Кафедра БІ та Т
Біомедична інженерія
Телекомунікації та радіотехніка

Метрологія, стандартизація та підтвердження відповідності електронної апаратури

Обробка результатів вимірювань. Загальні положення

Загальні положення

Обов’язкові компоненти будь-якого вимірювання:

1) фізична величина, значення якої потрібно виміряти;
2) одиниця фізичної величини;
3) метод вимірювання;
4) умови вимірювання;
5) засіб вимірювання;
6) спостерігач, який виконує вимірювання (ЕОМ при автоматизації вимірювань);
7) результат вимірювання.

Похибка вимірювання та

похибка засобу вимірювань –

це не одне і те ж саме!

Загальні положення

Як і будь-яке інше експериментальне дослідження, вимірювання має певні стадії організації та виконання:

- формулювання мети;
- складання програми експерименту, методична та матеріальна підготовка експерименту;
- проведення експерименту;
- опрацювання результатів вимірювань та оцінювання похибки вимірювань;
- аналіз отриманих результатів та формулювання оцінки проведених вимірювань.

У цілому вимірювання фізичних величин є багатоетапним процесом, що поєднує як саму процедуру вимірювань з її типовими вимірювальними операціями, так і ряд підготовчих та заключних процедур, які необхідно виконати до та після самих вимірювань.

Загальні положення

Процес вимірювання можна розділити на три етапи:

1) підготовка та планування вимірювань;

2) виконання вимірювань;

3) опрацювання та аналіз отриманих даних.

Загальні положення

Обов’язкові компоненти будь-якого вимірювання:

1) фізична величина, значення якої потрібно виміряти;
2) одиниця фізичної величини;
3) метод вимірювання;
4) умови вимірювання;
5) засіб вимірювання;
6) спостерігач, який виконує вимірювання (ЕОМ при автоматизації вимірювань);
7) результат вимірювання.

Підготовка та планування вимірювань

Основними питаннями, які потрібно вирішити на етапі підготовки та планування вимірювань, є:

1) модель досліджуваного об'єкта, наприклад, під час вимірювання змінного струму здебільшого приймається його гармонічна модель, а у випадку несинусоїдальних струмів модель ускладнюється вищими гармонічними складовими, постійною складовою;

2) вимірювані параметри моделі, наприклад, для синусоїдного струму необхідно знати, який із параметрів вимірюватиметься: ефективне значення струму, амплітудне чи інший параметр;

3) мета вимірювання, яка встановлює потрібну точність вимірювань та значною мірою впливає на вибір моделі вимірюваної величини;

4) залежності між величинами, значення яких необхідно визначити за безпосередньо вимірюваними величинами (при непрямих вимірюваннях);

6) умови вимірювань та впливні фактори;

Підготовка та планування вимірювань

7) допустимі похибки вимірювань, а при непрямих вимірюваннях – допустимі похибки вимірювань кожної із безпосередньо вимірюваних величин;

8) необхідні методи вимірювань окремих величин;

9) потрібні засоби вимірювальної техніки, їхні метрологічні характеристики;

10) способи корекції похибок вимірювань;

11) форма подання результатів вимірювань;

12) необхідні алгоритми та засоби опрацювання експериментальних даних та їх достовірності;

13) необхідні затрати для виконання поставленого завдання;

14) економічна ефективність вимірювань.

Основні етапи обробки результатів вимірювань

Основні етапи обробки результатів вимірювань у загальному випадку такі:

1) попередній аналіз результатів спостережень (первинних вимірювань), їх систематизація, відкидання явно недостовірних результатів;

2) корекція впливу систематичних ефектів (вивчення умов вимірювань, розрахунок і внесення поправок);

3) аналіз впливу випадкових ефектів, перевірка гіпотез про їх розподіл, вибір найкращих оцінок шуканих величин;

4) оцінка характеристик точності числового алгоритму, його стійкості;

5) виконання розрахунків за обраним алгоритмом;

6) аналіз отриманих результатів;

7) подання результатів вимірювань та характеристик їх точності за відповідною формою.

Основні характеристики випадкових похибок

Типові (але далеко не єдині!) закони розподілу випадкових похибок:

- нормальний закон розподілу (розподіл за законом Гаусса):

$$p(x)=\frac{1}{\sigma_x\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{(x-m_x)^2}{2\sigma_x^2}}$$

- рівномірний закон:

$$p(x)=\begin{cases}\dfrac{1}{2x_m}, -x_m < x < x_m\\ 0, x < -x_m, x > x_m\end{cases}$$

$p(x)$ - щільність розподілу ймовірностей випадкової похибки;

m_x - математичне сподівання;

σ_x - середнє квадратичне відхилення.

Основні характеристики випадкових похибок

Неперервна величина

$$m_x = \int_{-\infty}^{\infty} p(x)dx$$

$$D_x = m_x\left[(x - m_x)^2\right] =$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} (x - m_x)^2 \, p(x)dx$$

Дискретна величина

$$m_x = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$$

$$D_x = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n} (x_i - m_x)^2$$

$\sigma_x = +\sqrt{D_x}$ - середнє квадратичне відхилення результату спостереження.

$\tilde{\sigma}_x = \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}$ - середнє квадратичне відхилення результату вимірювання.

$\Delta = t_\gamma(n, p)\tilde{\sigma}_x$ - абсолютна похибка результату вимірювання.

Довірчі межі невиключеної систематичної похибки результату вимірювань

У першому наближенні за межі складових невиключених систематичних похибок (НСП) можна прийняти межі основних і додаткових похибок засобу вимірювань (ЗВ). При підсумовуванні Δ_{c_i} НСП ЗВ кожного типу потрібно розглядати як випадкові.

За відсутності даних про вид розподілу цих випадкових величин їх розподіл можна вважати рівномірним.

За рівномірного розподілу Δ_{c_i} НСП (без урахування знака) можна розрахувати за виразом:

$$\Delta_{c_i} = K\sqrt{\sum_{i=1}^{n}\Delta_{c_i}^2},$$

де Δ_{c_i} - межі *i*-ї;невиключеної систематичної похибки;

K - коефіцієнт, який визначається довірчою імовірністю (значення береться з довідникових графіків, таблиць).