

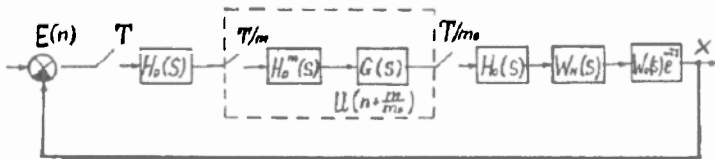
В.Ф.Паньків

СИНТЕЗ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ЗАГАЛЬНОЮ ПОДАЧЕЮ ФАРБИ ДРУКАРСЬКИХ МАШИН

Характерною особливістю процесу подачі фарби в друкарських машинах як об'єктах регулювання є інерційність процесу і запізнення, обумовлене затримкою при розкочуванні і передачі фарби на паперову стрічку, та дискретне вимірювання оптичної щільності відбитків.

З врахуванням особливостей у роботі розглядається задача синтезу системи автоматичного керування (САК) загальною подачею фарби на основі пропорційно-інтегруючого на інтервалі регулятора [2].

Структурна схема САК загальною подачею фарби наведена на рисунку. Сигнал відхилення оптичної щільності від заданого значення (похибки регулювання) $E(n)$ з періодом вимірювання T потрапляє на вхід пропорційно-інтегруючого на інтервалі регулятора, який складається з імпульсного елемента з кратним періодом дискретності T/m_0 та формуючої ланки [2].



Структурна схема САК загальною подачею фарби.

Регулятор формує керування на інтервалі дискретності $U(n+m_0)$ і подає на об'єкти регулювання.

Дискретна передаточна функція регулятора

$$G_n(z) = \{ H_0''(s) W_n(s) \}, \quad (1)$$

де $H_3^m(s)$ — передаточна функція фіксатора регулятора;
 $W_p(s)$ — передаточна функція відповідного аналогового регулятора.

Візьмемо фіксатор нульового порядку з передаточною функцією [3]:

$$H_3^m(s) = \frac{1 - e^{-Ts}}{s} \quad (2)$$

Скориставшись правилами z-перетворення з кратним періодом квантування [1], визначимо дискретну передаточну функцію регулятора з врахуванням кратності періоду квантування:

$$G_n(z, m) = \sum_{m=0}^{m_0-1} G_n(z) \quad \left| \begin{array}{l} z = z^{m/m_0} \\ T = T \frac{m}{m_0} \end{array} \right. \quad (3)$$

де m_0 — кратність періоду квантування, додатне ціле число, більше за одиницю.

Дискретна передаточна функція приведенного об'єкта регулювання

$$W_n(z) = z \left\{ H_0^m(s) W_m W_0(s) e^{-\tau s} \right\}, \quad (4)$$

де $W_m(s)$ — передаточна функція виконавчого механізму системи; $W_0(s)$ — передаточна функція фарбового апарата; τ — час запізнення.

Візьмемо фіксатор виконавчого механізму як фіксатор нульового порядку, тоді дискретна передаточна функція приведенного об'єкта регулювання

$$W_n(z) = (1 - z^{-1}) z \left\{ \frac{W_m(s) W_0(s) e^{-\tau s}}{s} \right\}. \quad (5)$$

Дискретна передаточна функція приведенного об'єкта з врахуванням кратності періоду квантування [1]

$$W_n(z, m_0) = W_n(z) \quad | \quad z = z^{m/m_0}. \quad (6)$$

За структурною схемою (рисунок) і рівняннями (3) та (6) запишемо дискретну передаточну функцію замкненої системи з пропорційно-інтегруючим на інтервалі регулятором:

$$\Phi_n(z, m_0) = \frac{H_0(z)G_n(z, m_0)W_n(z, m_0)}{1 + H_0(z)G_n(z, m_0)W_n(z, m_0)}. \quad (7)$$

Таким чином, синтезована САК загальною подачею фарби друкарських машин з пропорційно-інтегруючим на інтервалі регулятором.

Для прикладу візьмемо передаточну функцію ПІ-регулятора в такому вигляді:

$$G_p(s) = K_n \left(1 + \frac{1}{T_p s + 1} \right), \quad (8)$$

де T_p , K_n — стала часу та коефіцієнт передачі регулятора.

Запишемо дискретну передаточну функцію регулятора:

$$G_p(z) = \frac{z-1}{z} z \left\{ \frac{W_p(s)}{s} \right\}. \quad (9)$$

Після підстановки (8) в (9) одержимо

$$G_p(z) = \frac{z-1}{z} z \left\{ \frac{K_n}{s} + \frac{K_n}{T_p s^2} \right\}. \quad (10)$$

Скориставшись таблицями z-перетворення [3], матимемо

$$G_p(z) = \frac{z-1}{z} \left[\frac{K_n z}{z-1} + \frac{K_n \frac{T}{T_p} z}{(z-1)^2} \right]. \quad (11)$$

Після перетворень

$$G_p(z) = K_n \left[1 + \frac{\frac{T}{T_p}}{z-1} \right]. \quad (12)$$

Поділивши чисельник і знаменник на z^{-1} , дістанемо дискретну передаточну функцію

$$G_p = \frac{K_n \left[1 + \left(\frac{T}{T_p} - 1 \right) z^{-1} \right]}{1 - z^{-1}}. \quad (13)$$

Враховуючи кратність періоду квантування сигналу похибки, скориставшись z -перетворенням з кратним періодом квантування [1] з (13), запишемо дискретну передаточну функцію пропорційно-інтегруючого на інтервалі регулятора:

$$G_p(z, m_0) = \sum_{m=0}^{m_0-1} G_p(z) \quad \left| \begin{array}{l} z = z^{m/m_0} \\ T = T \frac{m}{m_0} \end{array} \right. \quad (14)$$

Після підстановки (13) в (14) отримаємо

$$G_p(z, m_0) = \sum_{m=0}^{m_0-1} \frac{K_n \left[1 + \left(\frac{T}{T_p} - 1 \right) z^{-m/m_0} \right]}{1 - z^{-m/m_0}}. \quad (15)$$

За (15) запишемо сигнал керування, який формує пропорційно-інтегруючий на інтервалі регулятор:

$$U(z, m_0) = \sum_{m=0}^{m_0-1} \frac{K_n \left[1 + \left(\frac{T}{T_p} - 1 \right) z^{-m/m_0} \right]}{1 - z^{-m/m_0}} E(z, m_0). \quad (16)$$

Таким чином, одержимо керування, яке формує пропорційно-інтегруючий на інтервалі дискретності регулятор за сигналом похибки системи.

Для прикладу візьмемо прості моделі астатичного виконавчого механізму та фарбового апарата як інерційного об'єкта, які описуються передаточною функцією

$$W_0(s) = \frac{K}{s(T_0s + 1)} e^{-\alpha}, \quad (17)$$

де K , T_0 — коефіцієнт передачі та стала часу об'єкта; τ — час запізнення.

Поділивши чисельник і знаменник в (17) на T_0s , отримуємо передаточну функцію астатичного виконавчого механізму та фарбового апарата як інерційного об'єкта

$$W_0(z) = \frac{\frac{K}{T_0} z^{-1}}{s \left(s + \frac{1}{T_0} \right)} e^{-\alpha}. \quad (18)$$

Замінімо $\alpha = \frac{1}{T_0}$ і, скориставшись правилами z -

перетворення, запишемо передаточну функцію астатичного об'єкта в z -зображеннях:

$$W_0(z) = \frac{e^{-adT}}{(z - e^{-aT})(z - 1)}, \quad (19)$$

де $d = \frac{\tau}{T}$ — коефіцієнт (ціле додатне число), який показує відношення часу запізнення до часу періоду системи.

На основі (7), після підстановки передаточних функцій об'єкта (19) та пропорційно-інтегруючого на інтервалі регулятора (3), запишемо дискретну передаточну функцію замкнутої системи загальної подачі фарби з пропорційно-інтегруючим на інтервалі регулятором:

$$\Phi_0(z, m_0) = \frac{H_0(z) \sum_{m=0}^{m_0-1} G_n(z) \frac{e^{-adT}}{(z - e^{-adT})(z - 1)}}{1 + H_0(z) \sum_{m=0}^{m_0-1} G_n(z) \frac{e^{-adT}}{(z - e^{-adT})(z - 1)}}. \quad (20)$$

Таким чином, синтезована САК загальною подачею фарби друкарських машин з пропорційно-інтегруючим регулятором. Її можна реалізувати апаратно або програмно на ЕОМ відповідно до передаточної функції регулятора (16).

На основі наведеного розроблено алгоритм і програму моделювання САК подачею фарби з пропорційно-інтегруючим на інтервалі регулятором. Параметри налагодження регулятора підбирались у процесі моделювання на ЕОМ. Одержані графіки перехідних характеристик САК подачею фарби є близькими до оптимальних. Система мало чутлива до зміни параметрів об'єкта.

Як свідчать результати цифрового моделювання, пропорційно-інтегруючий на інтервалі регулятор може бути ефективним при автоматичному регулюванні загальної подачі фарби рулонних друкарських машин.

1. Куо Б. Теория и проектирование цифровых систем управления. М., 1986.
2. Паньків В.Ф. Пропорційно-інтегруючий на інтервалі регулятор //Тези доп. звітної наук.-техн. конф. 28–31 січня 1997 р. Львів: УАД, 1997. Вип. 3. С. 74.
3. Романенко В.Д. Методи автоматизації прогресивних технологій. К., 1995.

Стаття надійшла до редколегії 24.01.97