

УДК 621.39

О. В. ЗІНЧЕНКО,

Державний університет телекомунікацій, Київ

Оцінювання впливу збурень, що діють на додатковий контур керування ітераційної системи ФАП

Поставлено й розв'язано завдання щодо оцінювання впливу збурень, які діють на додатковий контур керування ітераційної системи фазового автопідстроювання, та запропоновано способи усунення зазначеного впливу на точність такої системи в сталому режимі.

Ключові слова: ітераційна система ФАП; фазова помилка; синтез; завада; спектральна щільність; дисперсія фазової помилки.

Вступ

У багатьох практичних випадках [1–3] на основний контур ітераційної системи фазового автопідстроювання (ФАП) впливають різного роду збурення, знижуючи показники її якості. Тому кількісні оцінки впливу цих збурень, а також способи компенсації їх впливу становлять значний теоретичний і практичний інтерес.

Мета статті — здійснити оцінювання впливу збурень, яких зазнає додатковий контур керування (ДКК) ітераційної системи ФАП, і визначити способи усунення такого впливу на показники точності розглядуваної системи в сталих режимах.

Основна частина

Розглянемо, як впливає збурення на точність ітераційної системи ФАП, коли його прикладено до ДКК (див. рисунок, зображення а). Рівняння елементів такої ітераційної системи визначаються виразами

$$\begin{cases} \beta(t) = \beta_1(t) + \beta_2(t), \\ \beta_1(t) = W_{p1}(p)\Delta\varphi_1(t), \\ \Delta\varphi_1(t) = \alpha(t) - \beta_1(t), \\ \beta_2(t) = W_{p2}(p)\sum(t), \\ \sum(t) = W_{\Phi 2}(p)\Delta\varphi_2(t) - L(t), \\ \Delta\varphi_2(t) = \Delta\varphi_1(t) - \beta_2(t). \end{cases} \quad (1)$$

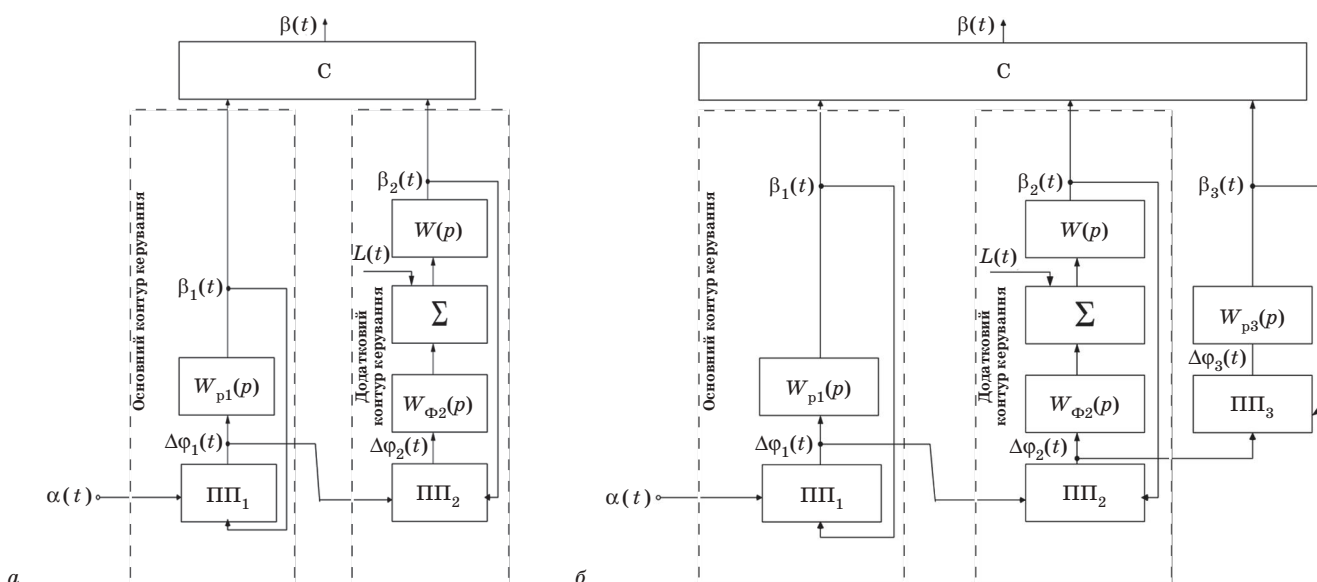
Із системи (1) дістаємо:

$$\begin{cases} \Delta\varphi_1(t) = W_{\Delta\varphi_1}(p)\alpha(t) = W_{\Delta\varphi_{10}}(p)p^{v_1-1}, \\ \Delta\varphi_2(t) = W_{\Delta\varphi_2\Delta\varphi_1}(p)\Delta\varphi_1(t) + W_{\Delta\varphi_{2L}}(p)L(t) = \Delta\varphi_2\Delta\varphi_1(t) + \Delta\varphi\Delta\varphi_{2L}. \end{cases} \quad (2)$$

Тут

$$W_{\Delta\varphi_2\Delta\varphi_1}(p) = \Delta\varphi_2(t)/\Delta\varphi_1(t) = 1/[1 + W_{p_2}(p)] = W_{\Delta\varphi_2\Delta\varphi_{10}}(p)p^{v_2-1}; \quad W_{\Delta\varphi_{2L}}(p) = W_{\Phi 2}(p)/[1 + W_{p_2}(p)] = W_{\Delta\varphi_{2L0}}(p)p^{v_L-0};$$

$$W_{\Delta\varphi_{2L0}}(p) = W_{\Delta\varphi_{2L}}(p) = \frac{(T_{\Phi 1}p + 1)}{k_{p2}(T_{\Phi 2}p + 1) + (T_{\gamma 2}p + 1)p}.$$



Структурна схема ітераційної системи ФАП: а — двоконтурної; б — триконтурної

Як випливає із системи (2), ОКК і ДКК астатичні відносно задавального впливу відповідно $\alpha(t)$ і $\Delta\varphi_1(t)$. Натомість щодо збурювального впливу ДКК статичний, тобто в результаті дії збурення $L(t)$ у ДКК ітераційної системи ФАП виникає статична складова помилки і з'являються помилки, зумовлені швидкістю, прискоренням і похідними вищих порядків від збурення $L(t)$.

Помилка всієї ітераційної системи ФАП набирає вигляду

$$\Delta\varphi(t) = \alpha(t) - \beta(t) = W_{\Delta\varphi}(p)\alpha(t) + W_{\Delta\varphi_L}(p)L(t) = W_{\Delta\varphi_1}(p)W_{\Delta\varphi_2}(p)\alpha(t) + W_{\Delta\varphi_{2L}}(p)L(t) = \Delta\varphi_\alpha(t) + \Delta\varphi_L(t), \quad (3)$$

де $W_{\Delta\varphi_{2L}}(p)$ визначається із системи (2). При цьому

$$\Delta\varphi_\alpha(t) = W_{\Delta\varphi_1}(p)W_{\Delta\varphi_2}(p)\alpha(t) = W_{\Delta\varphi_{10}}(p)W_{\Delta\varphi_{20}}(p)p^{\nu=2}, \quad \Delta\varphi_L(t) = W_{\Delta\varphi_{2L}}(p)L(t) = W_{\Delta\varphi_{2L0}}(p)p^{\nu=0}.$$

Як випливає з (3), статичну помилку, викликану збуренням, прикладеним до ДКК, ітераційна система ФАП не усуває. Для її усунення необхідно застосувати ще один ДКК (див. рисунок, зображення б).

Рівняння елементів такої триконтурної системи визначається виразами

$$\begin{cases} \beta(t) = \beta_1(t) + \beta_2(t) + \beta_3(t), \\ \beta_1(t) = W_{p1}(p)\Delta\varphi_1(t), \\ \beta_2(t) = W_{p2}(p)\Sigma(t), \\ \Delta\varphi_1(t) = \alpha(t) - \beta_1(t), \\ \Delta\varphi_2(t) = \Delta\varphi_1(t) - \beta_2(t), \\ \Delta\varphi_3(t) = \Delta\varphi_2(t) - \beta_3(t), \\ \beta_3(t) = W_{p3}(p)\Delta\varphi_3(t), \\ \Delta\varphi(t) = \alpha(t) - \beta(t). \end{cases} \quad (4)$$

Із системи рівнянь (4) дістаємо вирази для фазової помилки триконтурної ітераційної системи ФАП:

$$\Delta\varphi(t) = W_{\Delta\varphi_1}(p)W_{\Delta\varphi_2}(p)\alpha(t) + W_{\Delta\varphi_{2L}}(p)W_{\Delta\varphi_3}(p)L(t) = \Delta\varphi_\alpha(t) + \Delta\varphi_L(t). \quad (5)$$

Тут

$$\begin{aligned} \Delta\varphi_\alpha(t) &= W_{\Delta\varphi_1}(p)W_{\Delta\varphi_2}(p)W_{\Delta\varphi_3}(p)\alpha(t) = W_{\Delta\varphi_{10}}(p)W_{\Delta\varphi_{20}}(p)W_{\Delta\varphi_{30}}(p)p^\nu; \\ \Delta\varphi_L(t) &= W_{\Delta\varphi_{2L}}(p)W_{\Delta\varphi_3}(p)L(t) = W_{\Delta\varphi_{2L0}}(p)W_{\Delta\varphi_{30}}(p)p^{\nu_L+\nu_3}; \quad \nu = \nu_1 + \nu_2 + \nu_3. \end{aligned}$$

Як випливає з (5), завдяки використанню другого додаткового контура керування усувається статична складова помилки, зумовлена збуренням $L(t)$, оскільки в цьому випадку ітераційна система ФАП астатична з астатизмом першого порядку відносно збурення $L(t)$.

Висновок

В ітераційній системі ФАП у сталому режимі можна досягти інваріантності відносно збурення, використавши залежно від точки прикладення збурення відповідну кількість додаткових контурів керування.

Література

1. **Степлов, В. К.** Итерационные системы фазовой автоподстройки / В. К. Степлов, В. В. Коробко. — К.: Техніка, 2004. — 328 с.
2. **Степлов, В. К.** Комбинированные системы фазовой автоподстройки / В. К. Степлов. — К.: Техніка, 2004. — 327 с.
3. **Беркман, Л. Н.** Цифровые итерационные системы / Л. Н. Беркман, В. В. Коробко // Вісн. Харків. нац. політех. ун-ту. — 2000. — № 121. — С. 47–49.

О. В. Зинченко

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВОЗМУЩЕНИЙ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ КОНТУР УПРАВЛЕНИЯ ИТЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМОЙ ФАП

Поставлена и решена задача оценки влияния возмущений, действующих на дополнительный контур управления итерационной системы фазовой автоподстройки, и предложены способы устранения указанного влияния на точность такой системы в установленном режиме.

Ключевые слова: итерационная система ФАП; фазовая ошибка; синтез; помеха; спектральная плотность; дисперсия фазовой ошибки.

O. V. Zinchenko

ESTIMATION OF INFLUENCE OF INDIGNATIONS THAT OPERATE ON THE ADDITIONAL CONTOUR OF MANAGEMENT OF THE ITERATION SYSTEM OF PLL

In the article the problem of estimation of influence of indignations is proposed and decided that operates on the additional contour of management of the iteration system of PLL and offered methods of removal of influence of indignations on exactness of the iteration system of PLL in the set modes.

Key words: iterative system of a PLL; phase error; synthesis; interference spectral density; dispersion of the phase error.