

Том II, с. 214–217

УДК: 538.86

ОЦЕНКА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ОТ ИЗЛУЧАЮЩЕЙ СТРУКТУРЫ В БЛИЖНЕЙ ЗОНЕ

И. В. Скворцов, Р. Р. Латыпов, Р. Ф. Бабаев, Р. Р. Насертдинов

Казанский федеральный университет, 420008, г. Казань, ул. Кремлёвская, 18

E-mail: skvorcov.ilya@mail.ru

Аннотация. В настоящее время существует мировой стандарт IEC-61967-3, позволяющий проводить измерения от печатной платы в ближней зоне с помощью специальной системы измерений, позволяющий реализовать планарный способ сканирования электромагнитного излучения. Достоинствами такого подхода являются точность измерений, отсутствие специальных требований к измерениям и относительная простота реализации. По этим причинам для измерения электромагнитного излучения от излучающей структуры все чаще используется планарный способ сканирования. Однако, в таком подходе необходимо учитывать различные рода влияния, которые оказывают влияние на исходное излучение. В данной статье приводятся оценки влияния различных факторов на исходное излучение от печатной платы.

Ключевые слова: печатная плата; ближняя зона; микрополосковая линия; планарный способ сканирования

EVALUATION OF ELECTROMAGNETIC RADIATION FROM A RADIATING STRUCTURE IN THE NEAR FIELD

I. V. Skvortsov, R. R. Latypov, R. F. Babaev, R. R. Nasertdinov

Abstract. There is the international standard IEC-61967-3, which allows measurements from the printed circuit board in the near field using a special measurement system that allows you to implement a planar method for scanning electromagnetic radiation. The advantages of this approach are the accuracy of measurements, the absence of special requirements for measurements and the relative ease of implementation. For these reasons, planar scanning is increasingly used to measure electromagnetic radiation from the radiating structure. However, in this approach it is necessary to take into account various kinds of effects that affect the original radiation. This article provides estimates of the influence of various factors on the original radiation from a printed circuit board.

Keywords: printed circuit board; near zone; microstrip line; planar scanning method

Введение

Электромагнитное излучение от излучающей структуры в ближней зоне имеет ряд преимуществ по сравнению с измерениями в дальней зоне: отсутствие необходимости использования безэховой камеры, точность измерения [1]. С целью проведения измерений в ближней зоне используется система сканирования электромагнитного излучения. Существуют три способа сканирования излучающей структуры: планарный, цилиндрический, сферический. Наиболее предпочтительным способом является планарный способ сканирования в силу простоты его реализации и калибровки [2].

Содержание доклада

Для реализации планарного способа сканирования была изготовлена экспериментальная установка, схема которой изображена на рис. 1.

В экспериментальной установке одним из основных элементов является измерительный пробник. Данный пробник представляет собой магнитную петлевую антенну, измеряющую магнитную составляющую поля. Для измерения электрической составляющей может использоваться monopольная антенна. Пробник перемещается вдоль плоскости сканирования, параллельной плоскости излучающего объекта. Перемещение осуществляется с помощью шаговых двигателей.

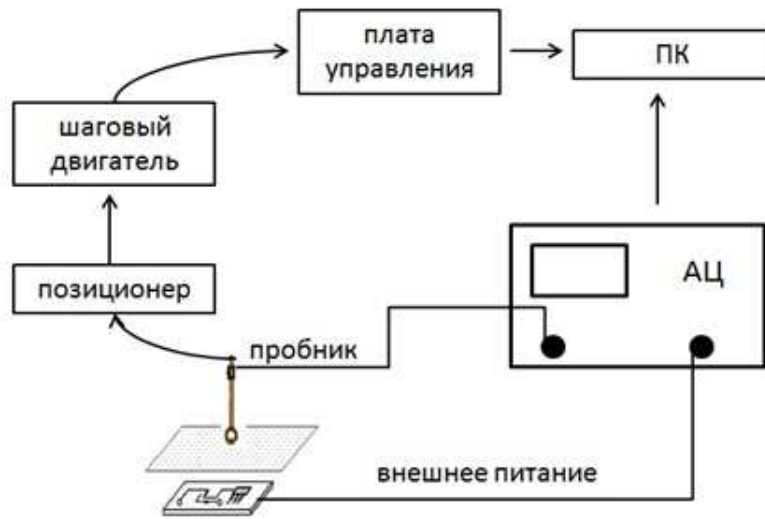


Рис. 1. Экспериментальная установка, реализующая планарный способ сканирования

Для смещения пробника, установленному на каретке, с платы управления подается специальный G-код, позволяющий управлять шаговыми двигателями. Соединение между ПК и платой управления осуществляется с помощью USB. Величина поля, измеренная с помощью пробника, показывается на анализаторе цепей, который осуществляет измерения S_{21} параметра в каждой точке измерения. Соединение между анализатором цепей и ПК осуществляется с помощью интерфейса LAN. В ПК формируется матрица измерений, где каждый элемент это значения параметра S_{21} в точке наблюдения. В данном случае S_{21} имеет вид:

$$S_{21} = \frac{V_{in}}{V_{out}}. \quad (1)$$

где V_{in} – значение напряжения на входе микрополосковой линии, V_{out} – значение напряжения на измерительном пробнике. В эксперименте измеряется напряженность магнитного поля в заданной точке в плоскости сканирования. Однако при получении значения напряженности пробником величина преобразуется в значение напряжения на выходе пробника. Зная что

$$V_i = C \cdot H_i = C \cdot H_{0i} \cdot (1 - r) \quad (2)$$

где H_{0i} – значение напряженности поля без влияния пробника. Необходимо определить значение коэффициента пропорциональности C . Определить значение коэффициента пропорциональности C можно из следующего выражения:

$$C = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{V_i}{H_i}}{N} \quad (3)$$

где V_i – значение напряжения на выходе пробника в точке измерения, H_i – значения напряженности поля в точке измерения, N – число точек измерения. Для валидации эксперимента была изготовлена микрополосковая линия. Характеристики линии приведены в Табл. 1.

Размеры в микрополосковой линии приведены в Табл. 2.

Результаты эксперимента и модели приведены только для компоненты H_x на рис. 2-3.

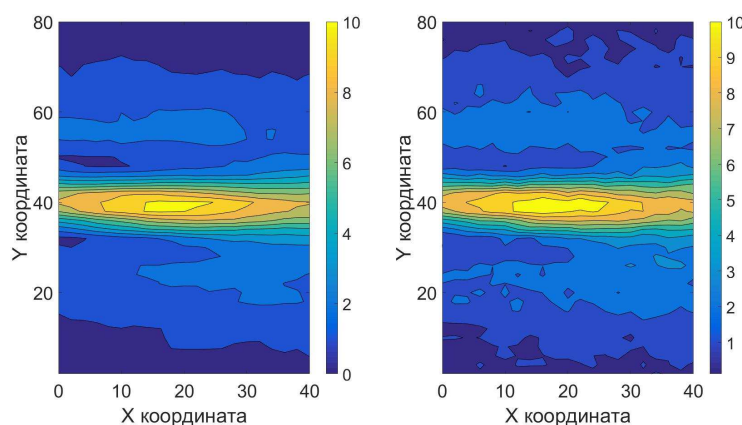
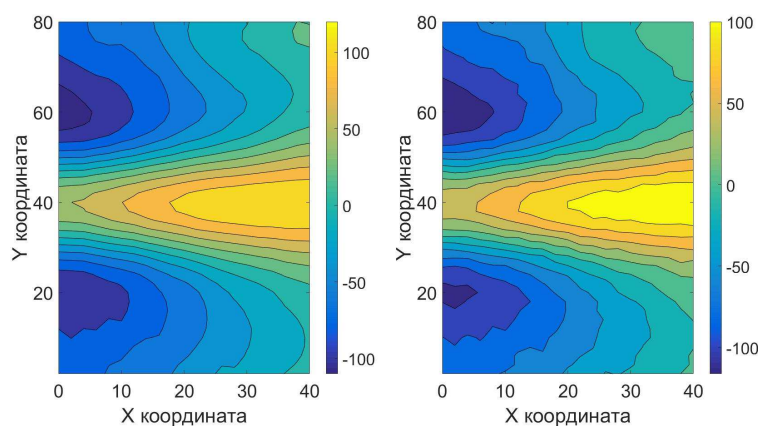
Из рис. 2-3 видно, эксперимент достаточно хорошо подтверждает модельные результаты. Полученные результаты хорошо согласуются с теорией. Действительно, максимум значения излучения приходится на саму линию, если петлевая антенна расположена перпендикулярно самой линии [3]. Основными факторами, влияющими на исходное излучение являются: влияние

Таблица 1. Параметры сканирования микрополосковой линии

1.	Высота сканирования, мм	12
2.	Площадь сканирования, мм	80 × 40
3.	Число точек измерения	80 × 40
4.	Шаг измерения, мм	1
5.	Частота измерения, ГГц	1

Таблица 2. Размеры микрополосковой линии

1.	Размер FR-4, мм	80 × 40 × 1.5
2.	Размер микрополосковой линии, мм	40 × 2.8

Рис. 2. Амплитуда компоненты H_x (мА/м) А) модель Б) экспериментРис. 3. Фаза компоненты H_x (градусы) А) модель Б) эксперимент

пробника, влияние каркаса на котором расположена каретка с пробником.

А) *Влияние каркаса на исходное излучение.* Каркас представляет собой куб внутри которого помещена микрополосковая линия. Наверху каркаса располагается каретка на которой расположен измерительный пробник. Каркас представляет собой держатель для каретки. Учет влияния каркаса проводился с помощью САПР Ansys HFSS. В результате моделирования были получены две матрицы: матрица без учета влияния каркаса и с его влиянием. Результаты влияния каркаса приведены на рис. 4.

На рис. 4 изображены столбцы двух матриц: матрицы излучения от структуры без каркаса и с каркасом. Разница между исходным излучением и искаженным составляет 9.8%.

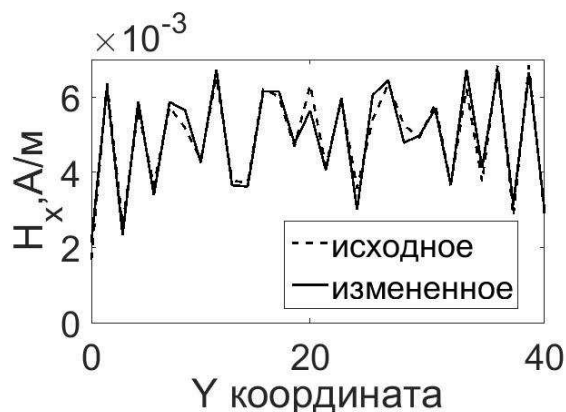


Рис. 4. Результаты влияния каркаса на исходное излучение

Б) *Влияние измерительного пробника на исходное излучение.* Измерительный пробник производит измерение магнитной составляющей излучения в точке наблюдения. Измерительный пробник также оказывает влияние на исходное излучение. Результаты влияния приведены на рис. 5.

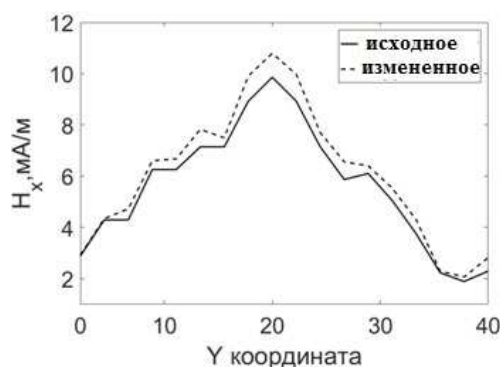


Рис. 5. Результаты влияния пробника на исходное излучение

На рис. 5 изображены столбцы двух матриц: матрицы излучения от структуры без учета пробника и с пробником. Результат на рис. 5 соответствует положению пробника в центре линии и его влияние уменьшается с расстоянием. Разница между исходным излучением и искаженным составляет 3.7%.

Заключение

Планарный способ сканирования является наиболее предпочтительным способом сканирования излучения от излучающей структуры в ближней зоне в силу высокой точности измерения и простоте реализации. Однако необходимо учитывать некоторые факторы, влияющие на исходное излучение: влияние пробника, влияние каркаса. Оценки влияния приведены в статье.

Благодарности

Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной в рамках государственной поддержки Казанского (Приволжского) федерального университета в целях повышения его конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров

Список литературы

1. Yaghjian Arthur. An overview of near-field antenna measurements // IEEE Transactions on antennas and propagation.–1986.–Vol. 34, no. 1.–P. 30-45.
2. Kerns DM. Analytical techniques for the correction of near-field antenna measurements made with an arbitrary but known measuring antenna // Abstracts URSI-IRE Meeting.–1963.–P. 6-7.
3. Bianco B. Frequency Dependence of Microstrip Parameters // Alta Frequenza.–1974.–P. 413-416.