



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 98511

(13) C2

(51) МПК

H02M 3/335 (2006.01)

G05F 1/56 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки: а 2010 05348

(22) Дата подання заявки: 30.04.2010

(24) Дата, з якої є чинними  
права на винахід: 25.05.2012

(41) Публікація відомостей  
про заявку: 10.11.2011, Бюл.№ 21

(46) Публікація відомостей  
про видачу патенту: 25.05.2012, Бюл.№ 10

(72) Винахідник(и):

Зайцев Григорій Фролович (UA),  
Кривуца Володимир Георгійович (UA),  
Булгач Віктор Леонардович (UA),  
Градобоеві Неля Вікторівна (UA)

(73) Власник(и):

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ,

вул. Солом'янська, 7, м. Київ, 03010,  
Україна (UA)

(56) Перелік документів, взятих до уваги  
експертизою:

US 2007/0076456 A1; 05.04.2007

US 2007296389 A1; 27.12.2007

UA 41635 A; 17.09.2001

RU 87051 U; 20.05.2009

Зайцев Г.Ф., Булгач В.Л., Каргаполов Ю.В.

Импульсный стабилизатор напряжения с  
принципом управления по отклонению.

Функциональная схема, математическая  
модель стабилизатора // Вісник Державного  
Університету інформаційно-комунікаційних  
технологій. - К., 2009 - Том 7(4). - С. 370-  
380.

Зайцев Г.Ф., Булгач В.Л., Каргаполов Ю.В.

Импульсный стабилизатор напряжения с  
принципом управления по отклонению.

Часть 2. Анализ динамических  
характеристик стабилизатора. // Вісник  
ДУІКТ. - К., 2010. - Т. 8(1). - С. 74-79.

Зайцев Г.Ф., Булгач В.Л., Каргаполов Ю.В.,  
Градобоева Н.В. Комбинированный  
импульсный стабилизатор напряжения. III.  
Функциональная и принципиальная схема.  
// Вісник Державного університету  
інформаційно-комунікаційних технологій. -  
К., 2010. - Т. 8(2). - С. 175-181.

## (54) АСТАТИЧНИЙ ІМПУЛЬСНИЙ КОМПЕНСАЦІЙНИЙ СТАБІЛІЗАТОР НАПРУГИ

(57) Реферат:

Винахід належить до систем автоматичного керування, зокрема до імпульсних компенсаційних стабілізаторів напруги. Астатичний імпульсний компенсаційний стабілізатор напруги складається з регулюючого елемента, що працює в ключовому режимі, широтно-імпульсного модулятора, що містить генератор пилоподібних імпульсів напруги та компаратор, фільтра, що згладжує, навантаження, та вимірювального елемента, вихід вимірювального елемента є виходом напруги, пропорційної вихідній напрузі стабілізатора, елемента порівняння, з'єднаним

UA 98511 C2



Винахід належить до систем автоматичного керування, зокрема, до імпульсних компенсаційних стабілізаторів напруги.

Відомий імпульсний компенсаційний стабілізатор напруги ([1], стор. 37, рис. 2), що являє собою систему автоматичного керування з негативним зворотним зв'язком [2]. Даний стабілізатор прийнятий за прототип. Функціональна схема стабілізатора-прототипу наведена на

фиг. 1.

До складу стабілізатора входять: регулюючий елемент РЕ, фільтр Ф, вимірювальний елемент ВЕ, джерело опорної напруги ДОН, елемент порівняння ЕП, на прямий вхід якого з виходу вимірювального елемента подається напруга зворотного зв'язку  $U_{зз}$ , а на вхід, що інвертує, - опорна  $U_{оп}$  напруга; суматор 3, на вхід якого надходить напруга  $U_{уст}$  уставки і напруга  $\Delta U$  неузгодженості; підсилювач У, широтно-імпульсний модулятор ШІМ, що складається з генератора пилоподібної напруги ГПН і компаратора К, навантаження Н.

Стабілізатор-прототип є статичним стабілізатором як щодо вхідної напруги, так і щодо опору навантаження [3]. У ньому виникають постійні напруги неузгодженості при східчастих змінах відхилень від номінальних значень вхідної напруги й опору навантаження, пропорційні цим відхиленням, і зростаючі в часі напруги неузгодженості при зміні за лінійним і більш складним законом цих впливів, що збурюють. Низька точність стабілізації є недоліком стабілізатора-прототипу.

Винахід дозволяє підвищити точність стабілізації імпульсного стабілізатора напруги - усунути напруги неузгодженості при східчастих змінах відхилень вхідної напруги й опору навантаження, а зростаючі напруги неузгодженості при лінійній зміні цих впливів, що збурюють, обмежити кінцевими значеннями.

На фиг. 1 зображена функціональна схема статичного імпульсного стабілізатора напруги - прототипу; на фиг. 2а та 2б - функціональна схема астатичного імпульсного стабілізатора напруги; на фиг. 3 - варіант принципової схеми астатичного імпульсного стабілізатора напруги.

Підвищення точності досягається тим, що в імпульсний стабілізатор напруги, що складається з регулюючого елемента 1, фільтра 2, на вихід якого включене навантаження Н, вимірювального елемента 3, джерела опорної напруги 4, елемента порівняння 5, широтно-імпульсного модулятора 6, що складається з генератора пилоподібної напруги 7 і компаратора 8 (фиг. 2б), між елементом порівняння і компаратором включений інтегруючий елемент 9, вихідна напруга  $U$ , якого надходить на перший вхід суматора 10, на його другий вхід подається напруга уставки  $U_{уст}$ , вихідна напруга суматора  $U_{п}$  подається на компаратор.

Особливість роботи астатичного імпульсного стабілізатора напруги полягає в наступному. При номінальних значеннях вхідної напруги й опору навантаження за допомогою напруги уставки  $U_{уст}$  встановлюють номінальну тривалість комутуючих імпульсів напруги на виході компаратора і регулюючого елемента, що відповідає номінальному значенню вихідної напруги стабілізатора.

При східчастому зростанні вхідної напруги  $U_{вх}$  на  $\Delta U_{вх}$ , як і в статичному стабілізаторі, виникає напруга неузгодженості  $\Delta U$ . Однак, ця напруга неузгодженості, надходячи на інтегруючий елемент 9, створює на його виході зростаючу напругу  $U_i$  що, складаючись у суматорі 10 з напругою уставки  $U_{уст}$ , надходить на компаратор 8 і викликає зменшення тривалості  $t_i$  імпульсів напруги на його виході, а отже, і зменшення вихідної напруги стабілізатора. Цей процес буде відбуватися доти, поки напруга неузгодженості не стане рівною нулю, а напруга на виході стабілізатора не прийме номінальне значення.

При східчастому зменшенні  $U_{вх}$  виникає напруга неузгодженості  $\Delta U$  негативної полярності, на виході інтегратора негативна напруга  $U_i$  зростає в часі і викликає зменшення напруги на вході компаратора К. При цьому збільшується тривалість імпульсів напруги на виході компаратора і підвищується вихідна напруга стабілізатора до номінального значення.

Якщо  $U_{вх}$  змінюється, наприклад збільшується за лінійним законом, то в сталому режимі виникає постійна напруга неузгодженості  $\Delta U$ , що, надходячи на інтегратор, викликає на його виході лінійно зростаючу напругу. При цьому тривалість імпульсів на виході компаратора буде зменшуватися в часі також за лінійним законом, а  $U_{вих}$  буде мати постійне значення, відмінне від номінального значення на  $\Delta U_{вих}$ , пропорційне  $\Delta U$ .

Аналогічним чином працює стабілізатор при зміні вихідної напруги через зміну опору навантаження.

Пропонований імпульсний стабілізатор є астатичним з астатизмом першого порядку щодо відхилень від номінальних значень вхідної напруги й опору навантаження, тому що напруги неузгодженості в сталих режимах при східчастих змінах цих впливів, що збурюють, дорівнюють нулю ([2], стор. 36-38).

Варіант принципової схеми астатичного імпульсного стабілізатора напруги зображений на фіг. 3.

Регулюючим елементом РЕ (1) служить транзистор VT1, що працює в імпульсному (ключовому) режимі. Фільтр Ф (2), що згладжує імпульси напруги  $U_{PE}$ , що надходять з виходу регулюючого елемента, являє собою Г-подібний LC - фільтр, що складається з дроселя L1, конденсатора С1 і діода VD1.

Вимірювальним елементом БЕ (3) служить дільник напруги, що складається з резисторів R9, R10, R11. Напруга зворотного зв'язку  $U_{зз}$  знімається з резистора R11 і частини резистора R10. Опорна напруга знімається зі стабілітрона VD2, що утворює з резистором R8 параметричний стабілізатор - джерело опорної напруги ДОН (4). Опорна напруга через резистор R7 подається на вхід операційного підсилювача, що інвертує, DA4. Позитивна напруга зворотного зв'язку  $U_{зз}$  через резистор R4 і негативна опорна напруга  $U_{оп}$  через резистор R5 подаються на вхід, що інвертує, підсумовуючого інтегратора DA3, у зворотний зв'язок якого включений конденсатор C2, тобто підсумовуючий інтегратор DA3 виконує функції елемента порівняння ЕП (5) і інтегратора І (9). Напруга  $U_i$  з виходу підсумовуючого інтегратора через резистор R2 і напруга уставки  $U_{уст}$ , за яку використовується інвертована опорна напруга  $U_{оп}$  з виходу DA4, через резистор-дільник R3 і резистор R3<sub>1</sub> подаються на підсумовуючий операційний підсилювач DA2, що виконує функцію суматора С (10) і інвертора. Напруга  $U_n$  з виходу DA2 надходить на компаратор К (8), виконаний на операційному підсилювачі DA1.

Стабілізатор працює в такий спосіб.

При номінальних значеннях вхідної напруги й опору навантаження, змінюючи опір резистора R3, уводять таку напругу уставки  $U_{уст}$ , за допомогою якої встановлюють номінальну тривалість  $t_i$  комутуючих імпульсів напруги на виході компаратора К, а отже, і номінальна напруга на виході стабілізатора.

Нехай з якої-небудь причини стрибком змінилася, наприклад збільшилася, вихідна напруга стабілізатора. При цьому збільшилася напруга зворотного зв'язку  $U_{зз}$ , з'явилася позитивна напруга неузгодженості на вході підсумовуючого інтегратора DA3, а на його виході і на виході підсумовуючого підсилювача DA2 зростаючі напруги. Збільшення напруги  $U_n$  на вході компаратора К, зібраного на операційному підсилювачі DA1, приводить до зменшення тривалості імпульсів напруги на його виході і зменшенню вихідної напруги стабілізатора до номінального значення.

При зміні, наприклад збільшенні,  $U_{вх}$  (чи зміні опору навантаження) за лінійним законом виникає напруга неузгодженості. При цьому на виході підсумовуючого інтегратора DA3, а отже, і на виході підсумовуючого операційного підсилювача DA2 виникають зростаючі напруги. Зростаюча напруга  $U_n$  з виходу DA2, надходячи на компаратор К, змінює (зменшує) за лінійним законом тривалість  $t_i$  комутуючих імпульсів. Напруга на виході стабілізатора у сталому режимі залишається постійною, що відрізняється від номінального значення на величину  $\Delta U_{вих}$ , пропорційну напрузі неузгодженості  $\Delta U$ .

Таким чином, в астатичному імпульсному стабілізаторі напруги на відміну від традиційного статичного стабілізатора, усуваються напруги неузгодженості при східчастих змінах вхідної напруги й опору навантаження, а зростаючі напруги неузгодженості при зміні вхідної напруги й опору навантаження за лінійним законом обмежуються постійними значеннями.

Зіставлення з прототипом показує, що пристрій, що заявляється, відрізняється тим, що в зворотному зв'язку стабілізатора напруги замість включення на вихід елемента порівняння послідовного з'єднання суматора і підсилювача на вихід цього елемента порівняння включене послідовне з'єднання інтегруючого елемента і суматора і тим самим пристрій, що заявляється, відповідає критерію винаходу «новизна».

Порівняння винаходу з іншими технічними рішеннями, відомими в науці і техніці, показує, що відомо імпульсні стабілізатори напруги, у яких зменшується напруга неузгодженості при зміні тільки вхідної напруги ([4], стор. 175-181), рис. 1, рис. 2), в імпульсному стабілізаторі напруги, що заявляється, зменшуються напруги неузгодженості, викликані змінами як вхідної напруги, так і опору навантаження, зокрема, цілком усуваються властиві імпульсному стабілізатору-прототипу постійні за значенням напруги неузгодженості в сталих режимах при східчастих змінах відхилень вхідної напруги і опору навантаження, а зростаючі напруги неузгодженості при зміні відхилень вхідної напруги й опору навантаження за лінійним законом обмежуються кінцевими значеннями. Це дозволяє зробити висновок про відповідність технічного рішення критерію «істотні відмінності».

Джерела інформації:

1. Зайцев Г.Ф., Булгач В.Л., Каргаполов Ю.В. Импульсный стабилизатор напряжения с принципом управления по отклонению. Функциональная схема, математическая модель

стабілізатора // Вісник Державного Університету інформаційно-комунікаційних технологій. К., 2009 - Том 7(4). - С. 370-380.

2. Радиоавтоматика. Учебник для студентов высших учебных заведений Т.1. /Г.Ф. Зайцев, Г.Н. Арсеньев, В.Г. Кривуца, В.Л. Булгач. Киев. - ООО «Д.В.К.». 2004. - 524 с.

5 3. Зайцев Г.Ф., Булгач В.Л., Каргаполов Ю.В. Импульсный стабилизатор напряжения с принципом управления по отклонению. Часть 2. Анализ динамических характеристик стабилизатора. // Вісник ДУІКТ. - К., 2010. - Т. 8(1). - С. 74-79.

4. Зайцев Г.Ф., Булгач В.Л., Каргаполов Ю.В., Градобоева Н.В. Комбинированный импульсный стабилизатор напряжения. III. Функциональная и принципиальная схема. // Вісник Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій. - К., 2010. - Т. 8(2). - С. 175-181.

## ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

15 Астатичний імпульсний компенсаційний стабілізатор напруги, що складається з регулюючого елемента, що працює в ключовому режимі, перший вхід якого є входом стабілізатора, й виконаний з можливістю керування комутуючими імпульсами напруги з виходу широтно-імпульсного модулятора, підключеного до його другого входу, широтно-імпульсний модулятор містить генератор пилоподібних імпульсів напруги та компаратор, при цьому вихід генератора

20 пилоподібних імпульсів підключений до першого входу компаратора, а вихід компаратора є виходом широтно-імпульсного модулятора; фільтра, що згладжує, навантаження, та вимірювального елемента, що послідовно включені на вихід регулюючого елемента, вихід вимірювального елемента є виходом напруги, пропорційної вихідній напрузі стабілізатора, і підключений до прямого входу елемента порівняння, вхід, що інвертує, якого є входом опорної напруги і з'єднаний з виходом джерела опорної напруги, який **відрізняється** тим, що між

25 елементом порівняння і компаратором, включені інтегруючий елемент та суматор, вхід інтегруючого елемента є входом напруги неузгодженості і підключений до виходу елемента порівняння, вихід інтегруючого елемента приєднаний до першого входу суматора, другий вхід якого є входом напруги уставки, а вихід суматора підключений до другого входу компаратора.

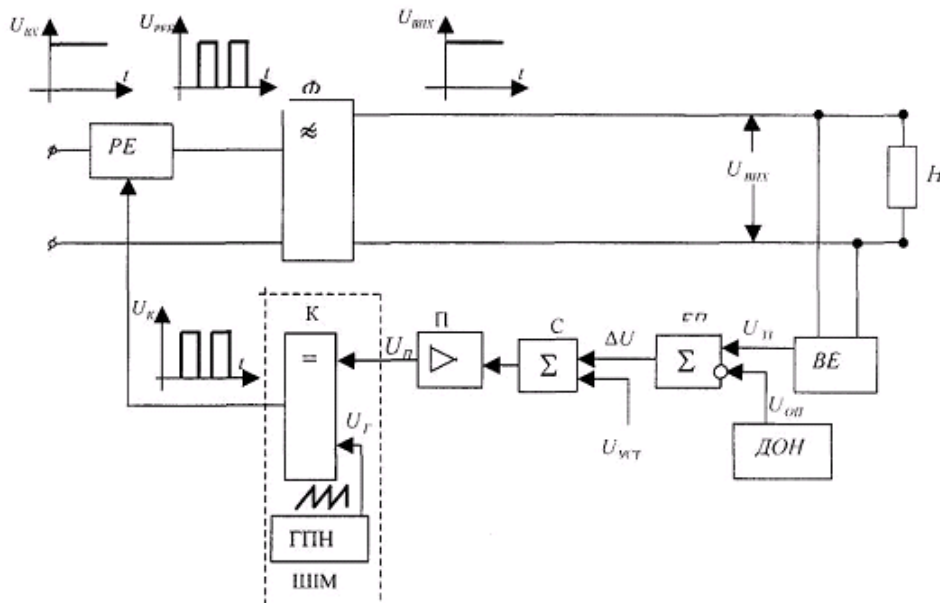
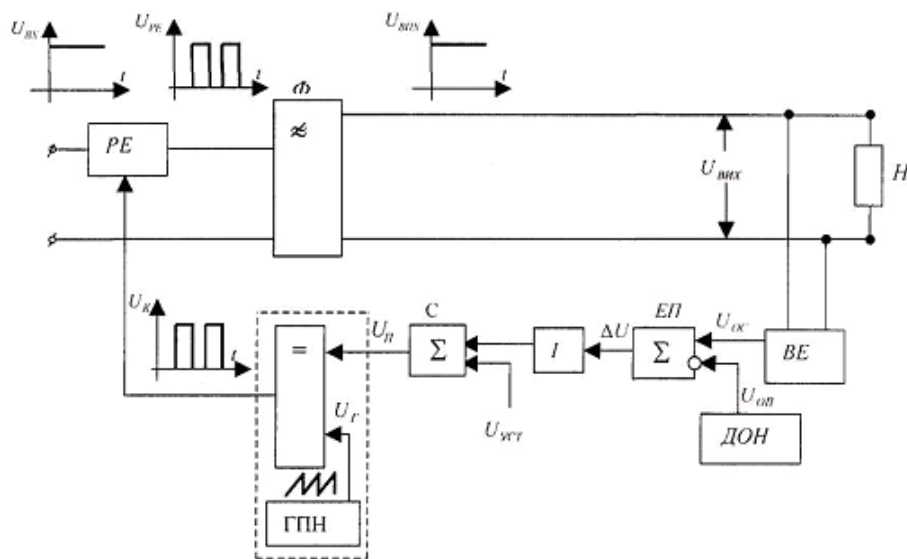
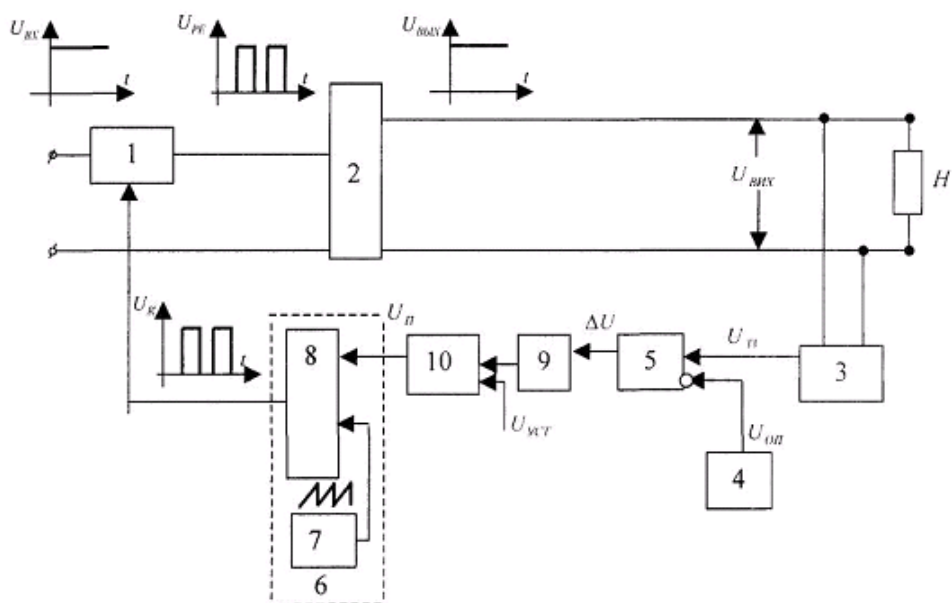


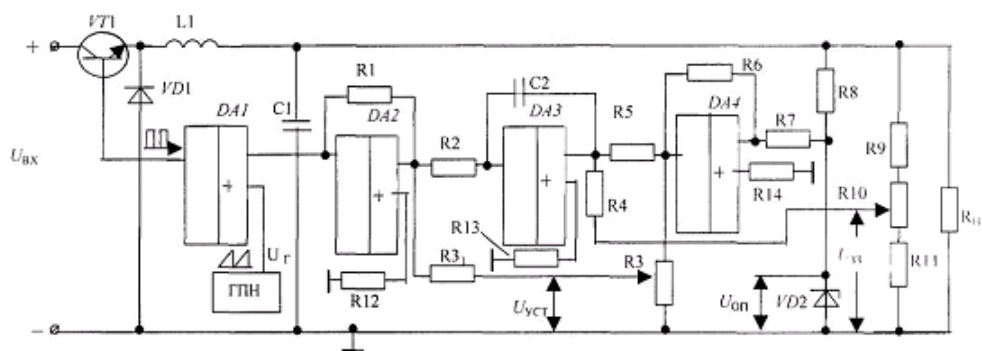
Fig.1



Фиг.2а



Фиг.26



Фиг.3

Комп'ютерна верстка А. Крулевський

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