих}$ на те саме значення призведе до зменшення приросту періоду T . Таким чином чутливість схеми буде підвищена щодо раптових викидів напруги $U_{вих}$.

10 При включенні імпульсного блока живлення в мережу промислової частоти випрямляч 2 і фільтр 3 створюють постійну напругу U_1 . Від цієї напруги спрацьовує блок живлення 7 контуру стабілізації і мультівібратор 8 генерує прямокутні імпульси з наперед заданою щільністю

$$U_k = U_2 [1(t - t_0 - sT_0) - 1(t - t_0 - \tau - sT_0)], \quad (2)$$

15

де U_2 - амплітуда імпульсів на вихідних затискачах мультівібратора 8; $1(t - T_n)$ - одинична функція (дорівнює нулю при $t < T_n$ і дорівнює одиниці при $t \geq T_n$, де $T_n = \begin{cases} t_0 + sT_0; \\ t_0 + \tau + sT_0, \end{cases}$); t_0 - момент включення імпульсного блока живлення; T_0 - період повторення імпульсів; τ - тривалість імпульсу; $s = 0, 1, 2, 3, \dots$ - відлік періодів повторення імпульсів.

20 Під дією напруги U_k перший ключ 4 за кожний період T_0 приєднує джерело випрямленої напруги U_1 до імпульсного трансформатора 5 на час τ .

Завдяки цьому на вихідних затискачах трансформатора 5 утворюється послідовність імпульсів, які за допомогою фільтра 6 перетворюються на вихідну напругу живлення навантаження R_H .

25 Напруга на виході трансформатора 5 практично, якщо не враховувати перехідні процеси на затискачах першого ключа 4, повторює форму імпульсів керування (2). Вихідна напруга трансформатора 5 деякою мірою також зазнає впливу перехідних процесів, але, в основному, зберігає форму напруги U_k при необхідному значенні амплітуди U_0 , яка встановлюється з вимоги до вихідної напруги імпульсного блока живлення. Фільтр 6 усереднює вихідну напругу трансформатора 5, в результаті чого отримуємо згідно з виразом (1) вихідну напругу блока живлення 7 $U_{вих}$.

30 З початку появи напруги $U_{вих}$ починає працювати контур стабілізації, який складається з джерела опорної напруги 9, подільника напруги 10, диференційного підсилювача 13, інтегратора 12, компаратора 11 і другого ключа 14. При досягненні вихідної напруги певного порогового значення виникає стабільна напруга $U_{ст}$ на виході 9, яка підводиться до виходу диференціального підсилювача 13 і одночасно переводить мультівібратор 8 в режим очікування, тобто в режим одновібратора. На другий вихід диференціального підсилювача 13 з подільника напруги 10 надходить напруга, яка пропорційна вихідній напрузі блока живлення 7 $U_{вих}$, тобто

40

$$U_3 = aU_{вих}, \quad (3)$$

де a - масштабний коефіцієнт, значення якого менше одиниці.

На виході диференціального підсилювача 13 утворюється напруга

45

$$U_{дп} = b(U_{ст} - U_3) = b(U_{ст} - aU_{вих}), \quad (4)$$

де b - коефіцієнт підсилення 13.

50 Користуючись перетворенням Лапласа, перехідну функцію інтегратора 12 запишемо у вигляді

$$H(p) = \frac{\frac{1}{\tau_i}}{p \left(p + \frac{1}{T_i} \right)}, \quad (5)$$

де $\tau_i = CR$ - стала часу кола, що утворене резистором з опором R і конденсатором з ємністю C ; $T_i = (1+k)CR$ - стала часу інтегрування; k - коефіцієнт підсилення операційного підсилювача.

Під дією постійної напруги (4) на вході інтегратора 12, оскільки тривалість часу процесу інтегрування задовольняє нерівність $t \ll T_i$, вихідна напруга змінюватиметься так

$$U_i = \frac{t}{\tau_i} U_{д.п.} \quad (6)$$

10

Отже, це лінійно зростаюча напруга.

В той момент часу ($t \ll T_i$), коли напруга U_i стає рівною напрузі $U_{ст.}$, на виході компаратора 11 виникає дуже короткий за тривалістю в часі імпульс, який одночасно запускає одновібратор 8 і за допомогою другого ключа 14 замикає вихідний затискач інтегратора 12 на землю. Після цього процес інтегрування починається з початку, а одновібратор 8 генерує керуючий імпульс (2) для управління першим ключем 4. Очевидно, що імпульс з виходу компаратора 11 повинен виробляти імпульс тривалістю τ_k , яка була б на порядок меншою тривалості імпульсу одновібратора 8 τ

20

$$\tau_k \ll \tau.$$

Період повторення імпульсів керування в стаціонарному режимі визначається з рівняння

$$U_i = U_{ст.} \quad (7)$$

25

Використовуючи рівняння (4) і (6), отримуємо необхідне значення періоду повторення імпульсів на виході імпульсного трансформатора 5

$$T = \frac{\tau_i}{b} \frac{U_{ст.}}{U_{ст.} - aU_{вих}} \quad (8)$$

30

Введемо такі позначення для сталих величин

$$\frac{\tau_i}{b} = c \text{ і } \frac{a}{U_{ст.}} = d.$$

35

При цьому вираз (8) набуває вигляду

$$T = \frac{c}{1 - dU_{вих}} \quad (9)$$

40

Звідси видно, що

$$\Delta T = \frac{cd\Delta U_{вих}}{(1 - dU_{вих})^2}$$

Або

$$\frac{\Delta T}{T} = \frac{dU_{\text{вих}}}{1 - dU_{\text{вих}}} \frac{\Delta U_{\text{вих}}}{U_{\text{вих}}} \quad (10)$$

З виразу (10) випливає, що при невеликих позитивних приростах вихідної напруги збільшується період повторення імпульсів, що, в свою чергу, згідно з відношенням (1) призводить до зменшення вихідної напруги.

У випадку різких стрибків вихідної напруги, обумовлених будь-якими причинами, справедливі будуть дещо інші відношення. Позначимо номінальну вихідну напругу як $U_{\text{вих0}}$. Тоді з виразу (8), використовуючи прийняті позначення, можемо знайти приріст періоду повторення імпульсів при стрибку вихідної напруги $U_{\text{вих}} = U_{\text{вих0}} + \Delta U_{\text{вих}}$, тобто

$$\frac{\Delta T}{T_0} = \frac{\Delta U_{\text{вих}}}{\Delta U_{\text{вихmax}} - \Delta U_{\text{вих}}} \quad (11)$$

$$\text{де } T_0 = \frac{c}{1 - dU_{\text{вих0}}} \text{ і } \Delta U_{\text{вихmax}} = \frac{U_{\text{ст}} - aU_{\text{вих0}}}{a}$$

- стала величина, яку за фізичним змістом можна розглядати як задане максимальне порогове значення стрибка вихідної напруги імпульсного блока живлення.

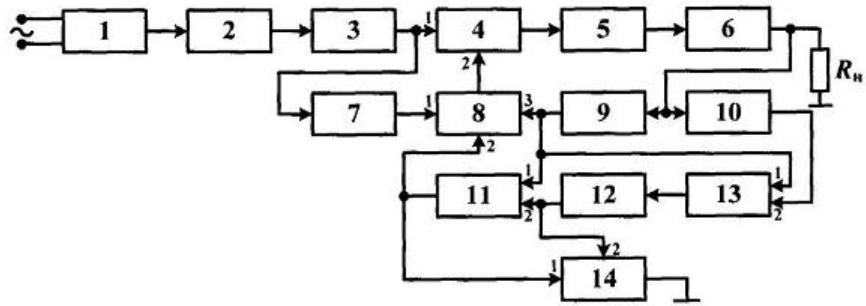
З виразу (11) випливає, що при позитивних стрибках приріст періоду T різко збільшується в порівнянні із ΔT при стрибках напруги такої ж величини, але із знаком мінус.

Джерела інформації:

1. Патент на изобретение Российская Федерация № 2110881, МПК⁶ H02M7/515, H02M7/523, 1998.
2. Патент на винахід Україна № 94387, МПК⁶ H02M5/02, 2011.

ФОРМУЛА ВІНАХОДУ

Імпульсний блок живлення зі стабілізацією вихідної напруги зміною періоду повторення імпульсів, який містить імпульсний трансформатор, який **відрізняється** тим, що до входу імпульсного трансформатора підключений вихід першого ключа, на перший вхід якого приєднаний вихід фільтра низької частоти, вхід якого з'єднано з виходом випрямляча, на вхід якого приєднаний вихід мережевого фільтра, вхід якого підключено до мережі промислової частоти; вихід фільтра низької частоти також підключено до входу блока живлення контуру стабілізації вихідної напруги, вихід блока живлення контуру стабілізації вихідної напруги приєднано до першого входу одновібратора у стаціонарному режимі імпульсного блока живлення або мультівібратора у режимі виключення імпульсного блока живлення, вихід якого з'єднано з другим входом першого ключа; вихід імпульсного трансформатора підключено до входу фільтра високих частот, вихід якого підключений до навантаження імпульсного блока живлення і до входів джерела опорної напруги та подільника напруги, вихід джерела опорної напруги з'єднано з першими входами компаратора і диференціального підсилювача, а також з третім входом одновібратора у стаціонарному режимі імпульсного блока живлення або мультівібратора у режимі виключення імпульсного блока живлення, на другий вхід якого приєднано вихід компаратора, вихід компаратора також з'єднано з першим входом другого ключа, вихід якого заземлено; на другий вхід диференціального підсилювача приєднано вихід подільника напруги, вихід якого з'єднано з входом інтегратора, вихід інтегратора приєднано до других входів компаратора і другого ключа.



Комп'ютерна верстка М. Мацело

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601