

## ВХОДНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТАРНОГО ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ИЗЛУЧАТЕЛЯ

**Карнаух В.Я., Мартынюк Я.В.**

*Институт телекоммуникационных систем КПИ им. Игоря Сикорского*

*E-mail: karnauhvy@gmail.com*

### Input resistance of an elementary piezoelectric radiator

The article "Input resistance of an elementary piezoelectric radiator" presents the research of the input resistance due to the electrodynamic properties of the sample at high frequencies. The corresponding elements of equivalent pattern of the sample substitution are defined on the basis of the research data.

В работе «Входное сопротивление элементарного пьезоэлектрического излучателя» представлено исследование входного сопротивления, обусловленного электродинамическими свойствами образца на высоких частотах. По данным исследований определены соответствующие элементы эквивалентной схемы замещения образца.

Для эффективной работы элементарного пьезоэлектрического излучателя, изображенного на рис.1 в различных электронных устройствах необходимо его согласование режима работы с возбуждающей генераторной или приемной цепью устройства.

Поэтому, в первую очередь для решения поставленной задачи важно знать особенности комплексного входного/выходного сопротивления данного элемента и его поведение в широком частотном диапазоне входных/выходных сигналов.

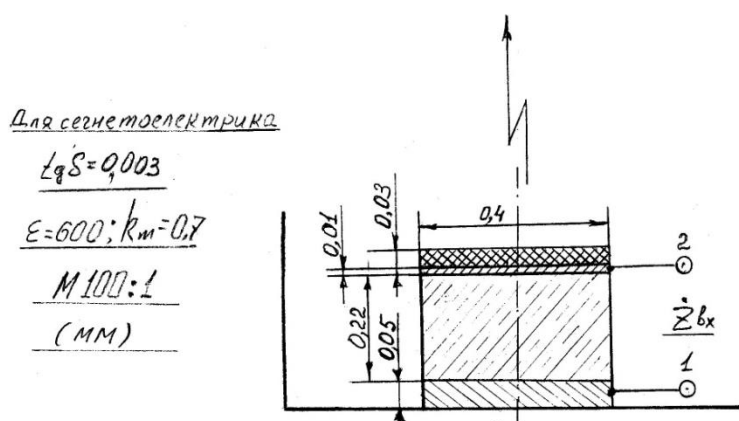


Рис.1 Конструкция пьезоэлектрического излучателя

При исследовании комплексного входного/выходного сопротивления пьезоэлектрического излучателя будем опираться на работы [1, 2], в которых приведены основные теоретические положения для решения данного класса задач. В работе [1] было представлено упрощенную эквивалентную схему такого элемента (см. рис 2). Представленная схема дает достаточно хорошее,

для практических применений, приближение описания комплексного входного сопротивления.

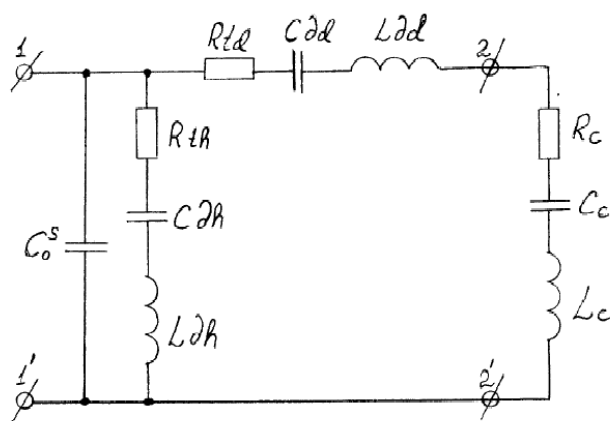


Рис.2 Эквивалентная схема для входного сопротивления элемента.

На представленной (рис. 2) схеме  $R_{th}$ ,  $C_{дh}$ ,  $L_{дh}$  определяются особенностями колебаний вдоль толщины пьезоэлектрического элемента, а  $R_{гd}$ ,  $C_{дd}$ ,  $L_{дd}$  – определяются особенностями радиальных колебаний в пьезоэлектрическом элементе. В работе [ 1 ] – представлены теоретические соотношения для вычисления этих элементов схемы, которые в первую очередь определяют согласование элемента по входу приемного устройства (выводы 1- 1' на рис.2). Данное согласование практически осуществляется на частотах примерно соответствующих механическим резонансам в элементе (единицы мегагерц).

Подача сигналов возбуждения от генератора на образец (выводы 2- 2' на рис.2) может быть выполнена на достаточно высоких частотах (десятки гигагерц).

Данный подход к режимам работы элемента позволяет эффективно развязать его приемные и возбуждающие цепи и не использовать коммутаторы для этих целей, которые вносят дополнительные погрешности в работу устройств.

Поэтому авторами была поставлена задача исследования входного сопротивления представленного пьезоэлектрического излучателя по входу 2- 2' на рис.2 с целью последующего его согласования с устройством возбуждения.

Определение выше отмеченного входного сопротивления и связанного с ним расчета значений  $R_c$ ,  $C_c$ ,  $L_c$  в соответствии с эквивалентной схемой – рис.2 связано с исследованием резонансных электромагнитных явлений в элементе, как электродинамической структуры. Для этого использовано моделирование структуры в соответствии Рис.1 с помощью программы Microwave Office (MWO). Результаты моделирования с определением коэффициента отражения электромагнитных волн  $s_{11}$  от предложенной структуры представлено на рис 3.

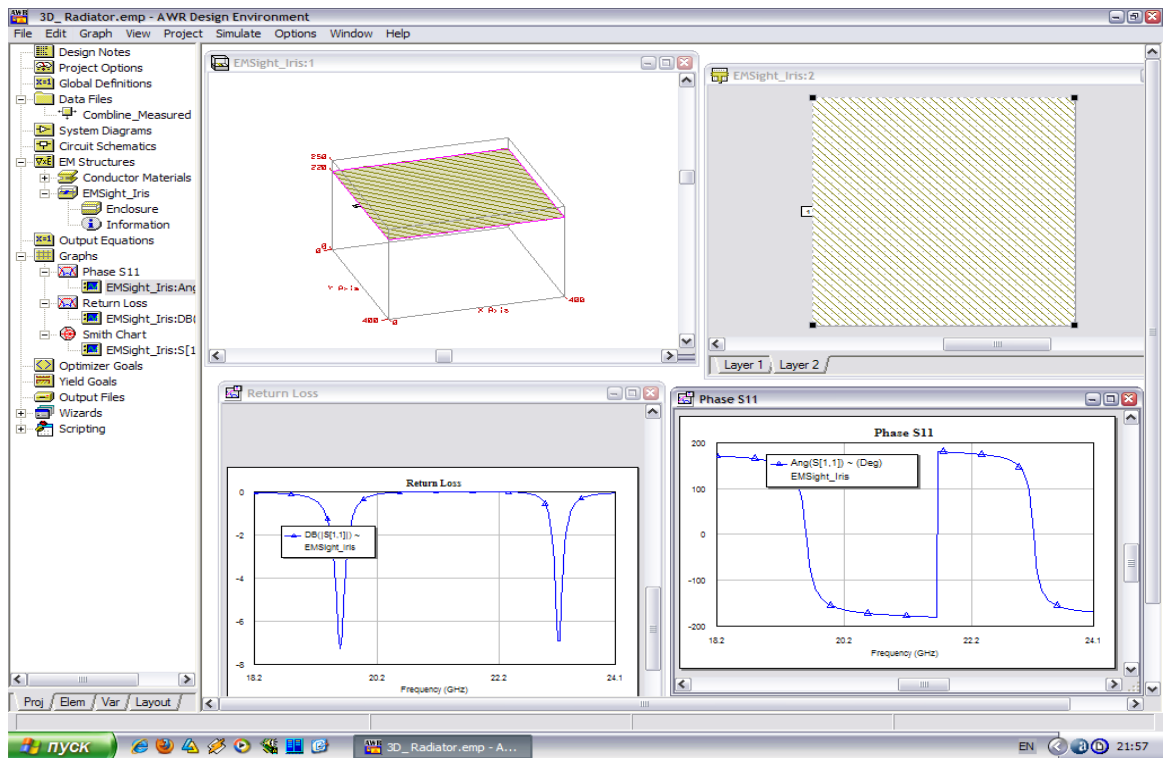


Рис.3 Результаты моделирования структуры с использованием программы MWO.

Из представленных результатов видно, что электродинамическая структура имеет два электромагнитных резонанса:

- радиальный резонанс  $f_1=19.59$  ГГц,  $S_{11}^{(1)} = -7.23$  дБ,  $Q_1=392$ ;
- резонанс колебаний вдоль толщины  $f_2=23.18$  ГГц,  $S_{11}^{(2)} = -6.91$  дБ,  $Q_2=186$ ;

Из полученных результатов моделирования - используем резонанс колебаний вдоль толщины образца, которые являются основой направленного излучения на рис.1 и определим элементы  $R_c$ ,  $C_c$ ,  $L_c$  в соответствии с эквивалентной схемой – рис.2:

$$R_c = Z_0(1 + S_{11}^{(2)}) / (1 - S_{11}^{(2)}) . \quad (1)$$

В соответствии с (1) -  $R_c=158.1$  Ом, при  $Z_0=50$  Ом ( волновое сопротивление порта 1 при моделировании).

Элементы  $C_c$ ,  $L_c$  определяются по полученным из моделирования образца результатам в интерпретации их как для последовательного колебательного контура, который на эквивалентной схеме – рис.2 отражает наличие резонанса вдоль толщины образца:

$$C_c = 1/2\pi f_2 \rho , \quad L_c = \rho^2 C_c , \quad (2)$$

где:  $\rho=Q_2 R_c$  – характеристическое сопротивление колебательного контура.

С использованием (2), при подстановке данных моделирования получаем:  $C_c=0.00023$  пФ,  $L_c=0.199$  мкГн.

### Литература

1. Я.В. Мартынюк, А.Д. Харламов, Е.И. Кудренко, А.А. Божко, А.А. Верба «О считывании информации в сегнетоэлектрических запоминающих устройствах» - Киев: Техника, 1984, с. 116-128.
2. Т.Д. Шермергор, Н.Н Стрельцова «Пленочные пьезоэлектрики» - М. Радио и связь.