

АНАЛІЗ ПОХИБОК ВИМІРЮВАЛЬНОГО КАНАЛУ КУТОВОЇ ШВИДКОСТІ

Виконаємо аналіз похибки вимірювального каналу для системи вимірювання кутової швидкості, що складається з датчика кутової швидкості серії ERN1020 і мікроконтролера ATmega8 від компанії Atmel.

Число періодів вихідного сигналу датчика кутової швидкості ERN1020 дорівнює 2500 за один оберт. Плата дозволяє підключати живлення датчика кутової швидкості безпосередньо та складає +5 В. Вихідний сигнал з датчика подається на вхід мікроконтролера, тактова частота якого складає 16 МГц, що дозволяє проводити вимірювання кутової швидкості з великою точністю у динамічному режимі.

Рівняння перетворення має вигляд

$$N_F = \frac{2\pi \cdot f_0}{\omega_x(t) \cdot z'} \quad (1)$$

де z – роздільна здатність енкодера.

Похибка квантування

$$\delta_k = \frac{1}{N_F} \cdot 100\% = \frac{\omega_x(t) \cdot z}{2\pi \cdot f_0} \cdot 100\% \quad (2)$$

де f_0 – частота імпульсів квантування;

Максимальна ємність бінарного лічильника мікроконтролера

$$N_{\max} = 2^{n+1} - 1 \quad (3)$$

де n – розрядність лічильника.

Враховуючи рівняння (7.3) та (7.1), визначаємо нижню межу вимірювання:

$$\omega_{x\min} = \frac{2\pi \cdot f_0}{N_{\max}(t) \cdot z} \quad (4)$$

Верхня межа вимірювання $\omega_{x\max}$ для частотоміра миттєвих значень визначається із рівняння похибки квантування:

$$\omega_{x\min} = \frac{2\pi \cdot \delta_\omega \cdot f_0}{100\% \cdot z} \quad (5)$$

де δ_ω – нормоване значення похибки квантування.

Задаючись величиною $\delta_\omega = 0,2\%$, отримуємо:

$$\omega_{x\min} = \frac{2\pi \cdot 16 \cdot 10^{16}}{(2^{16+1} - 1) \cdot 2500} = 0,306(\text{рад}/\text{с})$$

$$\omega_{x\min} = \frac{2\pi \cdot 0,2 \cdot 16 \cdot 10^{16}}{100 \cdot 2500} = 80,38(\text{рад}/\text{с})$$

Отримані значення задовольняють умовам для вимірювання кутової швидкості у діапазоні 1 – 80 рад/с.

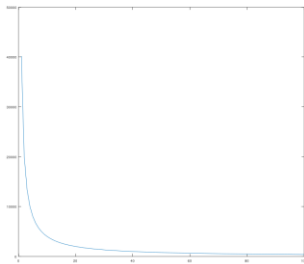


Рис. 1. Статична характеристика приладу

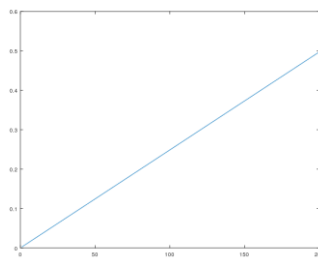


Рис. 2. Залежність похибки квантування від вихідної величини

За нормоване значення візьмемо різницю між верхній і нижній межею вимірювання. Підставивши значення отримуємо відповідно наступне значення абсолютної похибки:

$$\Delta = \frac{0,5 \cdot 79}{100\%} = 0,36(\text{рад}/\text{с})$$

На рис. 1 показано розраховану залежність N_F , а на рис. 2 – похибку квантування δ_k . З рис. 7.3 видно, що значення похибки квантування при $\omega = 16$ МГц та $z = 2500$ не перевищує 0,5 % на всьому діапазоні вимірювання кутової швидкості від 1 до 80 рад/с.

Список використаних джерел

- 1.Інтелектуальні оптоелектронні сенсори кута: схематехнічні та алгоритмічні методи синтезу [Монографія] М.І. Паламар, А. В. Чайковський; ТНТУ ім. І. Пулюя. – Тернопіль, 2015 – 144 с.
- 2.Hall-effect sensors: theory and applications [Tutorial] Ramsden, Edward; Elsevier – USA, 2006 – 272 p.
- 3.Метрологічне забезпечення тахометричних вимірювальних перетворювачів: монографія / Поджаренко В.О., Севастьянов В.М., Осадчий В.П.- Вінниця : ВНТУ, 2009. – 148 с.