



УКРАЇНА

(19) UA (11) 85817 (13) C2  
(51) МПК (2009)  
H02J 7/10

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

### (54) ЕЛЕКТРОРЕГУЛЮЮЧИЙ ПРИСТРІЙ

1

2

(21) 20040604235

(22) 02.06.2004

(24) 10.03.2009

(46) 10.03.2009, Бюл.№ 5, 2009 р.

(72) КОЛОМІЄЦЬ ВАЛЕРІЙ МІХАЙЛОВІЧ, КОЛОМІЄЦЬ ВІКТОРІЯ ВАЛЕРІЇВНА, UA

(73) КОЛОМІЄЦЬ ВАЛЕРІЙ МІХАЙЛОВІЧ, КОЛОМІЄЦЬ ВІКТОРІЯ ВАЛЕРІЇВНА, UA

(56) SU 1117604, 07.10.1984

SU 1339517, 23.09.1987

US 5838555, 17.11.1998

RU 2220494, 27.12.2003

RU 97104008, 10.04.1999

(57) 1. Електрорегулюючий пристрій керування потоком електричної потужності в системі живлення споживача змінним струмом, приєднаний до клем вводу лінії передачі змінного струму з заданою напругою і основною частотою, до складу якого входять комутаційний перетворювач з засобами керування і виконавчий пристрій, який **відрізняється** тим, що комутаційний перетворювач виконаний у вигляді послідовно з'єднаних блоків жив-

лення (9), підсилювача (2), блока (3) порівняння та керування з блоками ручного (4) та автоматичного (5) регулювання і керуючого блока (6), а виконавчий пристрій складається з виконавчого блока (7), паралельно якому підключено блок (1) нульових струмів, вихід якого з'єднано з оптичним входом підсилювача (2), а вхід виконавчого блока (7) - з виходом керуючого блока (6), при цьому вхід блока (9) живлення приєднаний до клем вводу лінії передачі змінного струму, а вихід виконавчого блока (7) - до лінії живлення споживача.

2. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що керуючий блок (6) виконаний на керуючому опто-симісторі, оптичний вхід якого підключено до виходу блока порівняння та керування, а вихід з'єднано з входом виконавчого блока (7), виконаного у вигляді силового симістора.

3. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що блок (1) перетворення нульових струмів містить на виході регулюючу оптопару в вигляді діода з транзистором, що взаємодіє з підсилювачем (2), утворюючи генератор пилоподібної напруги.

Винахід відноситься до галузі електротехніки, до схем або систем живлення електромереж та розподілу електроенергії, а більш конкретно - до схемних пристроїв з використанням напівпровідникових пристроїв.

Відомі електрорегулюючі пристрої, що містять силову лінію передачі, що несе змінний струм із заданою напругою та основною частотою, та перетворювач напруги із засобами керування [пат. РФ №2220494, МПК H02M5/257, опубл. 27.12.2003р.].

Недоліком відомих пристроїв є вузька сфера застосування, обмежена параметрами використаних напівпровідникових пристроїв.

Зазначений недолік усунуто в універсальному електрорегулюючому пристрої, що має силову лінію передачі, яка несе змінний струм із заданою напругою та основною частотою, та перетворювач напруги із засобами управління змінною напругою за величиною та фазовому куту напруги лінії передачі [заявка на надання патенту РФ на винахід

№97104008/09 МПК H02J3/06, опубл. 10.04.1999р. – прототип].

Проте зазначений пристрій, обраний нами в якості прототипу за більшістю співпадаючих ознак, не забезпечує широкого діапазону регулювання, є конструктивно складним, і в наслідок цього, дорогим у виготовленні.

Завданням, що вирішується заявленим винаходом, є спрощення конструкції та розширення діапазону регулювання.

Технічна сутність заявленого рішення полягає у тому, що відомий універсальний електрорегулюючий пристрій управління потоком електричної потужності в системі живлення споживача змінним струмом, приєднаний до клем вводу лінії передачі змінного струму з заданою напругою і основною частотою, до складу якого входять комутаційний перетворювач з засобами управління і виконавчий пристрій, при цьому згідно до винаходу комутаційний перетворювач виконаний у вигляді послідовно з'єднаних блоків живлення (9), підсилювача (2),

(13) C2

(11) 85817

(19) UA

блока (3) порівняння та керування з блоками ручного (4) та автоматичного (5) регулювання, і управляючого блока (6), а виконавчий пристрій складається з виконавчого блока (7), паралельно якому підключено блок (1) нульових струмів, вихід якого з'єднано з оптичним входом підсилювача (2), а вхід виконавчого блока (7) - з виходом управляючого блока (6), при цьому вхід блока (9) живлення приєднаний до клем вводу лінії передачі змінного струму, а вихід виконавчого блока (7) - до лінії живлення споживача. Крім того управляючий блок (6) виконаний на управляючому оптосимісторі, оптичний вхід якого підключено до виходу блока порівняння та керування, а вихід - з'єднано з входом блока (7), виконаного у вигляді силового симістора. При цьому блок (1) перетворення нульових струмів містить на виході регулюючу оптопару в вигляді діоду з транзистором, що взаємодіє з підсилювачем (2), утворюючи генератор пилоподібної напруги.

Обладнання пристрою силовим симістором, управляючим оптосимістором, та управління роботою генератора пилоподібної напруги від блока перетворення нульових струмів в навантаженні, забезпечує пристрій здатністю самостійно налаштуватися на будь-які зрушення фазової напруги, внаслідок чого здійснюється його саморегулювання.

Побудова пристрою у вигляді послідовно з'єднаних блоків: живлення, (9), підсилювача (2), блока (3) порівняння та керування з блоками ручного (4) та автоматичного (5) регулювання, управляючим блоком (6), і виконавчим пристроєм виконаним блоком (7), паралельно якому підключений блок (1) нульових струмів, вихід якого з'єднано з оптичним входом підсилювача (2), а вхід виконавчого блока (7) - з виходом управляючого блока (6), при цьому вхід блока (9) живлення приєднаний до клем вводу лінії передачі змінного струму, а вихід виконавчого блока (7) - до лінії живлення споживача, забезпечує спрощення конструкції та її високу монтажно-ремонтоздатність.

Обладнання блока перетворення нульових струмів оптопарою у вигляді діоду з транзистором, яка взаємодіє з накопичувальним конденсатором блока підсилювача, утворюють генератор пилоподібної напруги.

В основу винаходу покладено завдання покращення та спрощення конструкції регулюючого пристрою, виконання його універсальним та таким, що самостійно налаштовується на навантаження будь-якого виду, дешевим приладом, що дозволяє керувати будь-якими активними, реактивними та змішаними потужностями шляхом підключення до силового регулюючого елементу лише двома проводами. Через з'єднувальні провідники проходять як сигнали управління генератором пилоподібної напруги пристрою, так і керуючі струми вмикання силових елементів.

На Фіг.1 показано блочно-компоновочну схему електрорегулюючого пристрою; на Фіг.2 - принципову схему взаємодії деталей електрорегулюючого пристрою.

Блочно-компоновочна схема електрорегулюючого пристрою (Фіг.1) має: блок 1 перетворення

нульових струмів в навантаженні на сигнал управління генератором пилоподібної напруги, який з'єднаний одним провідником з управляючим електродом силового симістора 7, а другим провідником - з підходящою фазою; підсилювач 2, який обладнаний накопичувальним конденсатором, блок 1 взаємодіє через оптопару, утворюючи генератор пилоподібної напруги; блок (3) порівняння та керування з блоками ручного (4) та автоматичного (5) регулювання, котрий живиться від блока живлення 9 та керує роботою блока 6; управляючий блок 6 керується через світлодіодну частину оптопари управляючого оптосимістора блока 3, який керує силовим симістором 7; силовий симістор 7, котрий фазно регулює проходження струму через навантаження 8; навантаження 8; та блок живлення 9.

Принципова схема приведена на Фіг.2.

Вона складається з:

1. Блока нульових струмів (на схемі виділений штрих-пунктирною рамкою) (БНТ), який складається з:

1.1. Випрямляючого моста V; з'єднаного виводами для перемінного струму з катодом та управляючим електродом силового симістора VD3, мінусовим виводом з'єднаний з катодом стабілітрона V1 та катодом світлодіода оптопари VD1, а плюсовим виводом з'єднаний з виводом опору R1 та колектором транзистора КТ1;

1.2. Опору R1, з'єднаного другим виводом з базою транзистора КТ1 та анодом стабілітрона V1;

1.3. Транзистора КТ1, з'єднаного емітером з анодом світлодіода оптопари VD1;

1.4. Стабілітрона V1;

1.5. Світлодіодної частини транзисторної оптопари VD1;

2. Підсилювача, котрий разом з блоком нульових струмів утворюють генератор пилоподібної напруги, куди входять:

2.1. Транзистор оптопари VD1: з'єднаний колектором з плюсовим виводом блока живлення та з одним із виводів опорів, R5, R7; а емітером з'єднаний з одним із виводів опору R2, та прямим входом диференційного підсилювача 1;

2.2. Резистор R2, другим виводом з'єднаний з мінусовим виводом блока живлення; з одним з виводів опору R4 та конденсаторів C1 і C2 та катодом оптопари управляючого оптосимістора VD2.

2.3. Резистори R3 та R4, з'єднані між собою, а місце з'єднання приєднане до інверсного входу диференційного підсилювача 1;

2.4. Діод V2, приєднаний катодом до виходу диференційного підсилювача 1, анодом до з'єднання других кінців резистора R5 та конденсатора C1, а також до прямого входу диференційного підсилювача 2;

3. Блока порівняння та керування управляючим оптосимістором куди входять:

3.1. Диференційний підсилювач 2: інверсний вхід якого з'єднаний з другим виводом конденсатора C2, виводом опору R6, та регулюючим виводом блока автоматичного регулювання; вихід диференційного підсилювача 2 з'єднаний з опором R8;

3.2. Резистора R8, з'єднаного другим виводом з анодом світло діоду оптосимістора VD2;

3.3. Світлодіод оптосимістора VD2;

4. Блок ручного керування, куди входять два резистори, постійний R6 та змінний R7, постійний резистор другим виводом з'єднаний з перемінним виводом резистора R7;

5. Блок автоматики від будь-яких других приладів, навантаження яких треба регулювати. (Наприклад, датчик температури в навантаженні.)

6. Блок управляючого оптосимістора VD2, куди входять:

6.1. Оптосимістора VD2, один вивод якого з'єднаний з катодом силового симістора VD3 і мережею змінного струму, а другий - з резистором R9, а через нього - з управляючим електродом силового симістора VD3;

6.2. Резистора;

7. Силового симістора VD3 з'єднаного анодом через навантаження N з мережею живлення;

8. Навантаження N (будь-яке, в тому числі з великим рівнем поміх і змінним в часі косинусом  $\phi$ .)

9. Блок живлення - будь-який типовий;

Робота електрорегулюючого пристрою пояснюється принциповою схемою (Fig.2).

Розглянемо процес проходження струму у навантаженні 8, (навантаження 8 можна включати хоч зі сторони анода, хоч зі сторони катода перед виходом на мережу живлення). При переході струму через нуль, на контактах 1 та 2, коли напруга є недостатньою для включення оптопары блока нульових струмів (на схемі виділений штрих-пунктирною рамкою та позначений БНТ) VD1, оптопара закривається та розряджає через компаратор 1 конденсатор C1. Силовий симістор 7 при переході через нуль закривається. Після переходу через нуль, на контактах 1 та 2 виникає результуюча напруга від дії вхідної напруги та реактивної напруги змішаного навантаження. При досягненні результуючою напругою межі спрацювання оптопары VD1, вона через диференціальний підсилювач, що працює в режимі компаратора, зупиняє розряд конденсатора C1, і він починає через резистор R5 заряджатися. При перевищенні напруги на конденсаторі C1, а відповідно і на прямому вході диференціального підсилювача 2, напруги на задаючому інверсному вході диференціального підсилювача 2, вмикається оптосимістор VD2. Оптосимістор через захисний опір R9 включає силового симістор. Оскільки залишкова напруга на силовому симісторі менша за напругу спрацювання блока нульових струмів, що складається із напруги переходу: діодного моста блока нульових струмів, транзистора KT1 та напруги спрацювання оптопары VD1, то конденсатор C1 під час перебування силового симістора у ввімкненому стані увесь час розряджений до напруги, рівної залишковій напрузі на переході V2, відповідно - якщо напруга управління на інверсному вході підсилювача 2 є меншою за напругу переходу V2, струм через VD2 іде постійно. При переході струму через нуль в інший бік процес повторюється. При підвищенні або зниженні напруги на інверсному вході підсилювача 2 від блока автоматики або

блока ручного управління R6, R7 відбувається фазне регулювання потужності, що подається до навантаження 8. Таким чином, блок нульових струмів, компаратор 1, діод V2, резистор R5 та конденсатор C1 являють собою генератор пилоподібною напруги з самоналаштуванням на нульові струми, що проходять через навантаження 8. Отже, він самостійно налаштовується на будь-які зміщення фазної напруги ( $\cos \phi$ ) від змішаного навантаження 8. Тому запропонований регулятор добре працює на будь-яких навантаженнях - активних, реактивних, змішаних та змінних.

Запропонований винахід має істотні відмінності від відомих рішень, завдяки яким досягається новий позитивний ефект, що виражається:

У підвищенні надійності пристрою, що обумовлено:

- Самостійним налаштуванням пристрою до будь-якого типу навантажень та до будь-яких параметрів змінної мережі в межах технічних можливостей використовуваних схемних елементів;

- Відсутністю необхідності налагодження після виготовлення;

- Відсутністю взаємного впливу через зв'язок між схемами управління та задаючим блоком БНТ;

- Відсутністю гальванічного зв'язку між блоком порівняння та керування управляючим симістором і мережею живлення;

- Простим за конструкцією та надійним у роботі блоком перетворення нульових струмів на сигнал управління генератором пилоподібних сигналів;

- Стійкістю до поміх в мережі у зв'язку з тим, що струм спрацювання оптопары VD1 є вищим 4 міліампер, і вона практично напругу з'єднана з об'єктом регулювання;

- Некритичністю до джерела живлення. Пристрій прекрасно працює при управлінні (живлення підключене в експериментальному приладі до мережі) потужністю у змішаному навантаженні з великим рівнем перешкод, змінним  $\cos \phi$  та рівнем напруги, що змінюється від 10 до 600В;

- Зниженням кількості управляючих проводів. Управління силовим симістором та управління генератором пилоподібних сигналів здійснюється по одним і тим самим провідникам, що дозволило блок управління та силовий симістор (силовий ланцюг) поєднати лише двома проводами;

- Простотою підключення зовнішніх джерел регулювання, причому незважаючи на роботу автоматики споживач без додаткових схем має можливість регулювати потужність у навантаженнях у ручному режимі;

- У підвищенні споживчої привабливості за рахунок:

1. Можливості різко зменшити масогабаритні характеристики та вартість пристрою;

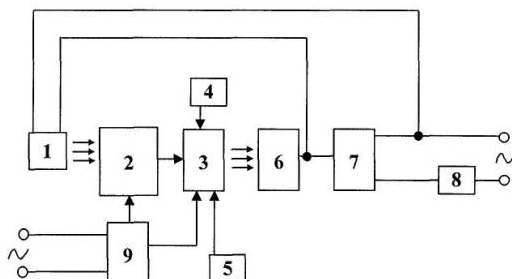
2. Можливості мінімізувати кількість деталей у пристрої;

3. Можливості винесення силового симістора (тиристорів) за межі електрорегулюючого пристрою та за рахунок цього виконати основну схему управління компактною, герметичною та легкою;

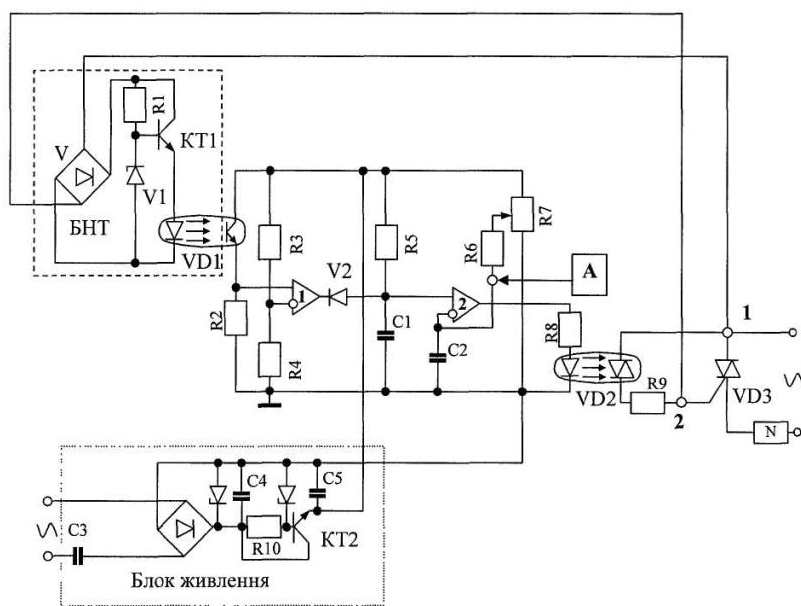
4. Можливості виконання пристрою безпечним та таким, що практично не потребує спеціального обслуговування.

Техніко-економічна або інша ефективність

Запропонована конструкція електрорегуючого пристрою робить його надійним дешевим приладом, здатним регулювати потужність, що споживається, при навантаженнях будь-якого типу.



ФІГ. 1



ФІГ. 2