

Коригуючий пристрій КП забезпечує відповідне перетворення сумарного сигналу $\sum_1(t)$, що у вигляді напруги $U_{КП}(t)$ надходить на замкнений контур управління (суматор С1).

Рівняння системи ФАП відносно фазової помилки $\Delta\varphi(t)$ за умови, що $W_1(p) = W_{33}(p)$, подається так:

$$[1 + W_1(p)W_2(p)]\Delta\varphi(t) = [1 - W_K(p)W_{33}(p)W_2(p)]\varphi_{ВХ}(t). \quad (1)$$

Звідси маємо умову інваріантності $1 - W_K(p)W_{33}(p)W_2(p) = 0$.

Оператор $W_K(p)$ коригуючого пристрою, що відповідає умові абсолютної інваріантності, задовольняє таку рівність:

$$W_K(p) = \frac{1}{W_{33}(p)W_2(p)},$$

або, при підставленні значень операторів $W_{33}(p)$ і $W_2(p)$, дістаємо:

$$W_K(p) = \frac{(T_\Phi p + 1)(T_Y p + 1)p}{K_{\Phi 0} K_\Phi K_Y K_1}. \quad (2)$$

Як випливає з (2), оператор $W_K(p)$ коригуючого пристрою, що задовольняє умову абсолютної інваріантності, фізично не реалізовуваний. Проте можна реалізувати оператор $W_K(p)$, такий, скажімо, що задовольняє умову підвищення порядку астатизму або подавлення повільно загасаючих компонентів перехідної складової помилки, забезпечуючи цим самим умову квазіінваріантності.

Розглянемо функціональну схему системи ФАП, зображену на рис. 2, що включає в себе додатковий дискримінатор і характеризується нелінійним зв'язком.

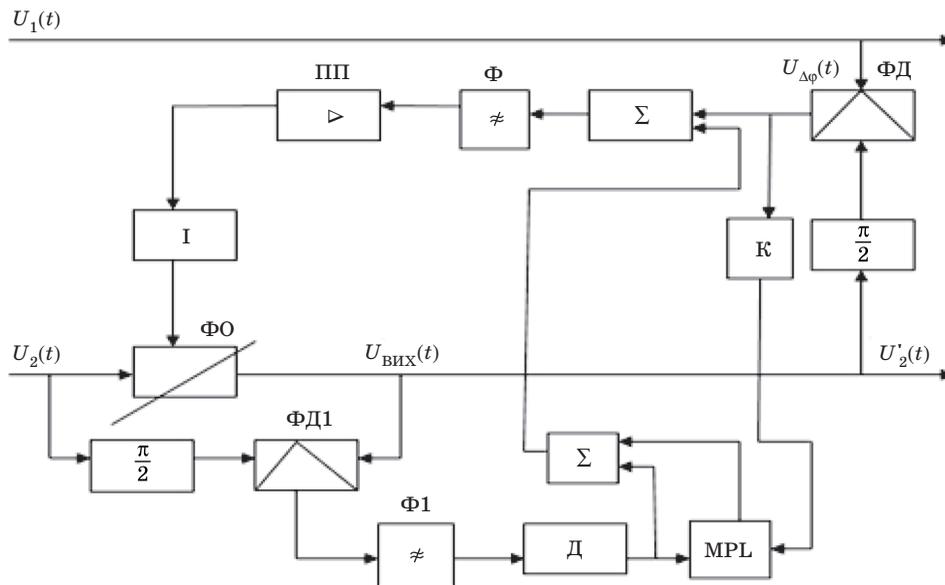


Рис. 2. Функціональна схема ФАП із додатковим дискримінатором і нелінійним зворотним зв'язком

Нелінійність виникає в результаті перемноження сигналу помилки (неузгодженості) та похідної від фази вхідного сигналу системи ФАП. Коефіцієнт K_{33} зворотного зв'язку задовольняє рівність

$$K_{33} = 1 - kU\Delta\varphi.$$

На початку перехідного процесу сигнал помилки $U\Delta\varphi(t)$ має велике значення, а загасання мале. Таким чином, забезпечується висока швидкість перехідного процесу. Під час перехідного процесу неузгодженість $U\Delta\varphi(t)$ зменшується, а загасання збільшується, внаслідок чого фаза вхідного сигналу системи ФАП підходить до узгодженого стану без додаткового регулювання.

Вважаючи, що оператор розімкненої системи ФАП

$$W_p(p) = \frac{K_p}{(T_b + 1)p}, \quad (3)$$

дістаємо:

$$\varphi_{ВХ}(t) = \frac{K_p \varphi_{ВХ}(t)}{(T_p + 1)p + K_p + K_p K_{33} [1 - k\varphi_{ВХ}(t) + k\varphi_{ВХ}(t)]p}. \quad (4)$$

Вираз (4) можна записати в іншому вигляді:

$$\Phi'_{\text{ВІХ}}(t) + 2qq_0\Phi'_{\text{ВІХ}}(t) + q_0^2\Phi_{\text{ВІХ}}(t) = q_0^2\Phi_{\text{ВІХ}}(t), \quad (5)$$

$$\text{де } q_0 = \sqrt{\frac{K_p}{T}};$$

$$q = \frac{1 + K_{\text{ЗЗ}} [K_p - K_p k_{\Phi_{\text{ВІХ}}}(t) + K_p k_{\Phi_{\text{ВІХ}}}(t)]}{2\sqrt{K_p T}}.$$

Як впливає з (5), коефіцієнт загасання залежить від фазової помилки системи ФАП.

Особливістю системи ФАП з нелінійною корекцією є те, що для визначення виміру фази вихідного сигналу потрібен додатковий фазовий дискримінатор ФД1 (див. рис. 2), фільтр нижніх частот Ф1 і диференціатор Д.

Висновки

◆ У системі ФАП нелінійний зворотний зв'язок уможливорює монотонний перехідний процес при східчастих змінах різниці фаз сигналів $U_1(t)$ і $U_2(t)$, поліпшуючи показники якості зазначеного процесу. Реалізація додаткового зворотного зв'язку може бути досягнута використанням додаткового фазового або частотного дискримінатора.

◆ Система ФАП із диференціальним зв'язком за фазою вхідного сигналу, яка забезпечує високу точність, може бути побудована із додатковим фазовим або частотним дискримінатором.

◆ Комбінована модель системи ФАП, побудована автором, поліпшує якість перехідного процесу завдяки використанню нелінійного зворотного зв'язку.

◆ Запропонована модель системи ФАП із нелінійним зворотним зв'язком у разі використання додаткового частотного дискримінатора забезпечує істотне поліпшення якості перехідного процесу.

Список використаної літератури

1. *Автоматическая подстройка фазового набегга* / под ред. М. В. Капронова. М.: Сов. радио, 1972. 175 с.
2. *Степков 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.
3. *Бесекерский В. А., Попов Е. П. Теория систем автоматического управления*. СПб.: Профессия, 2004. 752 с.
4. *Дробик А. В., Маценура А. Л. Сравнительный анализ структур систем фазовой автоподстройки*. Киев. фил. укр. гос. академии связи. Деп. в ГНТБ Украины. Киев, 1995, № 984. УК95. 13 с.
5. *Скляренько С. Н., Степков В. К. Чувствительность систем фазовой синхронизации*. Киев: УГАС (КФ), 1993. 45 с.

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

Н. В. Руденко

КОМБИНИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ ФАП С ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ И НЕЛИНЕЙНОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

В статье рассмотрены новые структуры систем ФАП с дифференциальной связью по фазе входного сигнала, а также системы ФАП с нелинейной обратной связью. Предложена комбинированная модель системы ФАП с дифференциальной и нелинейной обратной связью.

Ключевые слова: модель; фазовая автоподстройка; дифференциальная связь; нелинейная обратная связь.

N. V. Rudenko

COMBINATION MODEL OF FAP WITH DIFFERENTIAL AND NONLINEAR FEEDBACKS

In this paper, new structures of FAP systems with differential coupling in the phase of the input signal and the FAP system with nonlinear feedback are considered. Proposed combinational model of FAP with differential and nonlinear feedbacks.

Keywords: model; phase autotuning; differential connection; nonlinear feedback.