

# ВИЗНАЧЕННЯ ПСЕВДОЧАСТОТНОЇ ПЕРЕДАТНОЇ ФУНКЦІЇ ЗАМКНУТОГО ЗА ШВИДКІСТЮ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ

**Приймак Б.І., доц., к.т.н., Бурлака О.П., студент**

*кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу*

**Вступ.** Системи автоматичного регулювання (САР) положення в наш час знаходять широке застосування у промисловості. Наприклад, такі системи використовуються у маніпуляторах, роботах, металообробних верстатах, прокатних станах, телескопах, антенах і т.п. [1]. Часто промислові системи регулювання положення будуються за принципами підпорядкованого керування, де комплектний електропривод з контурами регулювання струму та швидкості доповнюється контуром керування положення з відповідним регулятором [1]. При цьому сучасні регулятори положення зазвичай реалізуються на мікропроцесорній основі, зважаючи на відомі переваги такої реалізації. Як відомо, одним із досить ефективних інженерних методів синтезу цифрових систем є метод псевдочастотних логарифмічних характеристик [2]. Для його застосування треба мати псевдочастотну передатну функцію (ПФ) об'єкта керування системи.

**Мета роботи.** Метою праці є отримання в аналітичному вигляді псевдочастотної ПФ замкнутого за швидкістю електроприводу підпорядкованої структури.

**Отримання псевдочастотної ПФ об'єкта.** Структурна схема цифрової САР положення представлена на рис.1. У цій схемі  $\varphi$  – кутове або лінійне положення;  $\varphi^*$  – завдання положення;  $M_H$  – момент навантаження двигуна;

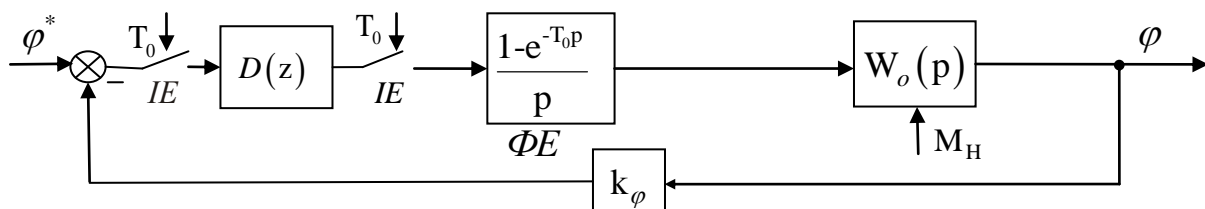


Рисунок 1 – Структурна схема цифрової системи регулювання положення

ІЕ – імпульсний елемент;  $W_o(p)$  – ПФ об'єкта; ФЕ – формуючий елемент (фіксатор);  $D(z)$  – дискретна ПФ регулятора положення;  $z = e^{pT_0}$ ,  $T_0$  – такт квантування;  $k_\varphi$  – коефіцієнт передачі давача положення. Якщо контур струму налаштувати на модульний оптимум, а контур швидкості – на симетричний оптимум, то, згідно з [1], останній в замкненому стані можна описати ПФ

$$W_\omega(p) = \frac{k_\omega^{-1}(8T_\mu p + 1)}{64T_\mu^3 p^3 + 32T_\mu^2 p^2 + 8T_\mu p + 1}, \quad (1)$$

де  $T_\mu$  – мала некомпенсована стала часу у контурі струму;  $k_\omega$  – коефіцієнт передачі давача швидкості. Наявність нуля в ПФ (1) призводить до перерегулювання в реакції на стрибок завдання біля 43%. Для його зменшення часто на вході контуру швидкості розташовують фільтр 1-го порядку з ПФ  $W_f(p) = 1/(8T_\mu p + 1)$ . При застосуванні такого фільтру дискретна ПФ зведеного об'єкта визначиться як

$$W_o(z) = Z \left\{ \frac{1 - e^{-T_0 p}}{p} W_f(p) W_\omega(p) \frac{1}{p} \right\} = \frac{z-1}{z} Z \left\{ \frac{k_\omega^{-1}}{p^2 (64T_\mu^3 p^2 + 32T_\mu^2 p + 8T_\mu p + 1)} \right\}, \quad (2)$$

де  $Z\{\bullet\}$  – операція  $z$ -перетворення. В [3] отримано ПФ (2) в аналітичному вигляді як

$$W_o(z) = \frac{a_0 z^3 + a_1 z^2 + a_2 z + a_3}{b_0 z^4 + b_1 z^3 + b_2 z^2 + b_3 z + b_4}, \quad (3)$$

де коефіцієнти чисельника та знаменника обчислюються за  $T_0, T_\mu, k_\omega$ .

Для визначення псевдочастотної ПФ слід спочатку виконати білінійне перетворення дискретної ПФ, перейшовши від аргументу  $z$  до аргументу  $w$  за формулою  $z = (1+w)/(1-w)$ , а потім виконати підстановку  $w = j\lambda T_0/2$ , де  $\lambda$  – абсолютна псевдочастота [2]. Після відповідних алгебричних перетворень з дискретної ПФ (3) була отримана псевдочастотна ПФ  $W_o(j\lambda)$  у вигляді

$$W_o(j\lambda) = \frac{a'_0 (j\lambda)^4 + a'_1 (j\lambda)^3 + a'_2 (j\lambda)^2 + a'_3 (j\lambda) + a'_4}{b'_0 (j\lambda)^4 + b'_1 (j\lambda)^3 + b'_2 (j\lambda)^2 + b'_3 (j\lambda) + b'_4}, \quad (4)$$

де  $a'_0 = T_0^4 (a_1 - a_0 - a_2 + a_3)$ ;  $a'_1 = 4T_0^3 (a_2 - a_0 - 2a_3)$ ;  $a'_2 = 8T_0^2 (3a_3 - a_1)$ ;

$a'_3 = 16T_0 (a_0 - a_2 - 2a_3)$ ;  $a'_4 = 16(a_0 + a_1 + a_2 + a_3)$ ;

$b'_0 = T_0^4 (b_0 - b_1 + b_2 - b_3 + b_4)$ ;  $b'_1 = 4T_0^3 (2b_0 - b_1 + b_3 - 2b_4)$ ;  $b'_2 = 8T_0^2 (3b_0 - b_2 + 3b_4)$ ;

$b'_3 = 16T_0 (2b_0 + b_1 - b_3 - 2b_4)$ ;  $b'_4 = 16(b_0 + b_1 + b_2 + b_3 + b_4)$ ;

**Висновки.** У статті визначено в аналітичному вигляді псевдочастотну ПФ замкнутого за швидкістю електроприводу підпорядкованої структури. Сферою її застосувань є задачі синтезу дискретних регуляторів положення методом псевдочастотних логарифмічних характеристик.

#### Перелік посилань

1. Михайлов О.П. Автоматизированный электропривод станков и промышленных роботов. – М.: Машиностроение, 1990. – 304 с.
2. Куо Б. Теория и проектирование цифровых систем управления: Пер. с англ. - М.: Машиностроение, 1986. - 448 с.
3. Приймак Б.І., До Нгок Лам Дискретна система регулювання положення електроприводу із стандартними налаштуваннями контурів // Збірник наук. праць VIII Всеукр. н.-т. конф. молодих уч. та спец. “ЕЕСММО-2010”, – Кременчук, КДУ. – 2010. – С. 271-273.