

УДК 621.315.212.1.028.4

А.В.Сморгонский (3 курс, каф. ЭСиАЭС), Н.В.Коровкин, д.т.н., проф.

О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ВЫЧИСЛЕНИЙ И ИЗМЕРЕНИЙ ПОЛНОГО ПЕРЕДАТОЧНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

Определение передаточного сопротивления Z_t кабеля представляет собой актуальную техническую и научную задачу [1-3], поскольку этот параметр является основной характеристикой помехозащищенности кабелей. Для экранированных кабелей величина $z_t = |Z_t|$ быстро увеличивается с увеличением частоты. Одновременно растут рабочие частоты кабелей и частоты помех. Соответственно, необходима разработка новых и совершенствование существующих конструкций экранов кабелей, обладающих пониженным значением Z_t . Поэтому необходимыми являются экспериментальные и теоретические исследования способов измерения полного передаточного сопротивления, которые составляют неотъемлемую часть процесса разработки новых кабелей, и на которых также основывается проектирование устойчивых к помехам электронных устройств и систем передачи сигналов.

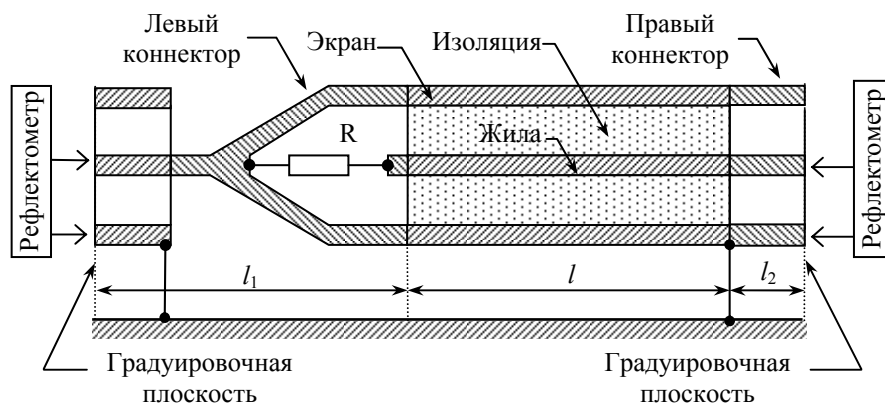


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

Одним из современных и перспективных методов экспериментального определения полного передаточного сопротивления с помощью только одного измерительного прибора – рефлектометра является так называемый метод триаксиальной линии [2-4] (рис. 1), исследуемый в настоящей работе.

Экспериментальная часть метода определения z_t кабеля состоит в измерении параметров его матрицы рассеяния с помощью установки, представленной на рис. 1. Методика вычисления z_t кабеля описана в [5]. Важной особенностью этой методики (далее базовой методики) является значительная погрешность измерений вблизи резонансных частот экспериментальной установки. Поэтому определение z_t с ее помощью для частот свыше 1 ГГц невозможно реализовать на практике.

Увеличение верхней границы частотного диапазона определения полного передаточного сопротивления свыше 1 ГГц требует модификации экспериментальной установки, изменения процедуры вычисления z_t по экспериментальным данным, а также более детального моделирования отдельных узлов экспериментальной установки. В базовой методике при вычислении z_t кабеля не учитывались параметры неоднородного участка экспериментальной установки – левого коннектора, а также параметры правого коннектора, который можно рассматривать как однородную линию.

В работе эквивалентная схема экспериментальной установки рассматривалась как некоторый четырехполюсник с полюсами 1-0 и 2-0, описываемый матрицей параметров рассеяния S . Этот четырехполюсник (рис. 2), в свою очередь, представляет собой каскадное соединение трех четырехполюсников, моделирующих: S_A – левый коннектор, S_B – исследуемый кабель, S_C – правый коннектор. Таким образом, в рассмотренной модели учтены параметры всех основных элементов экспериментальной установки.

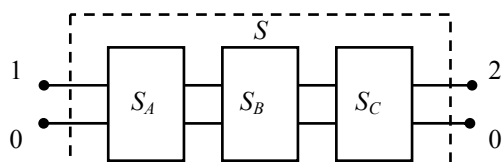


Рис. 2. Модель эквивалентной схемы экспериментальной установки

Для вычисления z_l кабеля по экспериментальным данным необходима матрица параметров рассеяния S_B четырехполюсника S_B . Ее можно вычислить, если известны остальные матрицы: S , S_A , S_C . В работе получены формулы, позволяющие определить элементы матрицы S_B по известным элементам остальных матриц.

При этом с помощью рефлектометра можно получить только матрицу S -параметров четырехполюсника S , а матрица S_C вычисляется исходя из геометрических размеров экспериментальной установки [5], поскольку правый коннектор представляет собой однородную линию.

Для вычисления матрицы S_A необходимо создать математическую модель левого коннектора, в качестве которой может использоваться неоднородная линия с приблизительным учетом потерь на излучение. Параметры этой линии могут быть найдены из решения задачи нелинейного программирования с локальными экстремумами, рассмотренной в [5]. Решать эту задачу целесообразно с помощью генетического алгоритма [6,7], поскольку традиционно используемые для решения такого типа задач градиентные методы малоэффективны при минимизации функционалов с большим числом локальных экстремумов, как это имеет место в нашей задаче.

В работе решена также часто возникающая задача определения матрицы S -параметров по известной матрице A -параметров. Для ее решения были выведены универсальные формулы преобразования одного вида параметров в другой. На основании этих результатов разработана программа, позволяющая: вычислять S - или A -параметры одного из четырехполюсников (рис. 2) при известных параметрах других четырехполюсников, при этом исходные данные и результаты вычислений могут быть представлены в S - или A -параметрах; а также конвертировать S -параметры в A -параметры и обратно. Сопряжение этой программы с рефлектометром позволит автоматизировать обработку экспериментальной информации и предоставлять экспериментатору результаты в наиболее удобном виде.

Полученные в этой работе соотношения и построенная на их основе компьютерная программа могут быть использованы не только для экспериментального исследования, но и для теоретического анализа рассматриваемой установки. Так, например, может быть решена задача, обратная рассмотренной выше, а именно: если имеется матрица S -параметров исследуемого кабеля, то можно определить матрицы параметров рассеяния одного из коннекторов или всей исследуемой схемы. Обратная задача может быть применена для расчета S -параметров конусообразного коннектора, поскольку его теоретическое моделирование, как отмечено выше, представляет собой достаточно сложную задачу.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Kley T. IEEE Trans. EMC, vol. 35, No.1, 1993.
2. Gonschorek K.-H., Tiedemann R. "Determination of the Transfer Impedance and the Transfer Admittance of Coaxial Cables with the Current Line Method", Int. Symp. on EMC, Magdeburg, Germany, 1999.
3. Kley T. IEEE Trans. EMC, vol. 35, No.1, 1993.
4. Gonschorek K.-H., Tiedemann R. "Messung der komplexen Kabeltransferimpedanz bis 2 GHz", In: Schwab, A. (Hrsg): EMV 2000. Duesseldorf, Germany, VDE Verlag, 2000.
5. Korovkin N.V., Nitsch J., Scheibe H.-J. "Improvement of cable transfer impedance measurement with the aid of the current line method", in 2003 IEEE Int. Symp. on EMC, Istanbul, Turkey, 2003.
6. Korovkin N.V., Potienko A.A., Hayakawa M., Lee S. "Synthesis of the shaping lines with the help of genetic algorithm". IV Int. Symp. on EMC, St.-Petersburg, 2001 (Russian).
7. Grimbleby J.B. IEEE Proc.-Circuits devices, Vol., 147, No., 6, 2000.