

якість перехідних процесів при випадкових змінах параметрів об'єкта і навіть у випадку коли об'єкт стає нестійким. Це дає підстави для сподівань, що така концепція може дати позитивні результати при керуванні об'єктом, що характеризується точками біфуркації та атракціями.

#### Список літератури

1. <http://fas.su/index.php?page=526>
2. <http://www.chelmash.com/files/prensa/11.htm>
3. <http://www.zempromproekt.ru/catalog/pirometry-catalog-213-1.html>
4. [http://temperatures.ru/pages/termoelektricheskie\\_termometry](http://temperatures.ru/pages/termoelektricheskie_termometry)
5. Математичне моделювання нагрівання металу в полум'яній печі камерного типу ( з повідомлення 1) / М. П. Ревун, Ю. Н. Каюків, А. И. Чепрасов, В. И. Иванов // Металургія: наукові праці ЗДІА. - Запоріжжя: ЗДІА, 2009. - Вип. 20. - С. 130-140.
6. [http://femto.com.ua/articles/part\\_1/0327.html](http://femto.com.ua/articles/part_1/0327.html)
7. <http://ru.wikipedia.org/wiki/%C0%F2%F2%F0%E0%EA%F2%EE%F0>
8. [http://ru.wikipedia.org/wiki/Аттрактор\\_Лоренца](http://ru.wikipedia.org/wiki/Аттрактор_Лоренца)
9. Основы теории оптимальных автоматических систем / А. А. Фельдбаум // М., Физматгиз, 1963.
10. Разработка алгоритмов дуального управления центробежным дезинтегратором руд / Жосан А.А. // Дис. канд. техн. наук: 05.13.07 / Криворожский технический ун-т. - Кривой Рог, 1998. - 127л. - Библиогр.: л. 104-110. Рукопис подано до редакції 12.01.12

УДК 621.001.57

О.В. АНІСЬКОВ, О.О. ХАРИТОНОВ, Р.О. ПАРХОМЕНКО, викладачі,  
ДНВЗ «Криворізький національний університет»

### ЗАСТОСУВАННЯ ПАРАМЕТРИЧНОГО КЕРУВАННЯ ВЕНТИЛЬНИМИ ПЕРЕТВОРЮВАЧАМИ

Розглянуто питання застосування у вентильних перетворювачах параметричного керування. Запропоновані способи спрощення схем управління. Дано пропозиції щодо направлення подальших досліджень.

Ключові слова: Вентильний перетворювач, керування.

**Проблема та її зв'язок з практичними задачами.** Параметричне керування знаходить широке застосування в багатьох областях техніки, насамперед там, де безпосереднє одержання інформації ускладнене. При керуванні електроприводами постійного струму вимірювання і задання моменту замінюється завданням струму двигуна, а завдання швидкості замінюється завданням напруги на двигун [1].

Інтервал провідного стану вентиля може бути визначений шляхом виміру спадання напруги на напівпровідниковому приладі. У всіх описаних випадках існує однозначний зв'язок між вимірюваним параметром і параметром керування, причому в описаних прикладах математичний зв'язок між цими величинами дуже простий. Отже, під параметричним керуванням ми розуміємо такий алгоритм, при яким шляхом обчислень перебувають параметри керування (цільові функції керування) на основі виміру інших фізичних параметрів.

**Аналіз досліджень та публікацій.** У перетворювальній техніці розробляються й аналізуються джерела електричної енергії, що формують електричні сигнали складного гармонійного складу [2]. Залежно від характеру навантажувальних ланцюгів цільовими функціями керування може бути стабілізація або регулювання постійної складової вихідних сигналів, певних гармонік спектра вихідних сигналів значення, що діє, причому можливе керування струмом, напругою, або потужністю вихідного сигналу. Вибір варіантів диктується фізичними процесами в навантажувальних ланцюгах перетворювальних установок (рухове навантаження, електротермічні установки, освітлення, джерела живлення РЕА і т.ін.). Необхідно відразу відзначити, що цільова функція керування, як правило, пов'язана з миттєвими значеннями сигналів на виході перетворювача інтегральними співвідношеннями

середня величина

$$F_{сep} = (1/T) \int_0^T f^2(t) dt, \quad (1)$$

де  $T$  - період повторення сигналу  $f(t)$ .

діюче значення

$$F_{д} = \sqrt{(1/T) \int_0^T f^2(t) dt} \quad (2)$$

$i$ -та гармонійна складова (розкладання в ряд Фур'є)

$$a_i = (2/T) \int_0^T f(t) \cos(it) dt ; \quad (3)$$

$$b_i = (2/T) \int_0^T f(t) \sin(it) dt ; \quad (4)$$

активна потужність

$$P = (1/T) \int_0^T p(t) dt , \quad (5)$$

де  $p(t) = u(t) \cdot i(t)$  - миттєва потужність.

Наведений список можна продовжити.

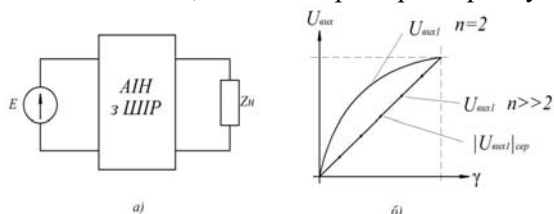
**Постановка завдання.** Наведені вирази показують, що й при безпосередньому обчисленні фізичних величин необхідне проведення обчислювальних операцій. При обчисленні зазначених величин по наведених формулах у систему автоматичного керування (САК) вноситься запізнювання, при цьому підвищується порядок системи [3]. Для відновлення стійкості системи доводиться застосовувати коригувальні ланки. При цьому виникає ряд труднощів:

Операції інтегрування виконані аналоговим способом супроводжуються внесенням погрешностей, викликаних нестабільністю аналогових елементів (конденсатори, операційні підсилювачі). Труднощі зростають при змінному періоді повторення, оскільки вирази 1-4 залежать від періоду повторення. Інтегрування в цифровому виді може бути здійснене за допомогою інтегруючих АЦП, але подібні пристрої або мають низьку точність, або вимагають складного апаратного розв'язку. За іншою версією інтегрування здійснює мікропроцесор, пов'язаний з перетворювачем, неінтегруючим АЦП. При цьому процесор завантажується виконанням рутинних операцій, а при підвищенні частоти сигналів знижується точність, оскільки ґратчаста функція сигналу, що надходить на процесор, не дає інформації про повний спектр сигналу. [1].

Створення перетворювальних установок з підвищеними динамічними властивостями вимагає застосування в САК ланок з мінливими, залежно від режиму, коефіцієнтами передач. Також, і характеристики коригувальних ланок повинні змінюватися. Усе це приводить до ускладнення системи керування.

**Викладення матеріалу та результати.** Отже, виконання обчислень при здійсненні операцій по формулах 1-5 пов'язане з необхідністю вирішення серйозних технічних проблем. Застосування параметричних способів керування дозволяє спростити побудову системи керування й понизити порядок САК:

1. При побудові систем керування різних типів автономних інверторів потрібне обчислення діючого значення вихідної напруги або основної гармоніки вихідного сигналу. Звичайно складні обчислення по формулах (2) і (3) замінюються обчисленням середнього значення випрямленого вихідного сигналу (модуль сигналу). При цьому враховується, що в ряді перетворювачів ця величина пов'язана з діючим значенням або основною гармонікою однозначною залежністю (автономні інвертори напруги, рис. 1). Причому остання може однозначно залежати від параметра керування (одноімпульсне широтноімпульсне регулювання ШПР) або не залежить від параметрів керування (багатоімпульсний ШПР і ШІМ) [4], або ця залежність може вважатися однозначною з достатньою точністю. Отже, мова йде про параметричну заміну інтегровальних величин.



**Рис. 1.** Структурна схема перетворювача  $a$  і приклад однозначного зв'язку між основною гармонікою і діючим значенням вихідної напруги  $b$

2. Зворотний зв'язок по живлячій напрузі. У багатьох вентильних перетворювачах, що мають досить жорстку зовнішню характеристику (тобто є джерелами напруги), величина вихідної напруги з досить високою точністю залежить лише від величини живлячої напруги й параметрів керування (кут керування, тривалість провідного стану напівпровідникових приладів). Уведення параметричного зворотного зв'язку по живлячій напрузі (рис. 2) дозволяє виключити зворотний зв'язок по вихідній напрузі з неминучим інтегруванням сигналу, у такий спосіб знижується порядок САК і, як правило, поліпшуються динамічні показники перетворювача. Широко відомі такі розв'язки при розробці перетворювачів з живленням від джерела постійної напруги [5].

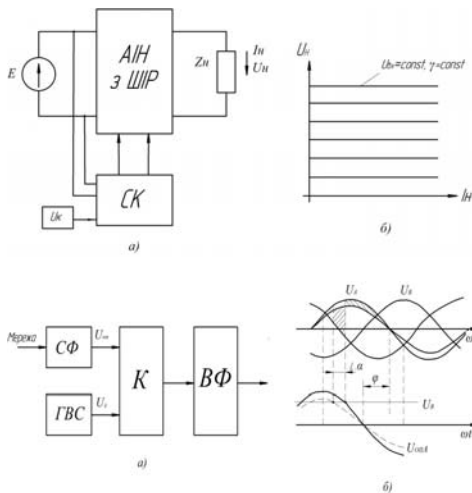
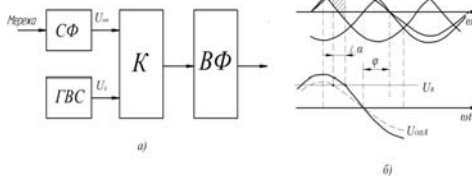


Рис. 2. Структурна схема перетворювача із жорсткимизовнішніми характеристиками *a* і його зовнішні характеристики *б*

3. Зворотний зв'язок по живлячій напрузі при синусоїдальній живлячій напрузі. У системах керування веденими мережею вентильними перетворювачами вертикального типу нерідко використовується формування керуючого сигналу з напруги мережі. Це дозволяє стабілізувати вихідну напругу при змінах напруги мережі, рис. 3.

Рис. 3. Структурна схема СК вертикального типу веденого мережею випрямляча *a* і діаграми її роботи *б*



Розглянемо трифазний випрямляч, у якого опорна напруга формується з лінійної напруги мережі з фазовим зсувом. Вихідна напруга випрямляча  $U_d = k_{cx} \cdot U \cdot \cos \alpha$ , де  $k_{cx}$  - коефіцієнт, що залежить від схеми вентиляного комплексу,  $U$  - напруга мережі,  $\alpha$  - кут керування. Зміна вихідної напруги при збільшенні напруги мережі визначається

$$\delta U_d = \delta_\alpha - \alpha \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \delta_\alpha,$$

$$\text{де } \delta U_d = \frac{\Delta U_d}{U_d}, \delta_\alpha = \frac{\Delta \alpha}{\alpha}, \delta \alpha = \frac{\Delta \delta}{\alpha} = \frac{\Delta U}{U}.$$

Врахуємо, що опорна напруга

$$U_{on} = U \sqrt{3/2} \sin \varphi_{on},$$

де  $\varphi_{on}$  - зсув опорної напруги щодо фазової напруги мережі

$$\varphi_{on} = \frac{\pi}{3} + \operatorname{arctg} \frac{U_A - U_C}{U_A + U_C},$$

де  $U_A$  і  $U_C$  - фазові напруги мережі.

При симетричній зміні мережі  $U_A = U_B = U_C$ ,  $\varphi_{on} = 60^\circ$ , тоді  $\delta U_d = \delta_\alpha - \alpha \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \delta_\alpha = 0$ .

При несиметричних коливаннях мережі розіб'ємо вихідні напруги на три наступні один за одним міжкомутаційні інтервали 1-3, знайдемо приріст вихідної напруги на кожному інтервалі описаним вище способом і просумуємо. Результуюче відхилення буде дорівнювати нулю. Таким чином, при симетрії живлячих напруг параметричний зворотний зв'язок стабілізує вихідну напругу перетворювача на кожному міжкомутаційному інтервалі, при несиметрії мережі стабілізація здійснюється по сумі трьох міжкомутаційних інтервалів. Розрахунки показують, що й у цьому випадку параметричний зворотний зв'язок значно послаблює негативний вплив несиметрії живлячої мережі на якість вихідної напруги.

Велике поширення одержали цифрові системи керування вентильними перетворювачами. Для зв'язку цифрової системи із силовою частиною використовується система АЦП. Аналого-цифрові перетворювачі є інтерфейсним компонентом цифрових систем і їх достаток у системі, а також високі вимоги до швидкодії ускладнюють і здорожують систему керування. Застосування параметричних способів керування в ряді випадків дозволяє замінити аналого-цифрові перетворювачі вимірниками тимчасових інтервалів. Наприклад: в [6] описано побудову випрямляча, у якому залежність вихідної напруги від комутаційних процесів і режиму переривчастого струму корегується за допомогою зворотного зв'язку по інтервалу провідності силових тиристорів. Комбінація такого зворотного зв'язку з описаним вище параметричним зворотним зв'язком по вхідному сигналу дозволяє стабілізувати вихідний сигнал без застосування інтегруючих ланок і АЦП.

При побудові систем керування виникає необхідність у контролі як напрямку, так і величини струмів, що протікають. У першу чергу це стосується перетворювачів, використовуваних у режимі джерела струму. У ряді систем керування необхідний контроль множин струмів як у зовнішніх, так і у внутрішніх контурах перетворювача. Застосування множин датчиків струму ускладнює пристрій керування й знижує його надійність. Разом з тим, застосування параметричних методів керування дозволяє не тільки зменшити число датчиків струму, але й повністю виключити їхнє застосування.

**Висновки.** Отже, застосування параметричного керування вентилями перетворювачами може сприяти досягненню мети:

спрощення системи керування за рахунок виключення складних і вузлів, а також елементів, що мають принципово обмежену точність і швидкодію, спрощення структури й оптимізація параметрів САК.

#### *Список літератури*

1. Васильев В.И., Гусев Ю.М., Миронов В.К. Электронные промышленные устройства. М.: Высшая школа, 1988.
  2. Р. Лаппе, Ф. Фишер Измерения в энергетической электронике, пер. с немецкого, М. Энергоатомиздат, 1986
  3. Шипило В.П., Чикотило И.И. Устойчивость замкнутой системы с тиристорным широтно-импульсным преобразователем в режиме прерывистого тока. Электричество, 1980, №2. С. 52-56.
  4. Забродин Ю.С. Автономные тиристорные инверторы с широтно-импульсным регулированием. М. - Энергия, 1977. 135 с.
  5. Булатов О.Г., Олещук В.И. Автономные тиристорные инверторы с улучшенной формой выходного напряжения. Кишинев, Штинца, 1980.
  6. А.с.№1080243. Цифровые устройства для управления вентилями преобразователями. Авт. Обухов С.Г., Ремизевич Т.В., Чаплыгин Е.Е. БИ10, 1984г., МКИ H02p13/16
- Рукопис подано до редакції 01.09.11

УДК 004.75: 519.257

М.В. КОВАЛЬ, ст.викладач, ДВНЗ «Криворізький національний університет»

### **ОБГРУНТУВАННЯ ПЕРІОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ МЕРЕЖІ**

Визначено та обгрунтовано періоди дослідження параметрів роботи мережі у розрізі сумарних об'ємів переданих даних, сумарної кількості запитів та середньостатистичних швидкостей передачі даних, що дозволять вважати статистичні дані достовірними.

**Ключові слова:** параметри роботи мережі, період дослідження, оптимізація розподілу файлів, статистичні параметри.

**Проблема та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями.** Питання ефективного управління даними та підвищення ефективності доступу великої кількості користувачів до них є актуальними на сучасному етапі. Вирішенню цих питань присвячена велика кількість розроблених моделей та методів розподілу файлів серед вузлів комп'ютерної мережі. Одним з ключових моментів при застосуванні зазначених моделей та методів є критерії оцінки ефективності розподілу файлів, на які вони спираються. Важливою науково-практичною задачею, пов'язаною з удосконаленням зазначених критеріїв, є обгрунтування періодів дослідження параметрів мережі, що дозволять вважати статистичні дані достовірними.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Детальний аналіз та обгрунтування параметрів для дослідження роботи мережі, з метою формулювання критеріїв оцінки ефективності розподілу файлів серед вузлів комп'ютерної мережі та вибору параметрів моделі проведено у роботі [1]. Згідно результатів зазначеної роботи доцільно зібрати статистичні дані за такими параметрами:

сумарний об'єм даних переданих по каналах зв'язку у розрізі серверів та джерел запитів, що дозволить оцінити динаміку змін потреб користувачів;

сумарна кількість запитів у розрізі серверів та джерел запитів, що дозволить проаналізувати та оцінити кількість локальних та нелокальних запитів та їх розподіл між серверами;

середньостатистичні швидкості передачі даних між серверами та джерелами запитів, що дозволить проаналізувати та оцінити вплив завантаженості каналів передачі даних іншими мережевими процесами на якість обслуговування користувачів у випадках локальних та нелокальних запитів.

Важливим моментом для дослідження зазначених параметрів роботи мережі є визначення та обгрунтування періодів дослідження параметрів мережі, що дозволять вважати статистичні дані достовірними.

**Виділення перспективних напрямів дослідження.** Враховуючи, визначені під час аналізу останніх досліджень та публікацій, параметри роботи мережі, а також специфіку роботи моделі оперативного розподілу файлів серед вузлів комп'ютерної мережі, що розглянута у роботі [2], як перспективні напрями для дослідження слід виділити визначення та обгрунтування періодів дослідження у розрізі трьох зазначених параметрів роботи мережі. Слід зауважити, що для па-