

УДК 621.396.6

ФУНКЦИОНАЛЬНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ В ФОРМАТЕ «НАИХУДШИЙ СЛУЧАЙ»

© Сахарчук В.В., Ильин Е.А., Печаткин А.В.

e-mail: slavochcagood@mail.ru

*Рыбинский государственный авиационный технический университет
имени П.А. Соловьёва, г. Рыбинск, Российская Федерация*

Анализ практики проектирования и производства радиоэлектронного оборудования (РЭО) на серийных предприятиях показывает, что независимо от уровня и объёма проработки электронных цепей и опыта проектировщиков большинство проблем, связанных с воспроизводимостью характеристик и параметров изделий, возникает именно на ранних этапах. Это связано с тем, что в процессе разработки и изготовления занят значительный коллектив различных специалистов, отличающихся уровнем и направленностью знаний в конкретных прикладных областях.

Для эффективного решения возникающих вопросов крайне важна оперативная межфазовая коммуникация и наличие единого информационного пространства, одним из основных элементов которого может служить многоуровневый поведенческий сценарий вариативного моделирования. Такой сценарий позволяет оперативно вносить изменения в процесс проектирования и аккумулировать решения с целью последовательной коррекции параметров качества электронного изделий с учётом известных и вероятных отклонений параметров компонентов и технологических процессов уже на стадии виртуальных испытаний [1].

Для оценки влияния указанных отклонений на функциональные показатели проектируемого РЭО используются вероятностные имитационные модели. Например, номинал пассивного электронного в схемотехнических САПР может задаваться двумя основными видами имитационных отклонений [2]:

- коррелированным (абсолютным) значением LOT (lottery);
- независимым (относительным) значением DEV (deviation).

Для каждого варианта расчёта по методу Монте-Карло значения варьируемых параметров ЭРЭ будут взяты из предварительно сгенерированного в соответствии с выбранным законом распределения множества {Значение 1, Значение 2...Значение N }, определяемого следующим обобщённым выражением:

$$\text{Значение} = \text{Номинал} \pm \text{Номинал} \times LOT \pm \text{Номинал} \times DEV. \quad (1)$$

Для проектировщиков и технологов электронной аппаратуры именно анализ «наихудшего случая» является наиболее интересным, т. к. параметры модели принимают максимально возможный разброс, что необходимо для формирования целостного отклика проектируемого устройства при его реализации в серийном производстве. Однако его достоверность существенно зависит от количества испытаний.

Объём виртуальных испытаний в формате «наихудший случай» можно описать следующим аналитическим выражением [3]:

$$N = (1 + 2^P)^T, \quad (2)$$

где N – количество вариантов, P – количество варьируемых параметров компонента (в том числе паразитных) и T – количество компонентов в схеме.

С учётом влияния множественных коррелированных и независимых случайных разбросов, количество требуемых итераций N оказывается исключительно большим, превышающим ресурсы существующих схемотехнических САПР (см. рис.).

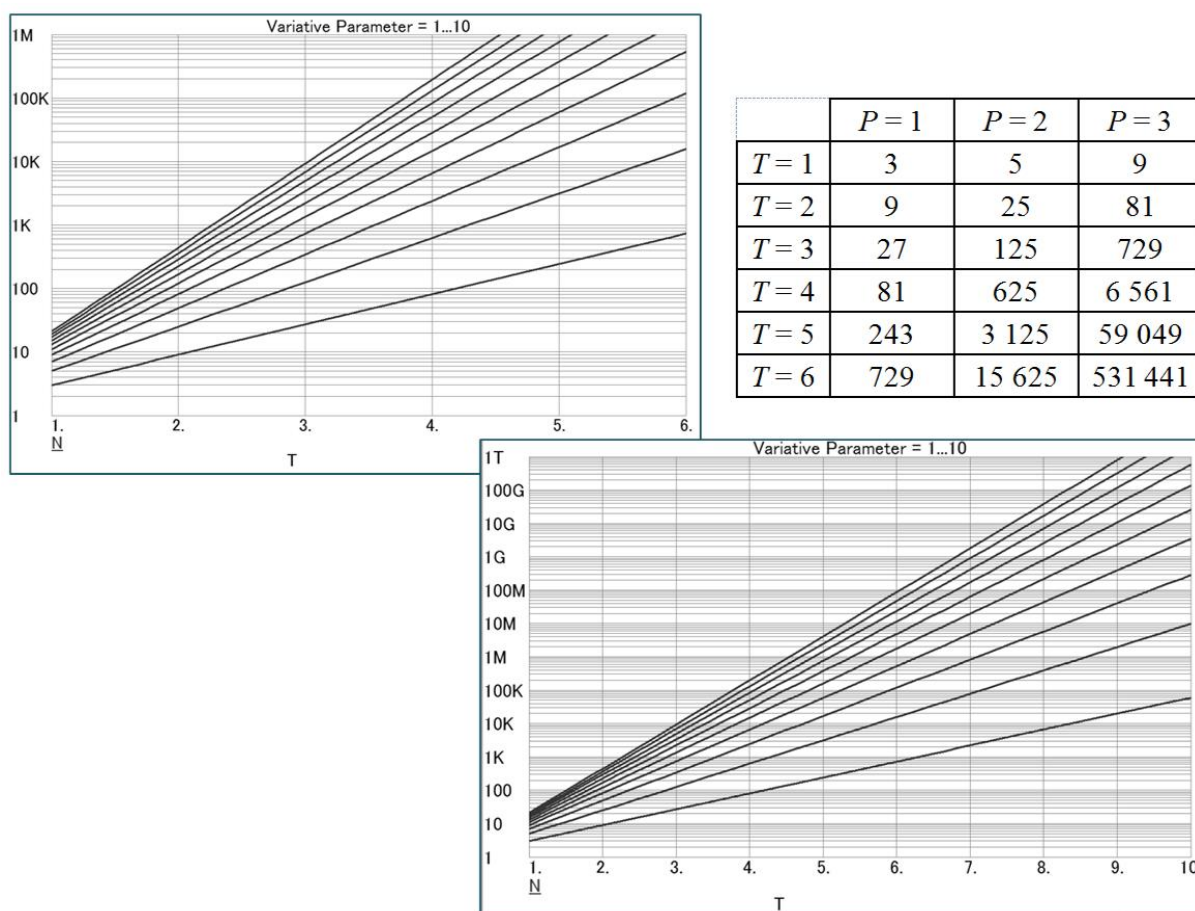


Рис. Количество итераций в сценарии «Наихудший случай»

Схемный анализ показывает, что доля значимых отклонений параметра в большом объёме испытаний может быть меньше 50%, что является прямым следствием активного влияния многочисленных обратных связей, благодаря которым один электронный компонент влияет сразу на несколько параметров изделия, нарушая типовой постулат размерных цепей: одна цепь – один параметр. Таким образом, процессы разработки сценариев виртуальных испытаний и алгоритмов управления процессом генерации допусков с сортировкой вариантов итераций, не приводящих к дестабилизации анализируемого параметра, являются крайне актуальными.

Библиографический список

1. Печаткин, А. В. Повышение качества и целостности процессов сквозного автоматизированного проектирования электронных средств на основе системного согласования уровня и объема функционально-параметрического моделирования и виртуальных испытаний / А. В. Печаткин, Д. Ю. Морев // Труды II Всероссийской научной конференции молодых ученых. Том II. – Рыбинск: РГАТУ имени П. А. Соловьёва, 2012. – С. 79-89
2. Печаткин, А. В. Оценка устойчивости параметров электронных средств к вариативным случайным воздействиям паразитных составляющих электронных компонентов элементов и технологических процессов на этапах сквозного автоматизированного проектирования /

А. В. Печаткин, Д. Ю. Морев // Труды II Всероссийской научной конференции молодых ученых. Том II. – Рыбинск: РГАТУ имени П. А. Соловьёва, 2012. – С. 172-183

3. Печаткин, А. В. Изменение подхода к использованию коррелированных и некоррелированных допусков номиналов электрорадиокомпонентов в поведенческих моделях электронных средств в процессах автоматизированного схемотехнического проектирования / А. Т. Кизимов, А. В. Печаткин, А. Н. Смирнов // Вестник РГАТУ имени П. А. Соловьёва, №2 (32), Рыбинск, 2015. – С. 158–165