



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **79927** (13) **U**
(51) МПК (2013.01)
H03B 1/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2012 11662**
(22) Дата подання заявки: **09.10.2012**
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **13.05.2013**
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: **13.05.2013, Бюл.№ 9**

(72) Винахідник(и):
Жук Олександр Кирилович (UA),
Запальський Володимир Миколайович (UA),
Жук Дмитро Олександрович (UA),
Запальський Костянтин Миколайович (UA)
(73) Власник(и):
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА
МАКАРОВА,
пр. Героїв Сталінграда, 9, м. Миколаїв,
54025 (UA)

(54) СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ФІЛЬТРОКОМПЕНСУЮЧИМ ПРИСТРОЄМ

(57) Реферат:

Система керування фільтрокомпенсуючим пристроєм на базі фаззи-логіки містить регулятор нечіткої логіки, блок аналогово-цифрового та цифро-аналогового перетворення. Як закон регулювання застосовують протокол Мамдані та регулятор з пропорційною - інтегральною - диференціальною ланкою струму, з'єднані між собою послідовно.

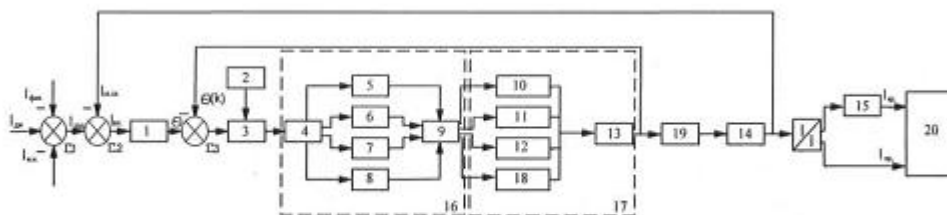


Рис.

UA 79927 U

Корисна модель належить до галузі цифрової електроніки, може бути використана при виробництві систем керування фільтрокомпенсуючими пристроями і вирішує задачі підвищення ефективності роботи компенсаторів реактивної потужності (Патент на корисну модель № 57063. Керований фільтрокомпенсуючий пристрій. Жук О.К., Запальський В.М., Жук Д.О.) та пристроїв

зниження рівнів вищих гармонік в системах з потужними напівпровідниковими перетворювачами при одночасному зменшенні вартості.

Відомо про схему керування пристроєм регулювання реактивної потужності (Патент № 2096888 РФ. Способ регулирования реактивной мощности и устройство для его осуществления /И.И. Кантер, Н.П. Митяшин, Ю.М. Голембиовский, Ю.Б. Томашевский, Г.Э. Суманеев, А.Ф. Резчиков // Открытия. Изобретения.-1997. - № 32), що містить систему керування на базі нечіткої логіки, закон керування якої забезпечує роботу регулятора реактивної потужності, обмотки трифазного реактора якого підключені послідовно до ємності конденсаторної батареї. Запропонована система керування забезпечує розширений діапазон фільтрації гармонік з порядками, кратними трьом, але не ефективне при зниженні канонічних гармонік інших порядків та виключає можливість переналагодження при зміні кількості та сумарної потужності напівпровідникових перетворювачів в електроенергетичній системі. Крім цього регулятор, який входить до складу системи керування, достатньо просто налаштовується для роботи з конкретним об'єктом і забезпечує задовільну стабілізацію параметра, що регулюється при незначних його змінах від заданої величини. Але при різких змінах режиму роботи об'єкта, яким керують, чи при переході на інший режим роботи якість перехідного процесу в системі керування може стати незадовільною. Виникає необхідність у використанні додаткових пристроїв, які корегують роботу регулятора системи керування.

Як прототип для корисної моделі використано систему керування на базі нечіткої логіки (Somsai K., Srikaew A. and other "Optimal PI-controller design and simulation of SVC", Proceedings of the 7-th WSEAS International Conference on Power System, Beijing, China, 2007, p. 30-35.). Сигнал керування формується у цифровому ПІ – регуляторі, який працює спільно з регулятором нечіткої логіки, що дозволяє формувати лінгвістичний алгоритм роботи системи, тим самим забезпечуючи адаптивність системи керування. Такий пристрій призначений для керування статичним компенсатором реактивної потужності на базі нечіткої логіки з використанням закону керування Мамдані, спільно з ПІ - регулятором. Однак застосування ПІ - регулятора не завжди відповідає умовам роботи навантаження, що приводить до значного зниження швидкодії системи керування фільтрокомпенсуючим пристроєм.

Система керування статичним компенсатором за патентом 5329221, на відміну від системи керування статичними компенсаторами за патентом № 2096888 РФ, забезпечує зниження рівня вищих гармонік, а також забезпечує регулювання реактивної потужності на основній гармоніці. Цей пристрій не забезпечує необхідну швидкодію регулювання реактивної потужності та не ефективний при зниженні канонічних гармонік непарних, не кратних трьом порядків, при цьому виключає можливість переналагодження при зміні складу та сумарної потужності напівпровідникових перетворювачів в електроенергетичній системі.

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалення системи керування фільтрокомпенсуючим пристроєм на базі фаззи-логіки, у якого за рахунок спільного використання протоколу Мамдані та ПІ - регулятора збільшується швидкодія регулювання компенсатора, як при компенсації вищих гармонік, так і при компенсації реактивної потужності на основній гармоніці, крім цього виникає можливість за допомогою запропонованої системи керування реалізувати її самостійну адаптованість до динамічних змін мережі, що забезпечить підвищення коефіцієнта потужності близько до одиниці.

Поставлена задача вирішується тим, що система керування фільтрокомпенсуючим пристроєм, що містить регулятор нечіткої логіки, блок аналогово-цифрового та цифро-аналогового перетворення, згідно з корисною моделлю, як закон регулювання застосовують протокол Мамдані та регулятор з пропорційною - інтегральною - диференціальною ланкою струму, з'єднані між собою послідовно.

На відміну від прототипу, запропонована система керування дозволяє вибирати свій закон регулювання при зміні порядку гармонік мережі за рахунок самовдосконалення, яка містить сполучення елемента нечіткої логіки та пропорційно - інтегрально - диференціальну ланку, що дозволяє виділяти та прогнозувати пікові режими роботи мережі та заздалегідь настроювати компенсатор на виділення з мережі основної гармоніки. Таке з'єднання елементів схеми системи керування дає можливість практично повної компенсації реактивної потужності, генерованої в мережі, та забезпечує підвищення коефіцієнта потужності за рахунок високої швидкодії регулювання струму компенсатора.

Запропоноване схемне рішення забезпечує розширення частотного діапазону регулювання в 5-8 разів, підвищення швидкодії за рахунок застосування мікроконтролера до 20 %, та поліпшення динамічних характеристик пристрою.

Корисна модель ілюструється на кресленні, де показано принципову схему системи керування фільтрокомпенсуючим пристроєм на базі фаззи-логіки.

В схемі прийняті наступні позначення: 1 - АЦП - аналого-цифровий перетворювач; 2 - МК - мікроконтролер; 3 - ПЕ - елемент порівняння; 4 - НП - нечітка пам'ять; 5, 6 - НЗ - нульове значення лінгвістичного терміна; 7 - СЗ - середнє значення лінгвістичного терміна; 8 - ВЗ - високе значення лінгвістичного терміна; 9 - АФ - автоматичний фазифікатор; 10 - перший елемент фаззи-логіки низького значення; 11 - другий елемент фаззи-логіки низького значення; 12 - елемент фаззи-логіки середнього значення; 13 - ДФ - дефазифікатор; 14 - ЦАП - цифро-аналоговий перетворювач; 15 - БЗФ - блок зсуву фаз; 16 - РНЛ - регулятор нечіткої логіки; 17 - ЕФЛ - елемент фаззи-логіки; 18 - елемент фаззи-логіки високого значення; 19 - ПІД регулятор; 20 - об'єкт керування (компенсатор реактивної потужності).

При виготовленні системи керування фільтрокомпенсуючим пристроєм на базі фаззи-логіки за винайденою схемою можуть використовуватись наприклад мікропроцесорні модулі Швидкого перетворення Фур'є марок MAXQ2000 виробник компанія Maxim Integrated Products, LPC1114 виробник компанія Embedded Artists, PIC18F4550 виробник компанія Microchip. Реалізація блока ЦАП пропонується за допомогою BT7107 виробник компанія B-TECH, AD9218 виробник компанія Analog Devices, TDC-GP21 виробник компанія Acom, а блок ЦАП на базі мікросхем MN5260 виробник компанія MICRO NETWORKS, TDC1013 виробники компанії Advanced Linear, Acom, AD7520 виробник компанія Intersil Corporation. Регулятор нечіткої логіки пропонується реалізувати на базі мікропроцесорних модулів DSP56F805 виробник компанія Motorola, Inc, MC143150/20 розробник фірма "Echelon", виробник компанія Motorola, Inc, A1SX48Y58 виробник компанія Mitsubishi.

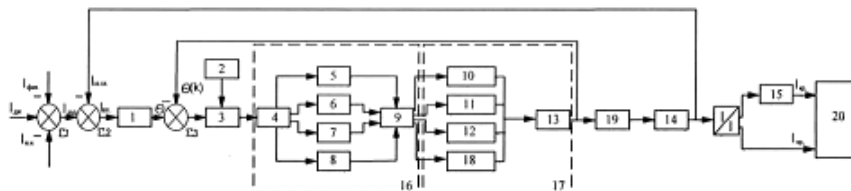
Пристрій працює таким чином.

Сигнали з датчиків струму джерела ($I_{дж}$), струму фільтрокомпенсуючого пристрою ($I_{фкп}$), струму нелінійного навантаження ($I_{нн}$) забезпечують вимірювання вищих гармонік струму відносно основної гармоніки (вищі гармоніки утворюються нелінійним навантаженням, як такий може виступати напівпровідниковий перетворювач (ТПС - 400-460 - РЗ - ОМ 4)). Сигнали з датчиків струму надходять на суматор Σ_1 , в якому формується задаючий вхідний сигнал у систему керування $I_{зад}$. В свою чергу $I_{зад}$ зрівнюється, у суматорі Σ_2 з результатом роботи системи керування у вигляді сигналу зворотнього зв'язку $I_{ззск}$. Отриманий сигнал, $I_{вх}$, надходить на ЦАП. Аналогові сигнали, що вимірюються, перетворюються у цифровий код Θ за допомогою ЦАП. Вхідний сигнал у вигляді цифрового коду, з метою зниження похибки $\Theta(k)$, у суматорі Σ_3 зрівнюється між задаючим цифровим кодом Θ та результатом обчислення блока нечіткої логіки, а потім в блоці швидкого перетворення Фур'є (ШПФ) створюється масив даних, який надходить на елемент порівняння (ПЕ) та записується в нечітку пам'ять (НП). НП розбиває масив даних, згідно з лінгвістичними термінами на нульові (НЗ), середні (СЗ) та високі значення (ВЗ), утворюючи тим самим регулятори нечіткої логіки (РНЛ1, РНЛ2, РНЛ3). Записані значення лінгвістичних термінів подаються в фазифікатор (АФ) та розбиваються на відповідні елементи фаззи-логіки (ЕФЛ). Сформовані значення лінгвістичних термінів у вигляді сигналів керування надходять у дефазифікатор (ДФ) та виконують зворотнє перетворення в аналоговий сигнал і за допомогою блока ЦАП подаються на подільник, в результаті чого на виконуючі елементи ФКП подаються сигнали керування: струм керування 1 ($I_{кр1}$) та струм керування 2 ($I_{кр2}$). При цьому, за рахунок використання блока зсуву фаз (БЗФ) сигнал керування 1 ($I_{кр1}$) буде подаватися на компенсатор реактивної потужності. Дана схема, на відміну від прототипу, дає можливість оперативного керування системою компенсації реактивної потужності, генерованої в мережі, та забезпечує підвищення коефіцієнта потужності, близького до одиниці, за рахунок високої швидкодії регулятора нечіткої логіки.

Робота системи керування, виконаної за винайденою схемою, дозволяє значно підвищити якість електричної енергії в мережі живлення за рахунок зниження рівнів окремих вищих гармонік напруги та реактивної потужності на основній гармоніці, підвищити швидкість та динамічні характеристики компенсатора, забезпечити відповідність інтегрального показника якості електроенергії - коефіцієнта несинусоїдальності напруги мережі нормам, встановленим світовими стандартами, наприклад ГОСТ 1310997, IEEE 519, EN 50160, AS 2279, G5/3, ISO9001 та ін. Використання регулятора нечіткої логіки як основних елементів дозволяє розширити технологічні можливості виготовлення високоефективних, економічних та компактних пристроїв підвищення якості електроенергії з можливістю широкої області використання.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 5 Система керування фільтрокомпенсуючим пристроєм на базі фаззи-логіки, яка містить регулятор нечіткої логіки, блок аналогово-цифрового та цифро-аналогового перетворення, яка **відрізняється** тим, що як закон регулювання застосовують протокол Мамдані та регулятор з пропорційною - інтегральною - диференціальною ланкою струму, з'єднані між собою послідовно.



Комп'ютерна верстка І. Мироненко

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