

АЛГОРИТМЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПЕРЕХОДНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АПЕРИОДИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Захаров И.П., Сергиенко М.П.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

(61166, Харьков, пр. Ленина, 14, кафедра метрологии

и измерительной техники, тел. (057) 702-13-31)

E-mail: zip@bi.com.ua

Questions of maintenance of the maximum precision surveyed at identification of the transition performances of not oscillatory measuring instruments by means of method Prony and a method of the moments. Features of these methods, boundaries of their applicability are shown, recommendations for increase of efficiency of measuring experiment are given.

Апериодические измерительные преобразователи получили широкое применение в технике измерения мощности СВЧ, температуры и др., и их метрологическое обеспечение является актуальной задачей в условиях необходимости увеличения точности результатов и снижения трудоемкости при проведении измерительного эксперимента.

Метрологическое обеспечение средств измерений предполагает определение одной из их полных динамических характеристик. При этом предпочтение отдается характеристике, которую можно измерить прямым методом, обеспечив при этом наименьшие искажения испытательного сигнала. Одной из таких характеристик является переходная характеристика (ПХ).

Для идентификации ПХ разработано большое количество алгоритмов, однако открытым остается вопрос, касающийся их точности и помехоустойчивости. В докладе рассматриваются два метода идентификации ПХ апериодических средств измерений, а именно, метод Прони и основанный на нем метод наименьших квадратов Прони [1, 2] и метод моментов [3].

ПХ апериодических средств измерений (СИ) при дискретном методе измерений в общем случае определяется выражением

$$h(j\Delta t) = \begin{cases} 0, & t < 0; \\ 1 - \sum_{i=1}^n A_i \exp\left(-\frac{j\Delta t}{\tau_i}\right), & t \geq 0, \end{cases}$$

где A_i - коэффициенты, выражаемые непосредственно через постоянные времени τ_i ;

Δt - период дискретизации.

Идентификация ПХ и для метода Прони и для метода моментов заключается в нахождении постоянных времени τ_i .

Погрешность идентификации ПХ апериодических СИ включает систематическую и случайную составляющие.

Систематическая составляющая определяется как разность между полученным в соответствии с алгоритмом значением постоянной времени и ее истинным значением. Она вызвана необходимостью ограничения времени измерения и количества дискретов. Для метода моментов эта составляющая погрешности также определяется используемой для расчетов формулой интегрирования.

Случайная составляющая погрешности идентификации ПХ апериодических СИ вызвана аддитивным шумом, присутствующим в испытательном сигнале, а также шумами квантования АЦП. Степень влияния аддитивного шума на результат измерения можно выявить, определив отношение приведенного среднеквадратического отклонения (СКО) постоянной времени $\tilde{\sigma}_{\tau_m} = \sigma_{\tau_m} / \tau_m$ к СКО аддитивного шума σ_C . СКО постоянных времени определяется в соответствии с законом распространения неопределенностей.

В докладе приводятся результаты исследования систематической и случайной составляющих погрешности идентификации ПХ апериодических СИ, моделируемых звеньями первого и второго порядка. Сделаны выводы о возможности и целесообразности применения этих методов в каждом конкретном случае. Даны рекомендации относительно выбора оптимального времени измерения, количества дискретов и формулы численного интегрирования (для метода моментов) в зависимости от соотношения между постоянными времени СИ. Полученные результаты позволяют уточнить границы применимости метода Прони и метода моментов, снизить погрешность определения постоянных времени, оптимизировать процесс подготовки и проведения измерительного эксперимента, а также обработки его результатов.

Список литературы

1. Марпл С. Л. (мл.) Цифровой спектральный анализ и его приложения/ Пер. с англ. О. И. Хабарова, Г. А. Сидоровой; Под ред. И. С. Рыжака. – М.: Мир, 1990. – 584 с.
2. Захаров И.П., Сергиенко М.П. Исследование погрешностей идентификации переходных характеристик апериодических измерительных преобразователей методом Прони// Радиотехника и информатика, 2004, № 1, С. 35 – 38.
3. Захаров И.П., Штефан Н.В. Идентификация динамических характеристик апериодических измерительных преобразователей мощности СВЧ// Радиотехника, 1997, вып. 104, С.47 – 55.