

Государственный комитет СССР по народному образованию

Московский государственный технический университет
имени Н.Э.Баумана

И.П.Бушминский, Г.В.Аросев

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ОБЛАСТИ СОЕДИНЕНИЯ ДВУХ
ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ВОЛНОВОДОВ С РАЗЛИЧНЫМИ РАЗМЕРАМИ
ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ

Лабораторная работа

Учебное пособие по курсу "Конструирование РЭС"

Под редакцией Е.М.Парфенова

Москва 1991

Данное учебное пособие издается в соответствии с учебным планом. Учебное пособие рассмотрено и одобрено кафедрой ИУ-4 15.10.90 г. методической комиссией факультета ИУ.

Рецензент - д-р техн.наук, проф. В.А.Овчинников

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель работы
2. Теоретическая часть
3. Экспериментальная часть
4. Содержание отчета
5. Контрольные вопросы

Литература

Редактор *Кур*

Корректор *Бер*

Заказ 1211

Объем

Тираж 300 (50) экз.

Бесплатно

Типография НИЭМИ

121471, Москва, ул. Вере́йская, 41

I. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является исследование частотных зависимостей коэффициента стоячей волны по напряжению ($KСВ_H$) области соединения двух прямоугольных волноводов с различными размерами поперечного сечения.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

При конструировании СВЧ-устройств, имеющих в своем составе волноводные тракты, неизбежно возникает необходимость соединения отдельных волноводных секций. Если соединяемые волноводы имеют погрешности изготовления, то в области их соединения возникает неоднородность поперечного сечения. Неоднородность поперечного сечения волноводного тракта может быть сконструирована специально как один из способов реализации волноводных фильтров или ступенчатых волноводных переходов. Неоднородность поперечного сечения волновода приводит к неоднородности волнового сопротивления, что видно из следующей формулы:

$$R_{H_{10}} = \frac{120\pi}{\sqrt{1 - (\lambda/2a)^2}}, \quad (I)$$

где $R_{H_{10}}$ - волновое сопротивление прямоугольного волновода, в котором возбуждена волна H_{10} ;

λ - длина волны в свободном пространстве;

a - внутренний размер волновода по широкой стенке.

Если изменение размеров поперечного сечения волновода происходит скачкообразно, то и изменение волноводного сопротивления происходит скачком. В результате в волноводном тракте в области скачка волнового сопротивления возникает отражение распространяющейся в тракте бегущей волны и образуется

стоячая волна, а стоячие волны, как известно, не обладают свойствами переноса энергии.

Для характеристики наличия в волноводном тракте стоячих волн вводится понятие коэффициента стоячей волны (КСВ_Н), который определяется по формуле

$$КСВ_N = \frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|}, \quad (2)$$

где Γ - коэффициент отражения, определяемый отношением напряжения отраженной волны к напряжению падающей волны;

$$\Gamma = \frac{U_{отр}}{U_{пад}}. \quad (3)$$

Область значений КСВ_Н, как видно из формулы (2), лежит в пределах от 1 до ∞ .

Для стыка двух полых волноводов с размерами $a_1 \times b_1$ и $a_2 \times b_2$ соотношение волновых сопротивлений имеет вид

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{b_1 a_2}{b_2 a_1} \sqrt{\frac{1 - (\lambda/2a_2)^2}{1 - (\lambda/2a_1)^2}} \quad (4)$$

В случае, когда $b_1 = b_2 = b$ и размер широкой стенки изменяется симметрично, имеем

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{\lambda_{b_2}}{\lambda_{b_1}} \frac{a_2}{a_1} F(a_2/a_1), \quad (5)$$

где λ_{b_1} и λ_{b_2} - длина волны в первом и втором волноводах

$$F(a_2/a_1) = 1,6 (1 - a_2/a_1),$$

при этом $a < \frac{a_2}{a_1} \leq 1$.

Длина волны в волноводе определяется по формуле

$$\lambda_B = \frac{\lambda}{\sqrt{1 - (\lambda/\lambda_{кр})^2}}, \quad (6)$$

где λ - длина волны в свободном пространстве,

$\lambda_{кр}$ - критическая длина волны.

$$\lambda_{кр} = \frac{2}{\sqrt{(m/a)^2 + (n/B)^2}}, \quad (7)$$

где m и n - число полуволн соответственно по широкой и узкой стенкам волновода (для H_{10} : $m = 1$, $n = 0$).

Модуль коэффициента отражения от стыка двух волноводов различного поперечного сечения при симметричном отклонении размеров представлен формулой

$$|\Gamma| = \sqrt{\frac{(1 - \rho_2/\rho_1)^2 + (\rho_2/\rho_1)^2}{(1 + \rho_2/\rho_1)^2 + (\rho_2/\rho_1)^2}} \quad (8)$$

Из сказанного следует, что зная размеры поперечных сечений стыкуемых волноводов, можно рассчитать значение коэффициента отражения от области скачка волнового сопротивления и значение КСВ_н.

3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

1. Ознакомиться с инструкцией по эксплуатации панорамного измерителя КСВ_н Р2-4Г. Включить прибор и дать ему прогреться не менее 10 мин. Провести калибровку прибора.

2. Определить размеры поперечного сечения образцов и основного волновода.

3. Рассчитать значение скачка волновых сопротивлений по формуле (4) или (5) в диапазоне $\lambda = (6 - 10)$ см.

4. Провести измерение KCB_H для предложенных образцов в диапазоне $F = (3 - 5) \text{ ГГц}$.

5. Рассчитать значение KCB_H для предложенных образцов в том же диапазоне по формулам (2) и (8). Построить теоретические зависимости $KCB_H = f(\lambda)$ для каждого образца и сравнить их с экспериментальными.

4. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

В отчете должны быть представлены:

- цель работы,
- схема измерительного стенда,
- эскизы скачка волнового сопротивления,
- графики с экспериментальными и расчетными зависимостями,
- выводы.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое коэффициент отражения?
2. Что такое KCB_H ?
3. Как влияет скачкообразное изменение размеров поперечного сечения прямоугольного волновода на KCB_H ?
4. Как изменяется KCB_H скачка волнового сопротивления с изменением частоты?

ЛИТЕРАТУРА

1. Фельдштейн А.Л., Явич Л.Р., Смирнов В.П. Справочник по элементам волноводной техники.-М.: Сов.радио, 1967.
2. Лебедев И.В. Техника и приборы СВЧ.-М.: Высшая школа, 1970.

З. Сазонов Д.М., Гридин А.Н., Мишустин Б.А. Устройства
СВЧ/ Под ред. Д.М. Сазонова. - М.: Высшая школа, 1981 .