

Величина емкости $C_{ск}$ рассчитывается по формуле

$$C_{ск} = \pi d (19 + \tau) (L^{-0,18} - 1) 10^{-12}; \quad \tau = \frac{4a}{\pi d}; \quad L = \frac{D-d}{\pi - d},$$

полученной на основе рекомендаций [2, 3].

Для типичных в миллиметровом диапазоне длин волн геометрических размеров перехода рассчитаны простые аппроксимационные модели элементов схемы замещения в виде усеченных степенных рядов с погрешностью аппроксимации менее 2 % ($0,2 \leq d/a \leq 0,7$) (см. таблицу).

Экспериментальная проверка модели, выполненная в диапазоне 26—36 ГГц при относительных геометрических размерах перехода $l/a = b/a = 0,5$, $d/a = 0,3 \pm 0,4$, показала ее хорошую адекватность и пригодность для машинных расчетов.

1. Мошинский А. В., Березовский В. К. Строгое решение задачи о рассеянии волны H_{10} на круглой цилиндрической неоднородности в прямоугольном волноводе. — Раднотехника и электроника, 1977, № 7, с. 1350—1354. 2. Швингер Ю. Неоднородности в волноводах. — Зарубеж. радиоэлектроника, 1970, № 3, с. 5—105. 3. Whinnery I. R., Jamison H. W., Robbis T. E. Equivalent circuits for discontinuities in transmission lines. — Proc. IRE., 1944, 2, p. 98.

Поступила в редколлегию 11.09.82

УДК 621.372.825.4

В. И. НАЙДЕНКО, канд. техн. наук, Е. А. СТАРЧЕНКО, мл. науч. сотр.

РЕЗОНАНСНЫЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ДИСПЕРСИИ

Рассмотрим простейший пример одноступенчатой системы, периодической вдоль оси z . Пусть сначала система возбуждается зондом, введенным в один из торцов короткозамкнутого отрезка. В системе возбуждаются виды колебаний с фазовым сдвигом на период системы $\varphi = q\pi/N$, где в общем случае $q = 0, 1, 2, \dots, N$, N — число периодов в системе.

Для всех видов колебаний с четным q поля вблизи торцевых короткозамыкающих крышек синфазны; для всех видов колебаний с нечетным q — они противофазны.

Пусть теперь система возбуждается двумя одинаковыми зондами, имеющими равные по амплитуде синфазные токи, введенные с противоположных сторон короткозамкнутого отрезка. Если глубина погружения зондов в систему одинакова, то все виды колебаний с четным q не возбуждаются; виды колебаний с нечетным q возбуждаются с удвоенной амплитудой. Если число периодов N четное, то 0 и π виды колебаний не возбуждаются. Если N нечетное, то 0 вид колебаний не возбуждается, а π вид возбуждается с удвоенной амплитудой. Таким образом, возбуждение системы с нечетным N двумя одинаковыми зондами, амплитуды токов которых равны и токи синфазны, позволяет отличить 0 вид колебаний от π вида.

Пусть система возбуждается точно так же двумя одинаковыми зондами, но в противофазе. Виды колебаний, имеющие нечетное q не возбуждаются, а с четным q возбуждаются с удвоенной амплитудой.

Если число периодов N четное, то и 0 и π виды колебаний возбуждаются с удвоенной амплитудой. Если число периодов N нечетное, то, как и при четном N , 0 вид колебаний возбуждается с удвоенной амплитудой, а π вид колебаний не возбуждается.

Итак, если макет содержит нечетное число периодов N и возбуждается парой синфазных или противофазных токов равной амплитуды с противоположных концов резонансного отрезка, то можно возбудить либо 0 , либо π вид колебаний. Измерив резонансные частоты возбужденного вида колебаний, определяем знак дисперсии волн в исследуемой полосе.

Отметим, что возбуждение системы с противоположных торцевых стенок позволяет определить, к какой группе принадлежит данный вид колебаний: с четным или с нечетным q . Поскольку виды колебаний с четным и нечетным q чередуются, возбуждение двумя зондами позволяет разредить спектр видов колебаний, что бывает необходимо при исследовании узкополосных систем или систем с большим числом периодов.

Возбуждающие зонды можно вводить не в противоположные торцевые стенки макета, а в соседние периоды или в ячейки, расположенные друг от друга на нечетное число периодов. Тогда синфазные токи в зондах будут возбуждать 0 вид и подавлять π вид. Противофазные токи будут возбуждать π вид и подавлять 0 вид. Однако возбуждение системы двумя токами с противоположных торцевых стенок интересно тем, что при этом достаточно эффективно возбуждаются все виды колебаний, относящиеся к группе с четным или нечетным q .

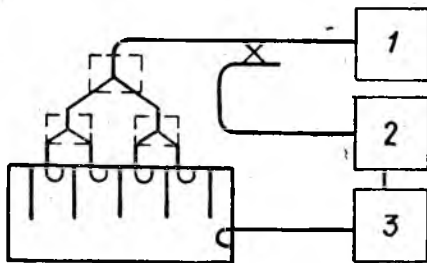
Располагая парой зондов с равными по амплитуде синфазными или противофазными токами, можно идентифицировать и вид колебаний, не принадлежащий $q = 0$ или $q = N$, если один из зондов ввести, например, в крайнюю ячейку, а другой вводить поочередно в каждую следующую ячейку и регистрировать изменение уровня поля в системе. Целесообразно располагать зонды симметрично относительно середины резонансного отрезка.

В развитие описанного метода можно возбуждать резонансный отрезок несколькими зондами (тремя и более), фазы токов в которых могут быть изменены на π . Подбирая соответствующие фазы токов в зонах и располагая зонды в соответствующих ячейках, можно возбудить любой требуемый (и единственный) вид колебаний. Методика возбуждения любого наперед заданного вида колебаний важна в узкополосных системах, в системах с большим числом периодов, при измерении сопротивления связи методом связанных линий, а также в случаях, когда необходимо получить особо точные результаты.

Для практического осуществления данного способа измерения необходим фазоинвертор. В качестве его использована петля, которая в зависимости от необходимой фазы возбуждающих токов поворачивалась вокруг оси на 180° , а в качестве СВЧ делителя использован полосковый трехдецибелльный кольцевой делитель мощности [1], обеспечивающий в петлях синфазные токи равной амплитуды в широком диапазоне частот.

Схема измерения дисперсии изложенным способом представлена на рисунке. СВЧ сигнал от генератора качающейся частоты 1 направленным ответвителем разделяется на два канала: один канал подается на волномер 2, другой — на делители (обозначены пунктиром) и с них через идентичные отрезки линий на возбуждающие зонды, выполненные в виде петель. Сигналы с выхода системы и волномера детектируются и подаются на индикатор — двухлучевой осциллограф 3.

Отметим особенности метода. Если токи в петлях сдвинуты по фазе не точно на 0° или на 180° , то добиться полного подавления соответствующих видов колебаний невозможно. Если сдвиг по фазе между токами в петлях близок к 90° , то изменение фазы одного из токов приведет к небольшому изменению амплитуды возбуждаемых видов колебаний, что может быть незамечено.



Следует отметить случай, когда резонансные частоты двух видов колебаний (например, 0 и π) совпадают. Тогда при инвертировании

фазы одного из токов резонансная кривая одного вида колебаний (0 или π) подменяет на экране осциллографа резонансную кривую другого вида (π или 0).

В работе описан метод измерения дисперсии замедляющих систем. Он не требует специальной аппаратуры или специальной измерительной линии. Метод интересен тем, что позволяет измерять дисперсию в многоступенчатых структурах, не имеющих пространства, в котором одна пространственная гармоника существенно преобладает над другими. Поэтому его целесообразно использовать в практике исследований замедляющих систем.

1. Малорацкий Л. Г. Микроминиатюризация элементов и устройств СВЧ М.: Сов. радио, 1976. 216 с.

Поступила в редколлегию 10.09.82

УДК 621.373.826:621.396

В. А. СВИРИД, инж., Н. Ф. БОГОМОЛОВ, асп.,
С. Н. ХОТЯЙНЦЕВ, канд. техн. наук

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОТВЕТВИТЕЛЕЙ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ТРАКТОВ С ПОМОЩЬЮ ЛАЗЕРНОЙ И ИСКРОВОЙ СВАРКИ

Проведено сравнительное исследование методов лазерной и электродуговой сварки применительно к изготовлению соединений, ответвителей, других узлов волоконно-оптических трактов.

Для лазерной сварки разработана установка, позволяющая в широких пределах регулировать конфигурацию и температуру зоны нагрева (см. рисунок). В качестве генератора использован CO_2 -лазер