

ПРОГНОЗУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ ПРИ ЇХ ЗАСТОСУВАННІ У СКЛАДІ СИСТЕМ

Мірських Г. О., к.т.н., доцент

*Національний університет біоресурсів і природокористування України
м. Київ, Україна*

При застосуванні компонентів в трактах реальних систем нерідко доводиться стикатися із ситуацією, за якої норми показників функціонування (ПФ) цих компонентів відрізняються (часто суттєво) від тих, що спостерігалися в процесі їх експериментального дослідження як окремих пристроїв. Серед причин такого відрізнення перш за все слід вказати на вплив *параметрів включення* (ПВ), під якими розумітимемо входні імпеданси тракту системи в перерізах підключення компонента з боку його входів/виходів. Вказані імпеданси зазвичай відрізняються від тих, що підключалися до компоненту під час вимірювання його ПФ в процесах проектування та виробництва. Останнє і призводить до викривлення ПФ компонента при його включенні у тракт системи. Ці викривлення неможливо виявити експериментально, адже вимірювання ПФ компонента можна здійснити тільки в трактах відповідних вимірювальних систем (зазвичай стандартизованих). Більше того, на стадії проектування (а часто, і на стадії виробництва) ПВ компонента в повному об'ємі не відомі, відповідна інформація зазвичай є неповною і неточною. За таких умов прогнозування ПФ компонента пропонується реалізувати в рамках деякого стохастичного процесу [1], який можна розділити на три етапи (процедури), а саме

- математичне моделювання компонента з урахуванням підключення до його входів/виходів довільних навантажень (довільних ПВ);
- розроблення стохастичної моделі ПВ;
- реалізація стохастичного процесу при забезпеченні достатнього рівня надійності отриманих результатів.

Завдання розроблення математичної моделі компонента з урахуванням ПВ має специфічний характер і залежить, перш за все, від виду компонента і природи перетворень енергії в ньому, які призводять до формування ПФ. Наприклад, для мікрохвильового пристрою такою моделлю може бути опис в термінах матриці розсіювання з урахуванням підключення до входів/виходів комплексних навантажень (див., наприклад, [2]).

Стохастична модель ПВ базується на відповідному аналізі структури тракту системи, а також на організаційних принципах розробки і застосування компонента. При цьому ПВ мають відображати такі параметри тракту, які можна виміряти. Наприклад, для мікрохвильового тракту доцільно прийняти модуль і фазу коефіцієнту відбиття в тих перерізах цього тракту, в яких передбачається підключення компонента.

Модель ПВ має визначати границі можливого змінення окремих складових ПВ та відповідні закони розподілення ймовірностей. Дослідження показують, що для реальних трактів найчастіше можна прийняти рівноймовірний або гіпергеометричний закон розподілення ймовірностей ПВ. При цьому рівноймовірний закон доцільно застосовувати при наявності надто обмеженої інформації щодо ПВ, а гіпергеометричний – при наявності в тракті компонентів, ПФ яких в процесі ладнання (і контролю) визначаються за принципом «не більше» або «не менше» заданої величини.

Наприклад, якщо компонента проектується як складова, застосування якої передбачається в різних трактах, то параметри ПВ проектувальнику виявляються невідомими. При цьому вимоги до ПВ доцільно сформулювати у вигляді обмежень, які накладаються на ці параметри для попередження неприпустимого викривлення ПФ компонента. Так якщо ПВ на кожному вході/виході компонента описуються двома складовими, які утворюють вектори **A** і **B**, а також відомо, що збільшення координат вектора **A** призводить до монотонного погіршення ПФ компонента при всіх можливих у даній ситуації значеннях координат вектора **B**, то відповідні застереження можна сформулювати як: *ПФ компонента задовольнятимуть вказаним у документації нормам при його включенні до тракту, в якому до входів/виходів компонента підключаються навантаження, величина параметрів **A**, яких не перевищує величини $A_{\text{макс}}$, при довільних величинах параметрів **B***. Тобто для значень координат вектора **A** слід прийняти найпростіше розподілення (ε -розподілення [3]), а для значень координат вектора **B** - прямокутне (рівномірне) розподілення ймовірностей у всьому діапазоні можливого змінення вказаних координат.

В конкретних випадках наведені вимоги приймають простий і зрозумілий спеціалістам відповідного профілю вигляд. Наприклад в мікрохвильовому діапазоні вони формулюватимуться як: *ПФ компонента задовольнятимуть вказаним у документації нормам при його включенні до тракту, в якому на входах/виходах компонента модуль коефіцієнта відбиття не перевищуватиме величини $\Gamma_{\text{макс}}$ (або відповідної величини модулю імпедансу, або коефіцієнту стоячої хвилі), при довільних величинах фази*.

Така модель ПВ разом з відповідною моделлю компонента дозволяє розробникам цього компонента вже на ранніх стадіях проектування прогнозувати можливі викривлення ПФ цього компонента, своєчасно інформувати про це потенційних споживачів цього компонента і, за необхідністю, вводити до конструкції компонента необхідні корективи. З іншого боку, наявність вказаних вимог до тракту, де може застосовуватися відповідна компонента, забезпечує (і також на ранніх стадіях проектування) її споживачів (проектувальників відповідних систем) вказівками щодо умов нормального функціонування передбачуваного до застосування компонента. Моделі ПВ

можуть бути різноманітнішими, однак за будь-яких умов ці моделі за результатами реалізації відповідного стохастичного процесу мають надавати максимальну інформацію щодо прогнозування розробниками як компонента, так і системи допустимих викривлень відповідних показників функціонування. З урахуванням наведених даних безпосередня реалізація відповідного стохастичного процесу та обчислення відповідних довірчих інтервалів для отриманих даних [3] не викликає труднощів.

Зазначимо, що наведені принципи дозволяють розробити алгоритми, спрямовані на встановлення похибки вимірювання, яка пов'язана з наявністю неузгодженості виходу вимірюваного обладнання зі входом елементів, параметри яких вимірюються.

Перелік посилань

1. Лебедь Б. М. Статистический анализ затухания полосовых фильтров при произвольных нагрузках // Б. М. Лебедь, Г. А. Мирских, В. А. Лаврович. Электронная техника. Серия 1 – Электроника СВЧ. Вып. 4, - 1982.- с. 16 – 18.
2. Marks R. B., Williams D. F. A General Waveguide Circuit Theory // J. Res. Natl. Inst. Stan., Vol. 97, 1992, pp. 533–62.
3. Вентцель Е. С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров / М.: Высшая школа, 2000. 480 с.

Анотація

Для прогнозування викривлення показників функціонування компонентів при їх включенні в тракти реальних систем пропонується застосувати стохастичний процес, в якому параметри навантажень, що виявляються підключеними до входів/виходів компонента в тракті, подаються як відповідним чином розподілені випадкові величини. Показано, що оброблення результатів реалізації вказаного процесу дозволяє на ранніх стадіях проектування прогнозувати показники функціонування компонентів в трактах систем.

Ключові слова: проектування, усталеність показників функціонування, тракти систем.

Аннотация

Для прогнозирования искажений показателей функционирования компонентов при их включении в тракты реальных систем предлагается использовать стохастический процесс, при котором параметры нагрузок, которые оказываются подключенными к входам/выходам компонента в тракте, представляются как соответствующим образом распределённые случайные величины. Показано, что обработка результатов реализации указанного процесса позволяет на ранних стадиях проектирования прогнозировать показатели функционирования компонентов в трактах систем.

Ключевые слова: проектирование, устойчивость показателей функционирования, тракты систем.

Abstract

For predictions of distortions in the performance of components when they are included in the tracts of real systems, it is proposed to use a stochastic process in which the parameters of the loads that are connected to the inputs/outputs of the component in the path are represented as appropriately distributed random variables. It is shown that the processing of the results of the implementation of this process makes it possible to predict the performance of components in system paths in the early stages of design.

Keywords: design, stability of performance indicators, tract systems