



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **151630** (13) **U**
(51) МПК
G05F 1/20 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

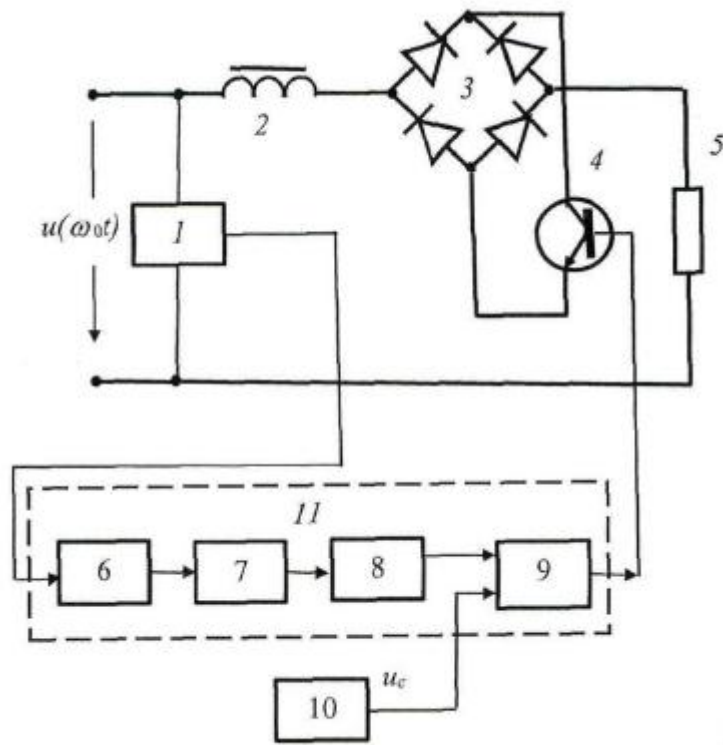
<p>(21) Номер заявки: u 2021 05726</p> <p>(22) Дата подання заявки: 11.10.2021</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 26.08.2022</p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 25.08.2022, Бюл.№ 34</p>	<p>(72) Винахідник(и): Хілов Віктор Сергійович (UA), Ропало Віктор Миколайович (UA), Кириченко Марина Сергіївна (UA)</p> <p>(73) Володілець (володільці): НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА", просп. Д. Яворницького, 19, м. Дніпро, 49000 (UA)</p>
---	---

(54) ПРИСТРІЙ ПЛАВНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ІНДУКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОГО КОЛА

(57) Реферат:

Пристрій плавного регулювання індуктивності електричного кола містить індуктивну котушку з керованим ключем, датчик контролю параметра магнітної енергії, з'єднаний з першим входом системи управління, другий вхід якої приєднаний до блока задання сигналу, вихід системи управління під'єднаний до керуючого входу ключа. Ключ є однополярним, як датчик контролю параметра магнітної енергії вибраний датчик миттєвого значення напруги мережі, індуктивна котушка і однополярний ключ ввімкнені послідовно, при цьому система управління містить послідовно з'єднані блоки прямокутних імпульсів, синусоїдальних імпульсів, прецизійного випрямляча, вихід якого приєднаний до першого входу блока порівняння, до другого входу - вихід блока управління, крім того вихід блока порівняння приєднаний до керуючого входу однополярного ключа.

UA 151630 U



Фиг. 1

Корисна модель належить до електротехніки, мехатроніки та електроенергетики і може бути використана в установках, де потрібне застосування індуктивності з плавною зміною її величини.

Відомий пристрій плавного регулювання індуктивності шляхом насичення магнітопроводу постійним магнітним потоком, який широко застосовується в магнітних підсилювачах (прототип, див. Розенблат М.А. Магнитные усилители. - Изд. "Советское радио", 1960. - С. 148-180).

Цьому пристрою Плавного регулювання індуктивності властиві технічні недоліки: необхідність мати два ідентичних за своїми магнітними характеристикам феромагнітних осердя (що веде до незадовільних масо-габаритних показників), низька швидкодія через велике значення індуктивності, нелінійні спотворення кривої струму контуру навантаження. Причиною появи нелінійних спотворень в магнітному підсилювачі є нелінійність характеристик намагнічування феромагнітного осердя. В результаті нелінійних спотворень на виході магнітного підсилювача, крім основної гармоніки підсилювального сигналу, з'являються вищі гармоніки, яких нема на вході. Нелінійні спотворення залежать від рівня сигналу, що подається на вхід магнітного підсилювача. Крива струму симетрична відносно осі часу і тому містить парні і непарні гармоніки ряду Фур'є (див. Атабеков Г.И. Теоретические основы электротехники в 3 ч. Ч I: Линейные электрические цепи. - М.: Энергия, 1978. - С. 406-412).

Найбільш близьким за технічною суттю до технічного рішення, що заявляється, і отриманими результатами є пристрій плавного регулювання індуктивності за патентом РФ 2275673 (аналог, опубліковано 27.04.2006, дата подачі 2005-02-15), що включає індуктивну котушку з керованим ключем, датчик контролю параметра магнітної енергії з'єднаний з першим входом системи управління, другий вхід якої приєднаний до блока завдання сигналу, вихід системи управління під'єднаний до керуючого входу ключа.

Недоліком такого технічного рішення є використання широтно-імпульсного способу з великою швидкістю комутації ключа, що призводить до появи комутаційних перенапруг як на самому ключі так і на котушці індуктивності у момент спрацювання ключа. Такі кидки напруги з високою швидкістю зміни прискорюють старіння ізоляції індуктивної котушки, і як наслідок її пробую та пошкодженню напівпровідникових приладів ключа, що суттєво знижує експлуатаційну надійність всього пристрою.

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалення відомого пристрою плавного регулювання індуктивності, в якому введенням нових конструктивних елементів та їх зав'язків досягається можливість усунення комутаційних перенапруг і значного зменшення гармонійних складових в струмі навантаження та динамічних втрат при компенсації ємнісних струмів в мережах електропостачання, що є основою підвищення надійності роботи пристроїв електротехніки, мехатроніки та електроенергетики.

Поставлена задача вирішується тим, що у пристрої плавного регулювання індуктивності електричного кола, що включає індуктивну котушку з керованим ключем, датчик контролю параметра магнітної енергії з'єднаний з першим входом системи управління, другий вхід якої приєднаний до блока завдання сигналу, вихід системи управління під'єднаний до керуючого входу ключа, згідно з корисною моделлю, використовується однополярний ключ, як датчик контролю параметра магнітної енергії вибраний датчик миттєвого значення напруги мережі, індуктивна котушка і однополярний ключ ввімкнені послідовно, при цьому система управління включає послідовно з'єднані блоки прямокутних імпульсів, синусоїдальних імпульсів, прецизійного випрямляча, вихід якого приєднаний до першого входу блока порівняння, до другого входу - вихід блока управління, крім того вихід блока порівняння приєднаний до керуючого входу однополярного ключа.

На кресленнях, що пояснюють суть пристрою плавної зміни індуктивності, надано: на Фіг. 1 - схема пристрою; на Фіг. 2 - часові діаграми сигналів, що діють в схемі пристрою Фіг. 2.

На Фіг.1 позначено: 1 - датчик напруги; 2 - індуктивна котушка; 3 - напівпровідниковий діодний міст; 4 - транзистор (напівпровідниковий уніполярний ключ); 5 - навантаження; 6 - блок прямокутних імпульсів; 7 - блок синусоїдальних імпульсів; 8 - прецизійний випрямляч; 9 - блок порівняння (компаратор); 10 - блок завдання; 11 - система керування.

Індуктивна котушка 2, чотириплечий міст 3, напівпровідниковий уніполярний ключ 4, навантаження 5 вмикаються послідовно на напругу $u(\omega t)$ джерела живлення та утворюють контур навантаження. В діагональ постійного струму чотириплечого мосту вмикається однополярний напівпровідниковий ключ 4 виконаний на транзисторі. Мережеві виводи датчика напруги 1 приєднані до напруги живлячої мережі $u(\omega t)$. Сигнальний вихід датчика напруги 1 з'єднаний з першим входом системи керування 11. Другий вхід системи керування 11 з'єднаний з виходом блока завдання 10. Останній генерує модулюючу напругу на завдання величини струму в контурі навантаження i_c . В системи керування 11 послідовно з'єднані блоки

прямокутних імпульсів 6, синусоїдальних імпульсів 7, прецензійного випрямляча 8, порівняння 9 (перший вхід компаратора). Другий вхід блока порівняння 9 (компаратор) з'єднаний через другий вхід системи керування 11 з виходом блока завдання 10.

5 Вимірюють миттєве значення сигналу напруги мережі шляхом подачі синусоїдальної напруги мережі живлення на вхід датчика напруги 1 (Фіг. 2, а), яке масштабується датчиком 1. Масштабований сигнал з виходу датчика напруги надходить на вхід блока прямокутних імпульсів 6, який синусоїдальний масштабований сигнал перетворює в знакозмінні прямокутні імпульси, що збігаються по фазі з синусоїдальною напругою мережі (Фіг. 2, b).

10 Прямокутні імпульси (Фіг. 2, b) надходять на вхід блока синусоїдальних імпульсів 7. Останній блок формує синусоїдальну криву з частотою напруги мережі живлення ω_0 з одночасним зсувом по фазі в сторону відставання (Фіг. 2, c). Вихідний сигнал 7 по фазі збігається зі струмом контуру навантаження.

15 Синусоїдальний вихідний сигнал з виходу 7 надходить на вхід прецизійного випрямляча 8. Вихідний сигнал блока 8 являє собою пульсуючий знакопостійний сигнал (Фіг. 2, d). Цей низькочастотний сигнал подається на перший вхід блока порівняння 9. На другий вхід 9 подається модулюючий сигнал пропорційний заданому значенню струму контуру навантаження u_c із блока завдання 10 (Фіг. 3, e). У блоці 9 порівнюють значення сигналів керуючого (модулюючого u_c) з абсолютною величиною миттєвого значення змінного струму (низькочастотного пульсуючого знакопостійного сигналу) (Фіг. 2, f).

20 У блоці 9 реалізується наступна логіка роботи: якщо значення сигналу абсолютної величини миттєвого значення змінного струму менше заданого сигналу, то на виході блока 9 сигнал дорівнює нулю (Фіг. 2, g), в іншому випадку, якщо сигнал на першому вході блока 9 перевищує сигнал на другому вході - на виході 9 формується додатний прямокутний імпульс (Фіг. 2, g). Прямокутні імпульси з виходу блока 9 синхронізовані з напругою мережі і струмом контуру навантаження. Ці імпульси подаються на керуючий вхід однополярного ключа 4 (виконаний на напівпровідниковому транзисторі), який ввімкнений в діагональ постійної напруги моста 3. Додатні імпульси із зміщенням в часі, яке визначається сигналом u_c , замикають однополярний ключ 4, а нульові значення сигналу на виході блока 9 призводять до розмикання ключа 4. Ключ замикається - струм протікає в контурі навантаження, ключ розмикається - струм в контурі навантаження переривається (Фіг. 2, h). Тобто переривають потік магнітної енергії від індуктивної котушки до навантаження шляхом формування безструмових ділянок на початку і кінці кожної додатної та від'ємної напівхвилі змінного струму.

35 Пропонований пристрій плавної зміни індуктивності відрізняється відсутністю великої швидкості зміни струму. Це призводить до відсутності в пропонованому пристрої як стрибкоподібної зміни спаду напруги на індуктивній котушці, так і великої швидкості зміни напруги. Ця обставина сприяє підвищенню експлуатаційної надійності роботи пристрою, тому що ізоляція обмоток індуктивної котушки і p-n переходи транзисторів і діодів не сприяє підвищенню експлуатаційної надійності роботи пристрою, тому що ізоляція обмоток індуктивної котушки і p-n переходи транзисторів і діодів не потрапляють під вплив великих кидків напруг з великими швидкостями їх зміни.

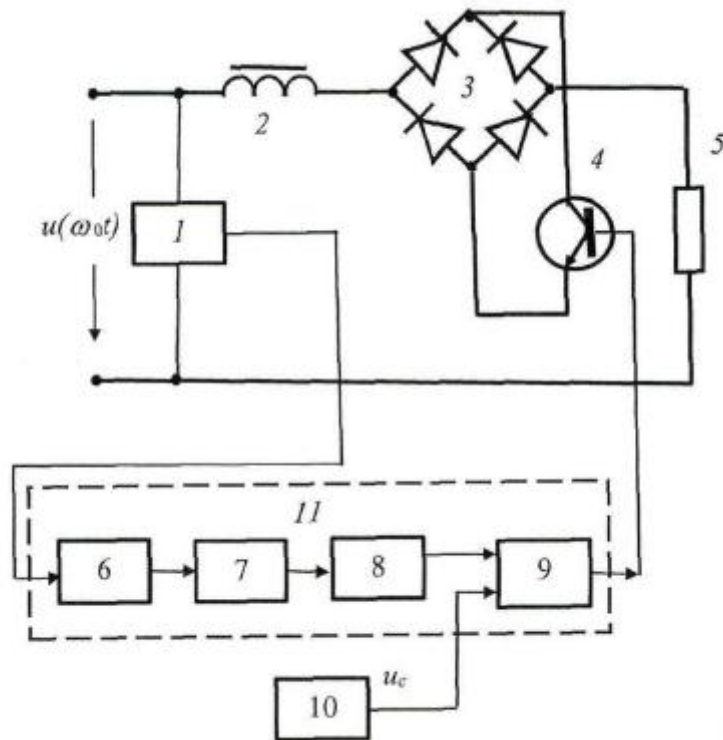
40 Крива струму в контурі навантаження при реалізації пристрої (Фіг. 2, h) симетрична осі часу і осі ординат, тому крива струму містить тільки непарні косинусні гармоніки ряду Фур'є (див. Атабеков Г.И. Теоретические основы электротехники в 3 ч. Ч I: Линейные электрические цепи. - М.: Энергия, 1978. - С. 406-412), тобто кількість гармонік за відсутності парних косинусних і всіх синусних гармонік ряду Фур'є істотно нижче (в чотири рази), ніж в кривій струму навантаження в відомому пристрої плавної зміни індуктивності. Зменшення вищих гармонік струму в мережі живлення позитивно впливає на інші споживачі, що живляться від загальної мережі, так як покращуються техніко-економічні показники, такі як коефіцієнт потужності, коефіцієнт корисної дії.

50 Плавне регулювання індуктивності широко застосовується для практичного вирішення багатьох важливих прикладних задач електротехніки, мехатроніки та електроенергетики. Наприклад, при необхідності забезпечити рівномірний розподіл навантаження у паралельно працюючих електромашинних джерелах живлення або для симетризування напруг багатofазних джерел живлення в автономній електроенергетиці, а також для забезпечення рівномірного завантаження нерегульованих електродвигунів працюючих на загальний вал, покращувати пускові характеристики асинхронних двигунів, забезпечувати компенсацію емнісних струмів у кабельних лініях електропостачання і т.і.

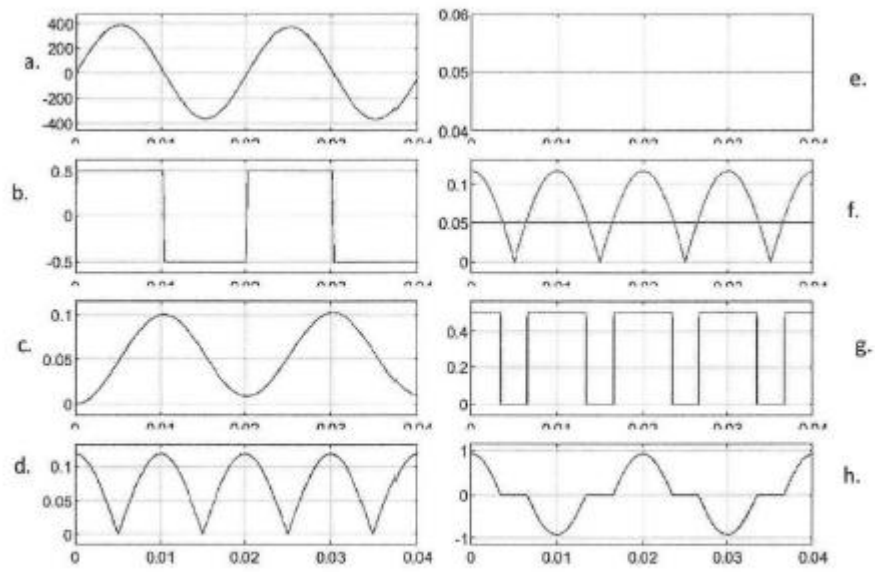
60 Плавне регулювання індуктивності електричного кола без викидів напруг і низькому вмісту вищих гармонійних складових суттєво підвищує надійність пристрою особливо при забезпеченні електробезпеки мереж.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 5 Пристрій плавного регулювання індуктивності електричного кола, що містить індуктивну котушку з керованим ключем, датчик контролю параметра магнітної енергії, з'єднаний з першим входом системи управління, другий вхід якої приєднаний до блока задання сигналу, вихід системи управління під'єднаний до керуючого входу ключа, який **відрізняється** тим, що ключ є однополярним, як датчик контролю параметра магнітної енергії вибраний датчик миттєвого значення напруги мережі, індуктивна котушка і однополярний ключ ввімкнені послідовно, при
- 10 цьому система управління містить послідовно з'єднані блоки прямокутних імпульсів, синусоїдальних імпульсів, прецизійного випрямляча, вихід якого приєднаний до першого входу блока порівняння, до другого входу - вихід блока управління, крім того вихід блока порівняння приєднаний до керуючого входу однополярного ключа.



Фиг. 1



Фиг. 2