

ПРОГРАММНЫЙ ПРОДУКТ ДЛЯ MICROWAVE OFFICE, ИНТЕГРИРУЮЩИЙ РЕАЛЬНЫЕ И ВИРТУАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ НА БАЗЕ ЕДИНЫХ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ И ИНТЕРФЕЙСА

Бибиков Т. Х.¹, Семёнов Э. В.¹, Малютин Н. Д.¹, Сунцов С. Б.²

¹Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
г. Томск, 634050, Россия

тел.: +7-3822-253360, e-mail: Bibikov.Timur@gmail.com

²ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнёва
г. Железногорск, 662972, Россия

Аннотация — Рассмотрено программное обеспечение для управления средствами измерения, обеспечивающее единство методов и интерфейса с виртуальными измерениями. Такое единство позволяет рассматривать аппаратные и виртуальные средства измерения, как единый инструментарий для диагностики качества нелинейных моделей элементов при сверхширокополосных и импульсных воздействиях.

I. Введение

На сегодняшний день фирмы, предоставляющие измерительное оборудование, заинтересованы в интеграции программного обеспечения, управляющего средствами измерения, с существующими средствами моделирования радиоэлектронных систем [1-2]. В основном, такая интеграция призвана облегчить импорт измеренных характеристик в среду моделирования и получение моделей, основанных на данных измерениях. Построенные модели [2] основаны на измерениях при гармоническом тестовом воздействии. Однако в ряде современных радиолокационных систем и систем со скоростными каналами передачи данных используются сигналы весьма далекие от гармонических, например, сверхширокополосные и импульсные сигналы. Поэтому необходимо проводить оценку адекватности моделей при таких воздействиях.

Описание средств, позволяющих проводить диагностику качества нелинейных моделей элементов при сложном видеопульсном воздействии [3], приведено в работах [4-5]. В качестве характеристик, на основе которых проводится оценка качества модели, используются линейная и нелинейная рефлектограммы [3]. Для эффективного проведения диагностики качества моделей необходимо обеспечить единообразие измерений и моделирования, т.е. иметь инструменты в среде моделирования, позволяющие получать требуемые характеристики модели, аналогичные тем, что измеряются подключаемыми приборами.

В данной работе описан инструмент, реализующий интеграцию реальных и виртуальных измерений в рамках единого инструментария, который позволяет избавиться от рутинных однообразных действий и улучшить качество моделей по отношению к сверхширокополосным и импульсным воздействиям.

II. Автоматизация средств измерения

Для обеспечения автоматизированного измерения линейных и нелинейных рефлектограмм была разработана библиотека для управления разработанным нами нелинейным рефлектометром P4-I-01. Данная библиотека представляет собой компонент, реализованный по технологии COM (Component Object Model — объектная модель компонентов). Разработанная библиотека позволяет настроить тестовый сигнал, управлять процессом измерения и получить измеренные данные.

III. Интеграция с САПР

Для интеграции с виртуальными измерениями необходимо, чтобы операции по настройке тестового воздействия и получения требуемых характеристик проводилась в одном программном продукте. САПР Microwave Office представляет API (Application Programming Interface — интерфейс программирования приложений) для сторонних приложений. Один из интерфейсов позволяет реализовать и встроить в САПР библиотеку, которая будет иметь доступ к управлению средой Microwave Office. Была разработана библиотека, которая интегрируется в САПР в виде мастера настройки (wizard). Таким образом, управление прибором P4-I-01 и измерение характеристик устройств можно проводить непосредственно в САПР.

На рис. 1 приведен внешний вид мастера настройки Nonlinear TDR Wizard. В мастере на одном графике отображаются рефлектограммы, измеренные прибором P4-I-01 и полученные с помощью виртуального измерителя [4].

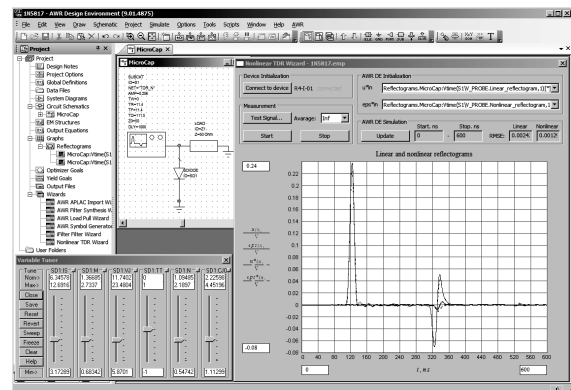


Рис. 1. Внешний вид САПР Microwave Office с мастером настройки Nonlinear TDR Wizard.

Fig. 1. Microwave Office main window with Nonlinear TDR Wizard

IV. Коррекция параметров модели диода Шоттки

В качестве примера использования разработанного программного продукта приведем процесс коррекции параметров модели диода Шоттки 1N5817. В качестве корректируемых параметров модели диода были выбраны: I_S — ток насыщения, N — коэффициент инжекции, V_J — контактная разность потенциалов, C_{J0} — барьерная емкость при нулевом смещении, M — коэффициент лавинного умножения, TT — время переноса заряда. На рис. 2а приведены линейные и нелинейные рефлектограммы, полученные при виртуальных и реальных измерениях. Значения параметров модели диода 1N5817 взяты из САПР Micro-Cap: $I_S = 6,346$ мкА, $N = 1,095$, $V_J =$

11,74 В, $CJ_0 = 222,6$ пФ, $M = 1,37$, $TT = 0$ нс. Для данных параметров модели среднеквадратическая ошибка измеренной и расчетной линейных рефлектограмм составила 0,0042 В, для нелинейных рефлектограмм — 0,0033 В.

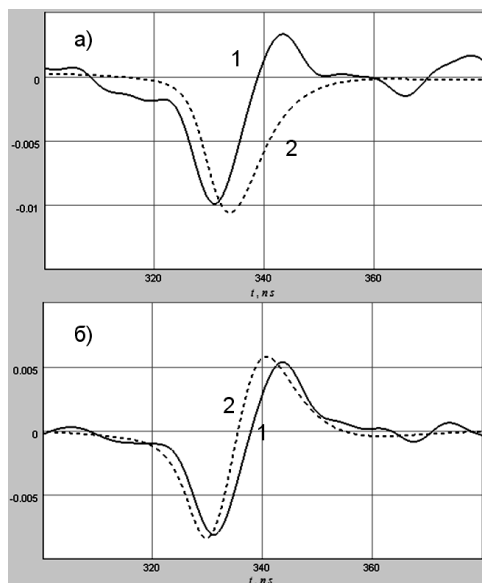


Рис. 2. Фрагменты нелинейных рефлектограмм диода 1N5817: а) до оптимизации, б) после оптимизации. Кривая 1 — измерение, кривая 2 — моделирование.

Fig. 2. The parts of nonlinear reflectograms of 1N5817 diode: a) before optimization, b) after optimization. Curve 1 – measurement, curve 2 – modeling

Для оптимизации параметров модели используем метод покоординатного спуска. В качестве целевой функции будем использовать среднеквадратическую ошибку измеренной и расчетной нелинейных рефлектограмм. В САПР Microwave Office есть удобный компонент для изменения значений группы параметров модели («tuner» – «настройщик»). С помощью него поочередно изменяются значения выбранных параметров: IS , N , VJ , CJ_0 , M и TT , так, чтобы значение среднеквадратической ошибки было минимальным. Результат оптимизации приведен на рис. 2б. Значения параметров модели после оптимизации: $IS = 4$ мкА, $N = 1,7$, $VJ = 0,21$ В, $CJ_0 = 180$ пФ, $M = 0,2$, $TT = 10$ нс.

В результате оптимизации среднеквадратическая ошибка для линейных рефлектограмм осталась неизменной, а для нелинейных рефлектограмм стала равна 0,0013 В.

V. Заключение

Разработанное программное обеспечение объединяет ранее отдельные процессы измерения характеристик устройства и анализа модели этого устройства. Применение программного продукта показано на примере процесса коррекции параметров модели диода 1N5817 по нелинейной рефлектограмме. Для модели диода из САПР Micro-Cap удалось более чем в 2 раза уменьшить среднеквадратическую ошибку при оптимизации по нелинейной рефлектограмме.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы (государственный контракт № П453) и в порядке реализации постановления Правительства РФ № 218 (контракт 13.G25.31.0017).

VI. Список литературы

- [1] Beer M., Bin-Rahim F., Seyboth D. Filter Design and Optimization Using the R&S® ZVA/ZVB/ZVT Integrated with AWR® EDA Software [Rohde & Schwarz]. URL: http://www2.rohde-schwarz.com/file_13662/1MA163_3e.pdf (дата обращения: 14.05.2011).
- [2] Root D. E. X-parameters: Commercial implementations of the latest technology enable mainstream applications // Microwave Journal Technical Library. 2009. URL: <http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5990-4895EN.pdf> (дата обращения: 14.05.2011).
- [3] Semyonov E. (2005). Method for researching non-linear nature of transformation of signals by object, Descriptions of Invention to the Patent No. RU 2263929 C1 (RF). URL: http://v3.espacenet.com/publicationDetails/biblio?CC=RU&N=2263929C1&KC=C1&FT=D&date=20051110&DB=EPOD OC&locale=en_gb (дата обращения: 23.02.2011)
- [4] Semyonov E. V., Maljutin N. D., Bibikov T. H. Quality diagnostics of nonlinear models of elements at baseband pulse signals // Proc. of 20th International Crimean Conf. Microwave & Telecommunication Technology “CriMiCo’2010”. (Sevastopol, Sept. 13–17, 2010). Sevastopol: Weber Publishing, 2010. Vol. 1. P. 210–211.
- [5] Моделирование нелинейности преобразования видеоимпульсных сигналов полупроводниковым диодом / Э. В. Семенов, Т. Х. Бибииков, Н. Д. Малютин, А. П. Павлов // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. 2010. № 2 (22). Ч. 1. С. 171–174.

SOFTWARE FOR MICROWAVE OFFICE THAT INTEGRATES REAL AND VIRTUAL MEASURING MEANS BASED ON UNIFORM MEASUREMENT METHODS AND INTERFACE

Bibikov T. H.¹, Semyonov E. V.¹, Maliutin N. D.¹,
Suntsov S. B.²

¹Tomsk State University of Control Systems
and Radioelectronics

²JSC Academician M. F. Reshetnev
«Information Satellite Systems»
Tomsk, 634050, Russia

Ph.: +7-3822-253360, e-mail: Bibikov.Timur@gmail.com

Abstract — The measurement control software that provides the uniform methods and interface with virtual measurements is considered. This uniformity allows considering the hardware and virtual instrumentation as a single tool for diagnosing the quality of nonlinear models of the elements at UWB and pulse impacts.

I. Introduction

This paper describes a tool that implements the integration of real and virtual measurements in a single tool that allows getting rid of the routine repetitive actions and improves the quality of models with respect to the UWB and pulse impacts.

II, III, IV Main Part

The part II describes the library that allows automatizing the control of the R4-I-01. The part III describes the library that allows controlling the CAD Microwave Office and making virtual and real measurements direct into the CAD. This library is embedded as a wizard. The part IV shows the example of the wizard's application. It is a process of the correction of diode's model parameters based on nonlinear reflectogram [3].

V. Conclusion

The developed software combines earlier divided processes of the measurement of a device characteristics and the analysis of a device model. The application of the software is shown on the correction of 1N5817 diode model parameters based on nonlinear reflectogram. It was possible more than 2 times reduce RMSE by optimization based on the nonlinear reflectogram for Micro-Cap diode model.