

УДК 621.398.96

Н. В. РУДЕНКО,

Державний університет телекомунікацій, Київ

ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ СИСТЕМ ФАЗОВОГО АВТОПІДСТРОЮВАННЯ З ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИМ ЗВ'ЯЗКОМ ПО ФАЗІ ВХІДНОГО СИГНАЛУ

Проведено аналіз інформаційних систем, ставиться і вирішується завдання з підвищення точності систем фазового автопідстроювання в сталих режимах за допомогою непоодиноких зворотних зв'язків, також досліджується їх вплив на перехідний процес і можливість підвищення порядку астатизму на два порядки. Пропонується методика синтезу масштабуючих пристроїв у статичній та астатичній системах фазового автопідстроювання. Розглядається можливість використання диференціальних зв'язків по фазі вхідного сигналу для підвищення точності в усталених режимах і досліджується можливість використання нелінійного зворотного зв'язку.

Ключові слова: інформаційна система; підвищення точності; сталий режим; синтез; фазове автопідстроювання.

Вступ

Інформаційні системи і технології становлять основу сучасного доступу до різноманітних інформаційних ресурсів та мають безліч динамічних характеристик, флуктуація яких є реакцією системи на зовнішні збурення. Так, розподілена інформаційна система керування підприємством (ERP системи) із доступом до розподілених баз даних та знань використовує мобільну складову. Тому інформаційні системи зв'язку, які використовують мобільні перспективні мережі, висувають до якості передавання інформації підвищені вимоги стосовно точності вимірювання показників системи і точності в керуванні функціональними процесами. Таким чином, одним із головних напрямків розробки теоретичних і прикладних засад побудови інформаційних технологій є розвиток систем фазового автопідстроювання показників динамічних характеристик.

Системи фазового автопідстроювання (ФАП) широко використовують в інформаційних системах, сучасних системах мобільного та електрозв'язку для реалізації різноманітних функцій, зокрема обробки та управління сигналами, відновлення носійної та тактової частоти, генерації частоти, синтез частот.

Основна частина

Відомі системи ФАП з принципом управління за відхиленням, коли вимірюється фазова помилка без визначення в явному вигляді задавального впливу (різниці фаз) і керованої величини, що зазвичай ускладнює побудову нових структур ФАП, зокрема комбінованих.

Алгоритм функціонування запропонованої статичної системи фазового автопідстроювання зображено на рис. 1. Система містить фазовий дискримінатор (ФД), фільтр нижніх частот (Ф), підсилювач-перетворювач (ПП), керований фазообертач (ФО), додатковий фазовий дискримінатор (ФД1) для вимірювання керованої величини $\beta(t)$ і елементи постійного фазового зсуву на $\pi/2$ для отримання синусної статичної характеристики ФД, а також елемент порівняння (ЕП). Призначення системи фазового автопідстроювання — вирівнювання фаз напруг:

$$\begin{aligned} U_1(t) &= U_{m1} \cos[\omega t + \varphi_1(t)]; \\ U_2(t) &= U_{m2} \cos[\omega t + \varphi_2(t)]. \end{aligned} \quad (1)$$

Фазовий дискримінатор ФД забезпечує отримання різниці фаз $\alpha(t)$ напруг $U_1(t)$ і $U_2(t)$:

$$\alpha(t) = \varphi_1(t) - \varphi_2(t). \quad (2)$$

Особливістю системи ФАП є використання тільки одного фільтра Ф, розташованого в замкненому контурі управління.

Розглянемо роботу системи. На вхід ЕП надходить задавальний вплив $\alpha(t)$ керованої величини $\beta(t)$. На виході ЕП наявний сигнал $\Delta\varphi_1(t)$ пропорційний до різниці між заданою дією $\alpha(t)$ і керованою величиною $\beta(t)$:

$$\Delta\varphi_1(t) = \alpha(t) - \beta(t). \quad (3)$$

У фільтрі нижніх частот Ф пригнічується змінна складова сигналу $\Delta\varphi_1(t)$, а сигнал $U_\Phi(t)$ подається на підсилювач-перетворювач ПП, де підсилюється і перетворюється, потім надходить на керований фазообертач ФО, змінюючи фазу сигналу $U_2(t)$ так, щоб різниця $\Delta\varphi_1(t)$ зменшилася.

З погляду складності фізичної реалізації застосування алгоритму функціонування статичної системи фазового автопідстроювання з одним фільтром є переважніший.

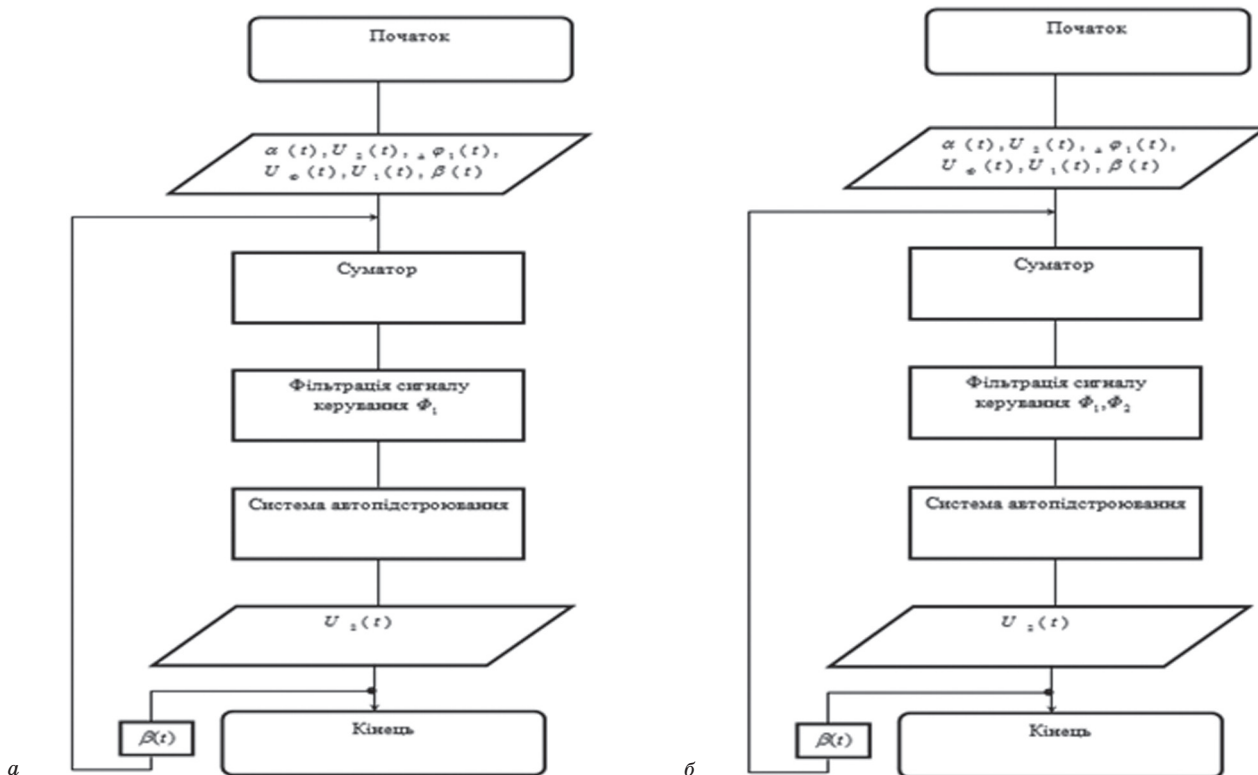


Рис. 1. Алгоритм функціонування статичної системи фазового автопідстроювання з одним (а) та двома (б) фільтрами

У системі ФАП нелінійний зворотний зв'язок забезпечує монотонний перехідний процес при східчастій зміні різниці фаз сигналів $U_1(t)$ і $U_2(t)$, тобто покращує показники якості перехідного процесу.

Реалізацію додаткового нелінійного зворотного зв'язку можна досягти, використавши додаткові фазовий або частотний дискримінатор.

Застосування непоодинокого зворотного зв'язку в статичній системі ФАП дає змогу порівняно простими технічними засобами підвищити точність системи ФАП в сталих режимах за повільних змін різниці фаз двох порівнюваних напруг.

З'ясовано, що за допомогою непоодинокого зворотного зв'язку можна збільшити порядок астатизму на два порядки, підвищуючи точність в ustalених режимах. Проте у цьому випадку необхідно щоразу перевіряти систему ФАП на стійкість.

Аналіз системи ФАП з непоодиноким головним зворотним зв'язком показує, що непоодинокий зворотний зв'язок впливає на тривалість перехідного процесу. Цей вплив позначається по-різному при різних коренях характеристичного рівняння. У мережі тривалість перехідного процесу і ступінь стійкості прагне до значення цих величин для системи ФАП з поодиноким головним зворотним зв'язком.

Важливою особливістю систем ФАП з масштабуючим коефіцієнтом є те, що з підвищенням точності в ustalених режимах її стійкість не залежить від коефіцієнта масштабування.

Масштабування можна реалізувати включенням масштабуючого пристрою як в ланцюг задавального впливу, так і в ланцюг керованої величини.

Запропоновану методику синтезу оператора масштабуючого коригувального пристрою за умови підвищення порядку астатизму системи ФАП можна фізично реалізувати. Синтезуючий оператор забезпечує високу точність системи ФАП в сталих синхронних режимах:

$$W_{\Delta\varphi}(p) = \frac{D_{\Delta\varphi}(p)}{F_{\Delta\varphi}(p)} = \frac{F_p(p)}{D_p(p) + F_p(p)} = \frac{(T_\Phi p + 1)(T_{III} p + 1)}{(T_\Phi p + 1)(T_{III} p + 1) + K_\Phi K_{III}} = \frac{a_2^2 p + a_1 p + a_0}{c_2^2 p + c_1 p + c_0} = \frac{D_{\Delta\varphi 0}(p) p^{v=0}}{F_{\Delta\varphi}(p)}, \quad (4)$$

де $a_2 = c_2 = T_\Phi T_{III}$; $a_1 = c_1 = (T_\Phi + T_{III})$; $a_0 = 1$; $c_2 = 1 + K_\Phi K_{III}$.

Отже, розглянувши особливості побудови систем ФАП з диференціальним зв'язком по фазі вхідного сигналу, доходимо висновку, що такі системи, маючи високу точність, можуть бути побудовані як із додатковим фазовим, так і з частотним дискримінатором.

Висновки

У розглянутій структурі системи ФАП можливе поліпшення якості перехідного процесу завдяки використанню нелінійного зворотного зв'язку. Особливістю системи ФАП з нелінійним коригуван-

ням є те, що для визначення зміни фази вихідного сигналу потрібні додаткові фазовий дискримінатор і фільтр низких частот.

Запропоновано структуру системи ФАП з нелінійним зворотним зв'язком при використанні додаткового частотного дискримінатора. Як у першому, так і другому випадках поліпшується якість перехідного процесу.

Список використаної літератури

1. Бесекерский В. А., Попов Е. П. Теория систем автоматического управления. С-Пб.: Профессия., 2004. 752 с.
2. Курпач Л. А. Підвищення швидкодії систем фазового автопідстроювання за допомогою розімкнених компенсаційних каналів управління: дис... канд. техн. наук: 05.12.13 / Держ. комітет зв'язку та інформатизації України; Одеська нац. академія зв'язку ім. О. С. Попова. Одеса, 2004.
3. Стеклов В. К., Охрущак Д. В., Стасюк В. И. Синтез многоконтурных итерационных систем фазовой автоподстройки в установившихся режимах // Изв. вузов. Радиоэлектроника. 2003. Т. 46. №8. С. 21–26.
4. Игнатов В. А., Стеклов В. К., Уваров Р. В. Коррекция нелинейных автоматических систем. Київ, 1993. 192 с.

Рецензент: доктор техн. наук, професор С. В. Козелков, Державний університет телекомунікацій, Київ.

Н. В. Руденко

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ ФАЗОВОЙ АУТОПОДСТРОЙКИ С ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ СВЯЗЬЮ ПО ФАЗЕ ВХОДНОГО СИГНАЛА

Проведен анализ информационных систем, ставится и решается задача по повышению точности систем фазовой автоподстройки в установившихся режимах с помощью неединичных обратных связей, также исследуется их влияние на переходный процесс и возможность повышения порядка астатизма на два порядка. Предлагается методика синтеза масштабируемых устройств в статической и астатической системах фазовой автоподстройки. Рассматривается возможность использования дифференциальных связей по фазе входного сигнала для повышения точности в установившихся режимах и исследуется возможность использования нелинейной обратной связи.

Ключевые слова: информационная система; повышение точности; установившийся режим; синтез; фазовая автоподстройка.

N. V. Rudenko

DEVELOPMENT OF THE METHOD OF FAP SYSTEMS WITH A SCALE DEVICE

Information systems and technologies form the basis of modern access to a variety of information resources and have many dynamic characteristics, whose fluctuations are the reaction of the system to external disturbances. The distributed information management system (ERP system) with access to distributed databases and knowledge uses a mobile component. Therefore, information communication systems that use mobile forward-looking networks place the quality of information transfer in an increased demand for the accuracy of the measurement of system performance and accuracy in the management of functional processes. Thus, one of the main areas of development of theoretical and applied bases for the construction of information technologies is the development of systems of phase auto-repair of indicators of dynamic characteristics. Systems of phase auto-adjusting are widely used in information systems, modern mobile and telecommunication systems for the implementation of various functions, including processing and signal management, recovery of carrier and clock frequency, frequency generation, frequency synthesis.

In the article an analysis of information systems is carried out, the task of increasing the accuracy of phase auto-tuning systems in steady-state regimes with the help of non-individual feedback loops is solved and solved, and their influence on the transient process and the possibility of increasing the order of atatism by two orders of magnitude are investigated. The method of synthesis of scalable devices in static and astatic systems of phase auto-tuning is offered. We consider the possibility of using differential signals in the phase of the input signal to increase the accuracy in steady-state modes and investigate the possibility of using nonlinear feedback.

Keywords: information system; increase of accuracy; steady state; synthesis; phase auto-adjusting.