

## АНАЛІЗ ПОХИБОК ЦИФРОВОГО ВОЛЬТМЕТРА

Зараз широко використовуються цифрові вимірювальні засоби, які мають багато переваг перед аналоговими приладами – точність і роздільна здатність широкого діапазону вимірювань, представлення результатів у цифровому форматі вимірювань.

Для цифрових вольтметрів найважливішою характеристикою є точність вимірювання напруги, що включає в себе комплекс характеристик, які кількісно виражаються різними похибками. Слід відрізнити похибку результату вимірювання від похибки самого приладу. Похибка результату вимірювань включає в себе динамічні та статичні складові, причому перші залежать не лише від властивостей приладу, але і від поведінки досліджуваного сигналу у часі. Таким чином, похибка результату може бути більше похибок приладу за рахунок динамічних складових.

Виконаємо аналіз похибок цифрового вольтметра. Похибка дискретності перетворювача напруги в код пов'язана з перетворенням безперервної величини у дискретну. Максимальне значення абсолютної похибки дискретності визначається за формулою:

$$\Delta_d = \pm \frac{s}{2f_0}, \quad \Delta_d = \pm 0,5q$$

де  $q$  – абсолютна похибка.

Тоді  $q = 2\Delta_d$ . Відносно  $\delta_d$  та наведена  $\gamma_d$  похибки дискретності відповідно визначаються за формулами:

$$\delta_d = \frac{\Delta_d}{N_a}; \quad \delta_{d\max} = \pm \frac{1}{2 \cdot N};$$
$$\gamma_d = \frac{\Delta_d}{N_{\max a}}; \quad \gamma_d = \pm \frac{1}{2N_{\text{ном}}}$$

Розрахуємо відносну похибку вольтметра за формулою:

$$\delta = \pm(\delta_n + \delta_0 + \delta_k + \delta_d),$$

де  $\delta_n$  – відносна похибка, обумовлена нелінійністю ГЛЗН і нестабільністю крутості у часі;  $\delta_0$  – відносна похибка, обумовлена нестабільністю генератора  $G$ ;  $\delta_k$  – відносна похибка вхідного пристрою;  $\delta_d$  – відносна похибка дискретності.

Розрахуємо значення  $\delta_d$ :  $\delta_d = \delta'_n + \delta_s$ ,  $\delta_n = Y \cdot \delta_s$ ,

де  $Y$  – коефіцієнт, що залежить від типу ГЛЗН та способу узгодження ідеальної та реальної кривих  $U_x$ ;  $\delta_s$  – відносна похибка;  $\delta'_n$  – відносна похибка.

Розрахуємо відносну похибку дискретності  $\delta_d = \frac{1}{N}$ .

Проведемо чисельні розрахунки:

$$\delta'_n = 0,45 \cdot 1,5 \cdot 10^{-5} = 6,75 \cdot 10^{-6};$$
$$\delta_n = 6,75 \cdot 10^{-6} + 1,5 \cdot 10^{-5} = 2,175 \cdot 10^{-5};$$
$$\delta_d = \frac{1}{12} = 0,083$$

Цифрові вольтметри також мають інструментальні похибки, що виникають при нелінійності напруги  $U_x$  на робочій ділянці; часовій і температурній нестабільності частоти опорного генератора і крутості лінійної характеристики. Такі нестабільності створюють мультиплікативну похибку.

Задаємося границями шкали вимірювання цифрового вольтметра:

$$(d;c); (0,5;5); \delta_n = \delta_m \leq \frac{c-d}{100}.$$

Також мають місце джерела адитивної похибки перетворювача напруги в код: зміщення нульового рівня напруги  $U_x$ ; ненульова (кінцева) зона невизначеності ПП; затримки початку робочої ділянки та фронтів сигналів.

В цілому відносна інструментальна похибка при  $N = N_{\text{ном}}$  може знаходитись на рівні десятих-сотих часток відсотка, тому звичайно  $N_{\text{ном}}$  не перевищує  $10^4$ .

### Список використаних джерел

1. Основи метрології та електричних вимірювань [Електронне видання]: навч. посіб. / Д.Л. Лавренова, В.М. Хлистов. – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 123 с.
2. Метрологія та вимірювальна техніка: Підручник для вузів / Є. Поліщук, М. Дорожовець, В. Яцук, В. Ванько, Т. Бойко. За ред. професора Є.Поліщука. — Львів: Бескид Біт, 2003. — 544 с.
3. Основи метрології та вимірювальної техніки: Підручник: У 2 т./ М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник, В. Василюк, Р. Борек, А. Ковальчик; За ред. Б. Стадника. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2005. – Т. 2. Вимірювальна техніка. – 656 с.