

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ФОРМЫ НАПРАВЛЯЮЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ В ЛИНИЯХ БЕЗ ПОТЕРЬ С НЕОДНОРОДНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ И ПОСТОЯННЫМ ВОЛНОВЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ

В. Д. ЭСЬКОВ

(Представлена научным семинаром кафедры теоретических основ электротехники)

Передача энергии от источника к приемнику с помощью электромагнитных волн типа ТЕМ возможна лишь при наличии как минимум двух направляющих поверхностей, образующих линию передачи (например, два провода, коаксиальный кабель или конический переход [1]). Во избежание появления отраженных волн, которые уносят часть энергии и искажают форму передаваемого сигнала, линию необходимо согласовать с нагрузкой, т. е. входное сопротивление последней должно быть равно волновому сопротивлению линии.

Волновое сопротивление однородной линии без потерь определяется по формуле

$$z_{\text{в}} = \sqrt{\frac{L_0}{C_0}}, \quad (1)$$

где L_0 и C_0 — индуктивность и емкость, приходящиеся на единицу длины линии и однозначно связанные между собой, так как фазовая скорость

$$v = \frac{1}{\sqrt{L_0 C_0}} \quad (2)$$

постоянная для данной среды величина [2].

Отдельные участки линий (например, сопряжение с приемником) могут иметь неоднородную изоляцию, что обусловлено технологическими или конструктивными соображениями. Если протяженность такого участка соизмерима с длиной волны, то необходимо позаботиться о выборе формы направляющих поверхностей, обеспечивающих такое распределение удельных (дифференциальных) параметров $L_{\text{н}}$ и $C_{\text{н}}$ по длине участка, при котором волновое сопротивление каждого элемента

$$z_{\text{в}} = \sqrt{\frac{L_{\text{н}}}{C_{\text{н}}}} \quad (3)$$

оставалось бы неизменным.

Учитывая, что при замене неоднородного диэлектрика однородным индуктивность элементов линии не изменяется, т. е.

$$L_n = L_0, \quad (4)$$

из уравнений (2) и (3) нетрудно получить

$$z_n = \frac{v}{\sqrt{C_0 C_n}}. \quad (5)$$

Несмотря на то, что в данном случае и при однородной среде L_0 и C_0 распределены неравномерно и волновое сопротивление, определяемое по формуле (1), не остается постоянным, фазовая скорость зависит лишь от свойств среды и не зависит от геометрии направляющих. Поэтому для постоянства волнового сопротивления на участке с неоднородностью (5) достаточно выполнить условие

$$C_0 C_n = \text{const}. \quad (6)$$

Для практического определения формы направляющих в соответствии с этим условием можно рекомендовать электро моделирование (например, в электролитической ванне) [3]. В модели распределение токов по длине электродов будет аналогично распределению зарядов исходной системы, а следовательно, и распределению емкостей по длине линии. Следует подчеркнуть, что определение C_0 и C_n должно осуществляться при одинаковой форме направляющих с однородным и неоднородным диэлектриком соответственно.

В заключение необходимо отметить, что приведенные рассуждения не учитывают возможности возникновения волн других типов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Е. С. Кухаркин. Основы инженерной электрофизики. Ч. I, М., «Высшая школа», 1969, с. 61.
2. Л. Р. Нейман, К. С. Демирчян. Теоретические основы электротехники. Т. I, М.—Л., «Энергия», 1966, с. 180.
3. И. М. Тетельбаум. Электро моделирование. М., Физматгиз, 1959, с. 262—278.