

УДК 681.513.4

НОВИЙ АЛГОРИТМ ЕКСТРЕМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ

В. Мороз, О. Турич

Національний університет "Львівська політехніка"

вул. Ст. Бандери, 12, м. Львів, 79013, Україна. E-mail: vmoroz@lp.edu.ua, oleg.turych@gmail.com

Я. Марушак

Бидгоський технологічно-природничий університет

вул. Кордецького, 20, м. Бидгощ, 85225, Польща. E-mail: yamaru@mail.ru

Запропоновано новий алгоритм екстремального регулювання з використанням додатного зворотного зв'язку на основі твердження проф. О.Г. Івахненка. Виконано експериментальну перевірку даного твердження на комп'ютерній моделі тестового об'єкта. Проаналізовано положення точки статичної рівноваги у системах з додатним зворотним зв'язком. Для реалізації працездатного алгоритму екстремального керування запропоновано вимірювання статичного коефіцієнта підсилення системи у такій точці. Проведено перевірку запропонованої структури регулювання на комп'ютерній моделі.

Ключові слова: алгоритм керування, екстремальний регулятор, додатний зворотний зв'язок.

НОВЫЙ АЛГОРИТМ ЭКСТРЕМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ

В. Мороз, О. Турич

Национальный университет "Львовская политехника"

ул. Ст. Бандеры, 12, г. Львов, 79013, Украина. E-mail: vmoroz@lp.edu.ua, oleg.turych@gmail.com

Я. Марушак

Быдгощский технологично-естественный университет

ул. Кордецкого, 20, г. Быдгощ, 85225, Польша. E-mail: yamaru@mail.ru

Предложен новый алгоритм экстремального регулирования с использованием положительной обратной связи на основе предположений проф. А.Г. Ивахненко. Выполнена экспериментальная проверка данного предположения на компьютерной модели тестового объекта. Проанализировано положение точки статического равновесия в системах с положительной обратной связью. Для реализации работоспособного алгоритма экстремального управления предложено измерение статического коэффициента усиления системы в такой точке. Проведена проверка предложенной структуры регулирования на компьютерной модели.

Ключевые слова: алгоритм управления, положительная обратная связь, экстремальный регулятор.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Серед сучасних електромеханічних систем автоматизації існує широкий клас екстремальних систем. До них належать системи відбору максимальної потужності (MPP – *maximum power point*) сонячних батарей і вітрогенераторів, системи забезпечення максимальної потужності дуг установок електродугового нагріву тощо. Робочий режим таких систем забезпечується системами екстремального регулювання, які здійснюють пошук екстремуму, що відповідає точці максимальної потужності. Існуючі алгоритми екстремального регулювання мають низку недоліків [1], а тому актуальною є розробка нових методів досягнення екстремуму в реальному часі.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. За основу проведених досліджень взято твердження проф. О. Г. Івахненка [2], що системи зі самоорганізацією та екстремальні системи є системами з додатними зворотними зв'язками. Дане припущення перевірене шляхом комп'ютерного моделювання у середовищі Simulink-MATLAB. Модель тестового об'єкта (рис. 1) складається з динамічної ланки

$$\frac{1}{0,01s^2 + 0,11s + 1} \text{ та нелінійності } f(x) = \frac{10}{1 + (x - 3)^2}.$$

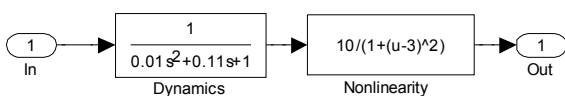


Рисунок 1 – Комп'ютерна модель тестового об'єкта

За наявності додатного зворотного зв'язку (рис. 2) така система знаходить точку статичної рівноваги $f(x) = x$, що лежить на спадаючій ділянці характеристики $f(x)$ і не збігається з точкою екстремуму.

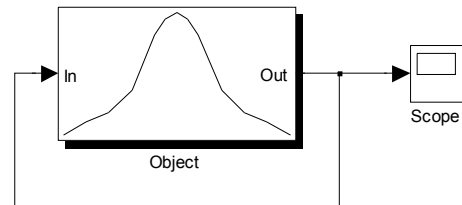


Рисунок 2 – Комп'ютерна модель системи з додатним зворотним зв'язком

У часі проведених досліджень виявлено, що положення точки рівноваги в системі з додатним зворотним зв'язком залежить від сумарного коефіцієнту підсилення K об'єкта і кола зворотного зв'язку $f(x) = Kx$ (рис. 3), при цьому його значення не повинно опускатися нижче критичного (одиниці).

Отже, для екстремального регулювання потрібно підібрати коефіцієнт додатного зворотного зв'язку таким чином, щоб забезпечити його критичну величину, тобто, щоб сумарний коефіцієнт підсилення системи дорівнював одиниці в точці екстремуму. Відповідно, для забезпечення перебування системи з додатним зворотним зв'язком у точці екстремуму величина коефіцієнту зворотного зв'язку повинна дорівнювати $k_f = 1/K_e$, де $K_e = f(x_e)/x_e$ – статичний коефіцієнт підсилення системи в точці екстремуму, x_e – значення аргументу в точці екстремуму.

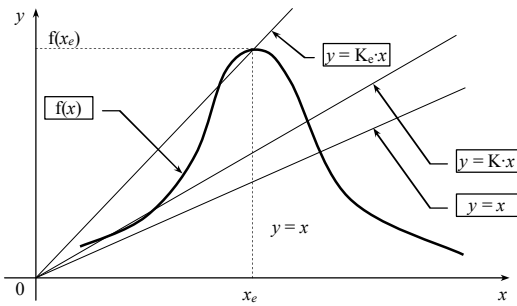


Рисунок 3 – Графічна інтерпретація статичної рівноваги системи з додатним зворотним зв'язком

Здійснення такої системи можливе у випадку вимірювання в усталеному режимі вхідного X і вихідного Y сигналів і розрахунку на основі їх значень величини статичного коефіцієнту підсилення об'єкта K і оберненої до нього величини $1/K$ (функціональна схема комп'ютерної моделі такої системи показана на рис. 4).

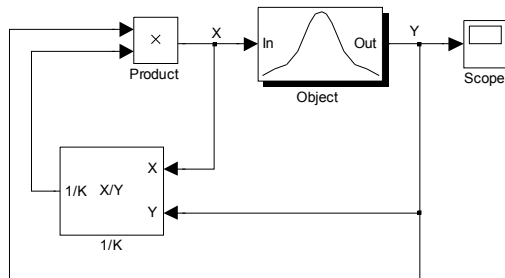


Рисунок 4 – Комп'ютерна модель екстремальної системи за пропонуванним алгоритмом

Як показали дослідження, основною особливістю систем з критичним додатним зворотним зв'язком є їх внутрішня властивість в усталеному режимі перебувати в точці екстремуму. Внаслідок цього відпадає потреба спеціальної реалізації методів пошуку точки екстремуму – така система автоматично її знаходить.

Експерименти на комп'ютерній моделі показали, що процес знаходження екстремуму прискорюється

у випадку наявності збурення в системі (наприклад, невеликого синусоїдного сигналу). У випадку, якщо система перебуває в положенні рівноваги на спадній ділянці характеристики $f(x)$ (рис. 3), такі збурення виводять її з цього положення й прискорюють рух до точки екстремуму. Такий процес знаходження точки екстремуму показано на рис. 5.

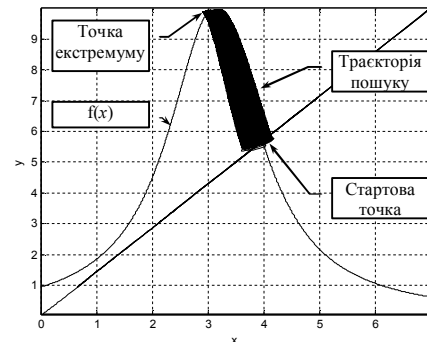


Рисунок 5 – Траєкторія пошуку екстремуму комп'ютерної моделі екстремальної системи за пропонуванним алгоритмом

Проведені дослідження продемонстрували, що збільшення амплітуди зовнішніх збурень дає змогу прискорити вихід пропонованої екстремальної системи з положення рівноваги на точку екстремуму.

ВИСНОВКИ. Використання пропонованого алгоритму дає змогу забезпечити просту апаратну й програмну реалізацію цифрових систем екстремального регулювання. Ефективність алгоритму є предметом подальших досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Comparison of Photovoltaic Array Maximum Power Point Tracking Techniques / T. ESRAM, P.L. Chapman. – IEEE Transactions on Energy Conversion. – 2007. – Iss. 22. – № 2.
2. Ивахненко А.Г. Самообучающиеся системы с положительными обратными связями: справочное пособие. – К.: Наука, 1963. – 328 с.

THE NEW ALGORITHM OF THE EXTREMAL CONTROL

V. Moroz, O. Turych

Lviv Polytechnic National University

vul. St. Bandery, 12, L'viv, 79013, Ukraine. E-mail: vmoroz@lp.edu.ua, oleg.turych@gmail.com

Ya. Marushchak

University of Technology and Life Sciences in Bydgoszcz

vul. Ks. Kordeckiego, 20, Bydgoszcz, 85-225, Poland. E-mail: yamaru@mail.ru

The new extremal control algorithm based on the positive feedback was proposed based on Prof. O. Ivahnenko idea. This idea was verified using computer simulation within testing object model. Static balance position was analyzed for positive feedback systems. The measuring of the static gain in that position was proposed for extremal control algorithm realization. Proposed controller structure was tested on computer model.

Key words: control algorithm, extremal control, positive feedback.

REFERENCES

1. Comparison of Photovoltaic Array Maximum Power Point Tracking Techniques / T. ESRAM, P.L. Chapman. – IEEE Transactions on Energy Conversion. – 2007. – Iss. 22. – № 2.
2. Ivahnenko A.G. Self-studying systems with positive feedbacks: Handbook. – K.: Nauka, 1963. – 328 p. [in Russian]

Стаття надійшла 12.06.2012.
Рекомендовано до друку
к.т.н., доц. Старостіним С.С.