

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЗА РАХУНОК ВИСОКОТОЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ ПРИ НЕЛІНІЙНІЙ ФУНКЦІЇ ПЕРЕТВОРЕННЯ СЕНСОРА

Корогод Г.О. – к.т.н., доц., korogod.go@knutd.edu.ua
Київський національний університет технологій та дизайну

Метою роботи є підвищення енергоефективності шляхом підвищення точності вимірювання виробничих процесів.

На виробництві, для підтримки і оптимізації енергоефективності, високоточні вимірювання відіграють головну роль, оскільки дозволяють отримати достовірну інформацію від систем автоматичного управління (САУ). Першим елементом, який отримує сигнал від об'єкта керування в САУ є датчики. Тому, від точності вимірювання датчика буде залежати і точність подальшого вимірювання. Неточні ж вимірювання можуть призвести до браку продукції або до неефективної експлуатації обладнання та зниженню енергозбереженню. Наприклад, якщо при високотемпературних вимірювань показання датчика температури будуть недостовірними, то система може перевитрачати енергію на нагрівання чи охолодження. Таким чином, контроль параметрів як технологічного процесу, так і вимірювальних приладів дозволить мінімізувати відхилення від встановлених граничних норм.

При вирішенні задачі по підвищенню точності вимірювання та забезпечення контролю за станом вимірювальної системи добре себе зарекомендували методи надлишкових вимірювань (МНВ) [1]. МНВ забезпечують вимірювання з високою точністю та достовірністю при функції перетворення (ФП) сенсора, що має як лінійний, так і нелінійний вид, без додаткових заходів по її лінеаризації. Крім того, суттєвою перевагою МНВ є те, що вони забезпечують безпосереднє визначення параметрів функції перетворення. Надлишкові методи засновані на виконанні більшої кількості (додаткових) тактів вимірювання, ніж мінімально необхідної для визначення шуканої величини або величин. Причому, кількість додаткових тактів повинна бути більшою за кількість невідомих параметрів ФП сенсора. При формуванні додаткових тактів використовують джерела з нормованими характеристиками. Продемонструємо застосування МНВ на прикладі сенсора з квадратичною ФП:

$$y'_H = S'_H x_i^2 + S'_I x_i + \Delta y' \quad (1)$$

де x_i – вимірювальна величина;

y'_i – вихідний сигнал сенсора;

S'_H та S'_l – нелінійна та лінійна складові ФП, які змінюються з часом під впливом зовнішніх факторів;

$\Delta y'$ – зміщення ФП (дрейф нуля).

Оскільки квадратична ФП сенсора (1) крім вимірювальної величини x_i має 3 нестабільні параметри ФП, то для формування надлишковості потрібно сформулювати 4 додаткові такти вимірювань нормованих за значенням величин x_1 , $2x_1$ та їх комбінації з вимірювальною величиною x_i :

$$\begin{cases} y'_1 = S'_H x_i^2 + S'_l x_i + \Delta y'; \\ y'_2 = S'_H x_1^2 + S'_l x_1 + \Delta y'; \\ y'_3 = S'_H (2x_1)^2 + S'_l 2x_1 + \Delta y'; \\ y'_4 = S'_H (x_i + x_1)^2 + S'_l (x_i + x_1) + \Delta y'; \\ y'_5 = \Delta y'; \end{cases} \quad (2)$$

В результаті рішення системи (2) було отримано рівняння надлишкових вимірювань:

$$x_i = \frac{3x_1(y'_4 - y'_1 - y'_2 + y'_5)}{2(y'_3 - 2y'_1)}. \quad (3)$$

Висновок. Як видно з рівняння (3), отриманий результат x_i не залежить від параметрів ФП та їх відхилень від номінальних значень під впливом зовнішніх факторів. Крім того, в результаті виразу (3) отримується значення, яке приведене до входу, що дає змогу напряму використовувати сенсори з квадратичною ФП без застосування додаткових заходів по її лінеаризації чим сприяють зниженню енергозатрат на додаткове устаткування і обробку сигналів. Таким чином, застосування МНВ в цілому сприяє зниженню енергозатрат за рахунок підвищенню точності вимірювання і отримання достовірної інформації.

Список використаних джерел:

1. Shcherban', V., Korohod, H., Kolysko, O., Kyrychenko, A., Shcherban', Y., & Shchutka, G. (2024). Determining features in the application of redundancy for the thermistor cubic transformation function using computer simulation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(5 (127)), 33–40. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.297619>.