

### СИНТЕЗ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ

Спосіб пошуку екстремуму побудований на методі градієнта, але використовує запам'ятовуючий пристрій для визначення моменту зміни знаку приросту показника якості. Запам'ятовуючий пристрій (ЗП) підключається через вентиль до датчика, що вимірює поточне значення показника якості. Вентильний пристрій ввімкнено так, що на ЗП подаються лише додатні чи від'ємні прирости показника якості. Сигнал з виходу ЗП порівнюється з поточним значенням показника якості і ця різниця подається на вхід реверсуючого пристрою. Якщо система рухається до екстремуму, то різниця  $\varepsilon = \varphi_3 - \varphi(t)$  дорівнює нулю. Якщо система досягла екстремуму і продовжує рухатися в тому ж напрямку, то величина  $\varphi_3$  перестає змінюватись і з'являється різниця  $\varepsilon$  відмінна від нуля. При досягненні деякого кінцевого значення, рівного порогу спрацювання реверсуючого елемента, відбувається реверс і одночасно шунтування вентильного пристрою і скидання на нуль інтегратора похибки. При цьому  $\varphi_3$  стає рівним  $\varphi(t)$  в момент реверса. Завдяки такому технічному рішенню схеми відпадає необхідність у спеціальному генераторі пробних переміщень, що значно спрощує систему керування.

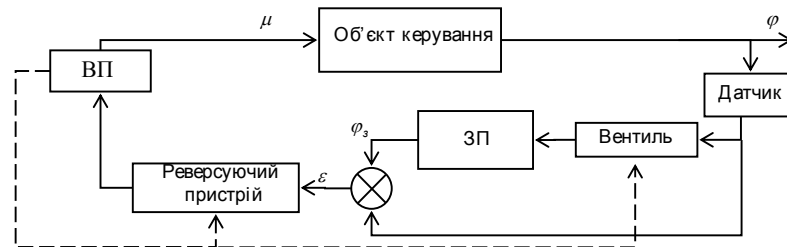


Рис. 1. Структурна схема екстремальної системи з запам'ятовуванням максимального (мінімального) значення показника якості

На рисунку 2, а зображено моделювання екстремальної системи керування з запам'ятовуванням мінімального показника якості у пакеті MATLAB/Simulink. Блок CompareToConstant1 перевіряє, чи є приріст критерію якості від'ємним чи додатним. Блок CompareToConstant3 моделює поріг спрацювання реверсуючого пристрою, на який подається різниця між поточним значенням та значенням, що зберігається в пам'яті.

Графік перехідного процесу представлений на рисунку 2, б. Як видно з результатів моделювання, вихідна величина, навколо якої відбуваються автоколивання, складає -2,86 одиниці.

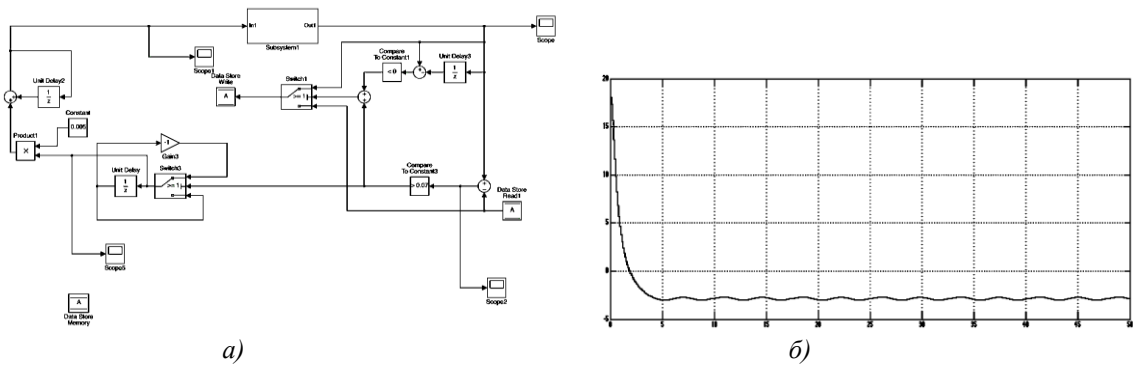


Рис. 2. Модель екстремальної системи з запам'ятовуванням мінімального значення показника якості (а) та перехідний процес системи (б)

Широку популярність отримав метод пошуку, що застосовувався в екстремальному регуляторі, фірми Вестингауз «Орсон» (Optimizing Process Control). З початкової точки 0 регулюючим впливам  $\mu_{10}$  і  $\mu_{20}$  надаються послідовно в часі ряд приростів  $\pm q_{1пр}$  та  $\pm q_{2пр}$ . В пам'яті регулятора запам'ятовуються значення показників якості в вихідній точці і всі значення показника якості, що відповідають усім можливим комбінаціям приростів регулюючих впливів  $\varphi(\mu_{10} + q_{1пр}; \mu_{20})$ ,  $\varphi(\mu_{10} - q_{1пр}; \mu_{20})$ ,  $\varphi(\mu_{10} + q_{1пр}; \mu_{20} + q_{2пр})$  тощо. Для випадку двох регулюючих впливів таких значень буде вісім, а для  $n$  регулюючих впливів таких значень буде:

$$K = 3^n - 1. \quad (1)$$

З усіх  $K$  можливих напрямків обирається той, який відповідає максимальному приросту показника якості  $\Delta\varphi_{0k}$ . В цьому напрямку робиться крок, пропорційний  $\Delta\varphi_{0k}$ . При цьому кожному регулюючому впливу  $\mu_1$  надається приріст, пропорційний  $\Delta\varphi_{0k}$  і залежно від знаку і величини пробного кроку для обраного напрямку:

$$q_{ipab} = \alpha |q_{ipr}| \Delta\varphi_{0k} \text{sign}(q_{ipr}). \quad (2)$$

Якщо для даного напрямку  $k$  приріст для першого регулюючого впливу буде дорівнювати нулю, то  $q_{ipab} = 0$ . У новому положенні вся процедура повторюється спочатку. Метод пошуку «Опкон» являє собою модифікацію методу градієнта. В цьому випадку визначається наближене значення напрямку градієнта з усіх  $K$  можливих напрямків. Метод «Опкон» отримав значне розповсюдження для об'єктів керування з порівняльно невеликою інерційністю.

На рисунку 3, а зображено моделювання екстремальної системи типу «Опкон» у MATLAB/Simulink.

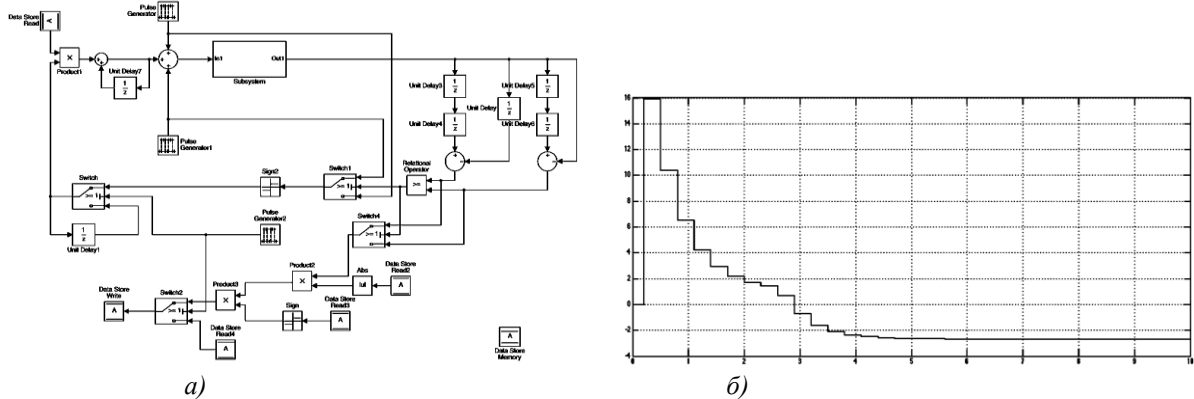


Рис. 3. Модель екстремальної системи типу «Опкон» (а) та перехідний процес системи (б)

Блоки Unit Delay виконують затримку сигналу на один такт. За допомогою блоків Unit Delay3-6 реалізовано зберігання критерію якості з різними варіантами керуючого впливу. Блок Relational Operator здійснює порівняння значень критерію якості при  $K$  можливих напрямках руху до екстремума. Блоки Data Store Read2-4, Abs, Product2-3, Sign, Switch2, DataStoreWrite реалізують обчислення нового значення  $q_{ipab}$ . За допомогою блоків PulseGenerator, PulseGenerator1 реалізовано послідовну зміну керуючого впливу  $\pm q_{ipr}$ . Графік перехідного процесу представлено на рисунку 3, б.

В результаті моделювання систем типу «Опкон» та системи з запам'ятовуванням мінімального значення критерію якості обидві системи досягли мінімуму і встановили навколо точки екстремуму автоколивання. Оскільки в обох випадках розглядалася одна й та сама модель об'єкта керування, обидві системи досягли майже однакового значення, а саме: система з запам'ятовуванням мінімального значення вийшла на величину -2,85 одиниці, а система типу «Опкон» – на величину -2,7. Час пошуку екстремуму для першого та другого методів складає приблизно 5 секунд, при цьому амплітуда автоколивань в системі з запам'ятовуванням мінімального значення критерію якості помітно більша, ніж в системі типу «Опкон».