

ВИМІРЮВАННЯ КУТОВОГО ПОЛОЖЕННЯ ВАЛУ ДВИГУНА НА ОСНОВІ ІНФОРМАЦІЇ ВІД РЕЗОЛЬВЕРА

Зайченко Ю.М., асистент, Ісип М.О., студент

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу

Вступ. Сучасні електромеханічні системи керування рухом мають високий рівень вимог до показників якості регулювання механічних координат. Такі механізми як 3D принтери, верстати з числовим програмним керуванням, слідкуючі системи вимагають вимірювання переміщень із заданою точністю. Для забезпечення високої точності вимірювань кутового положення валу двигунів застосовуються резольвери (sin/cos давачі), які мають ряд переваг порівняно із інкрементальними енкодерами [1].

Для обробки сигналів резольвера існує ряд апаратних та програмних підходів, зокрема в [2] запропоновано спосіб отримання інформації про швидкість та положення на основі перетворення сигналів резольвера із синусоїдної форми в квадратурну.

В [3] представлено підхід до вимірювання кутового положення валу двигуна на основі сигналу, отриманого від резольвера, який реалізований у вигляді бібліотечної функції для сімейства мікроконтролерів NXP з ядром ARM Cortex M4.

Мета роботи. Здійснити математичне моделювання алгоритму вимірювання кутового положення, запропонованого в [3] та проаналізувати його властивості.

Матеріали дослідження. Вимірювання кутового положення валу двигуна базується на основі спостерігача, структурна схема якого зображена на рис. 1, де θ – дійсний кут обертання (рад), $\sin(\theta)$, $\cos(\theta)$ – сигнали резольвера, $\hat{\theta}$ – оцінене кутове переміщення, k_1 k_2 – коефіцієнти спостерігача переміщення.

Аналіз способу вимірювання кутового положення, описаного такою структурною схемою, зручно виконати моделюванням Simulink моделі в програмному середовищі Matlab.

Входи дослідженої системи реалізовано у вигляді двох синусоїд – синус і косинус кута повороту. Амплітуда вхідних сигналів дорівнює 5 В, початкова фаза – $\varphi_0 = 9,5$ рад, кутова швидкість $\omega = 200\pi$ рад/с, що відповідає частоті обертання валу 100 Гц. Оскільки реальні сигнали вимірювання можуть містити шум, викликаний умовами експлуатації, то на вхідні сигнали накладено створені в окремій підсистемі високочастотні завади, представлені сумою двох синусоїд амплітудою по 0,5 В та частотою $\omega_1 = 31416$ рад/с і $\omega_2 = 47124$ рад/с.

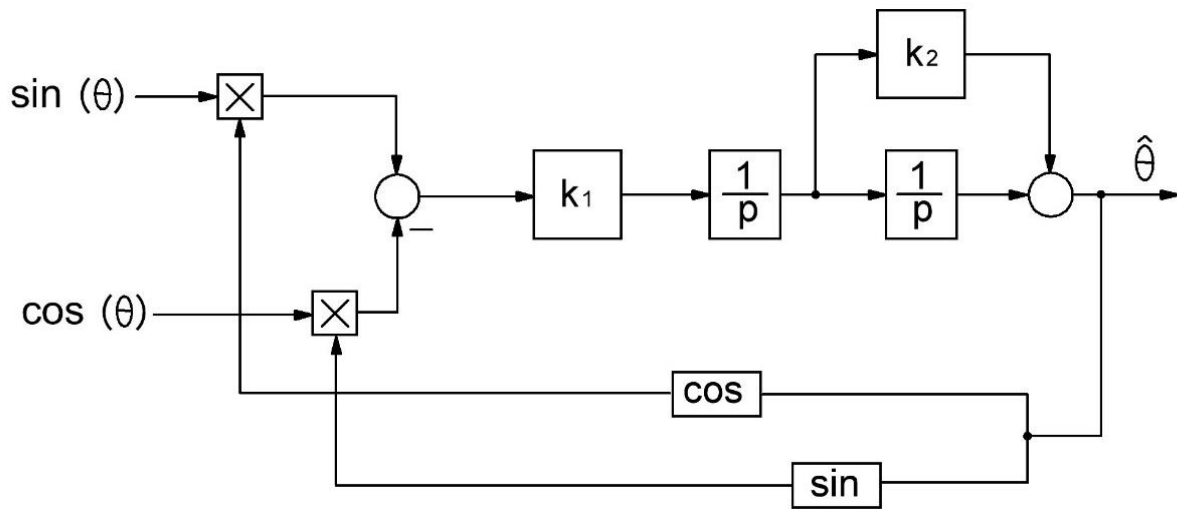


Рисунок 1 – Структурна схема системи вимірювання за допомогою резольвера

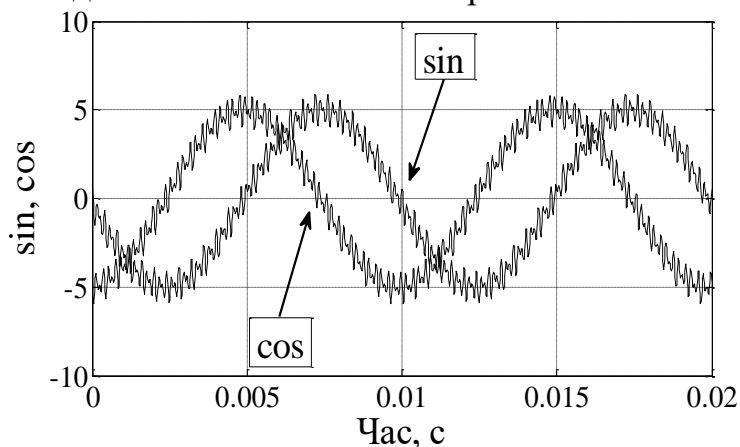
Спостерігач базується на основі тригонометричної формули (1), що пов'язує реальний кут повороту валу θ та оцінений кут $\hat{\theta}$.

$$\sin(\theta - \hat{\theta}) = \sin(\theta) \cdot \cos(\hat{\theta}) - \cos(\theta) \cdot \sin(\hat{\theta}) \quad (1)$$

Результати моделювання, здійсненого в програмному середовищі Matlab, представлено на рис.2, де зображено два графіки. Перший графік на рис.2 (а) зображує зашумленні вхідні сигнали системи вимірювання кутового положення, отримані від резольвера. На рис. 2 (б) показано оцінене значення кутового положення, яке становить 40π рад, що відповідає умовам досліду та часу моделювання. Окрім того, наявні в умовах тесту завади не спотворюють результати вимірювання, що свідчить про високий рівень завадозахищеності запропонованого алгоритму.

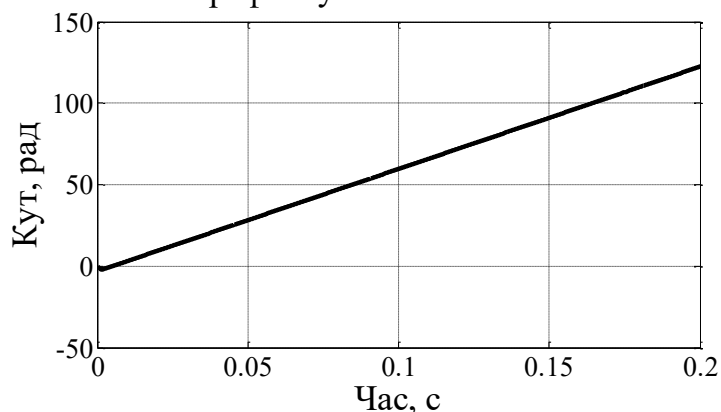
Представлений підхід є ефективним у системах, де необхідним є вимірювання лише кутового положення. Проте варто відзначити, що перевага даного алгоритму полягає в тому, що для його реалізації достатньо наявності лише модуля аналогово-цифрового перетворювача, що потенційно дає змогу зменшити вимоги до керуючого мікроконтролера.

Вхідні сигнали системи вимірювання положення



а)

Графік кутового положення



б)

Рисунок 2 – Результати моделювання, де а) – вхідні сигнали системи; б) – виміряне значення кутового положення.

Висновки. В статті представлено результати математичного моделювання алгоритму оцінювання кутового положення за допомогою \sin/\cos давача, який забезпечує вимірювання кутового переміщення валу двигуна, має властивості заводо захищеності і не вимагає від керуючого контролера наявності спеціалізованого модулю обробки квадратурних імпульсів енкодера (quadrature encoder pulses – QEP). Питання одночасного вимірювання кутового положення та швидкості на базі запропонованого підходу вимагає проведення подальшого дослідження.

Перелік посилань

1. Robert M. Hyatt, Jr. And David Dayton. Synchro/Resolver Displacement Sensor / John G. Webster // The Measurement Instrumentation and Sensors Handbook. – 1999. – Vol. 6.1. – P. 128-141.
2. Ковбаса С.М. Прецизійне вимірювання кутового положення на цифрових сигнальних процесорах на основі інформації від \sin/\cos датчика / Ковбаса С.М., Муравинець Ю.С. // Збірник праць конференції «СПЕА 2013». – 2013.
3. NXP, document number CM4AMCLIBUG//AMCLIB User`s Guide, November 2016.