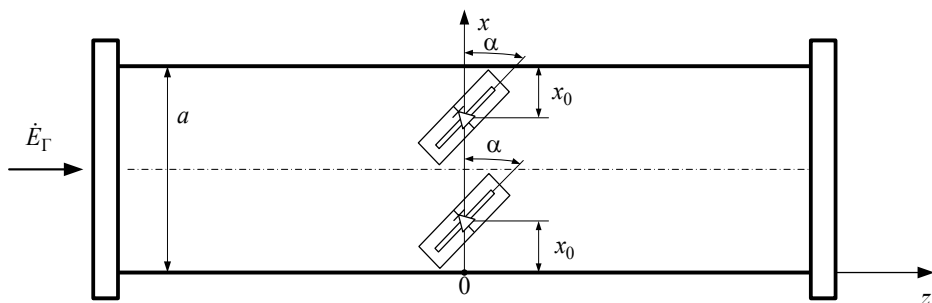


ИЗМЕРЕНИЕ ДЛИНЫ ВОЛНЫ В ПЛАСТИНЧАТОМ МЕТАЛЛОДИЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ВОЛНОВОДЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДВУХДЕТЕКТОРНОГО ВОЛНОВОДНО-ЩЕЛЕВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Преобразователь выполнен в виде отрезка пластинчатого металлодиэлектрического волновода. Щели прорезаны в широкой стенке металлизированной пластины и возбуждают запердельные волноводы детекторных головок, установленных торцом над щелями (рис. 1).



«Функциональная схема волноводно-щелевого преобразователя для измерителя длины волны в пластинчатом металлодиэлектрическом волноводе» рисунок 1

Центры щелей находятся в одной поперечной плоскости, их наклон относительно оси Oz составляет угол α , а смещение относительно боковых узких стенок

пластины — x_0 . Фазовый сдвиг между ответвляемыми волнами составляет θ ° на любой рабочей частоте диапазоны волновода.

При квадратичном детектировании СВЧ сигналов, ответвляемых в датчики мощности, напряжения с диодов головок имеют вид (ф.1), (ф.2):

$$U_1 = \frac{k_1 E_\Gamma^2 \left(1 + \Gamma^2 + 2\Gamma \cos \left(\varphi + \frac{4\pi L}{\lambda_B} \right) \right)}{1 + \Gamma_\Gamma^2 \Gamma^2 - 2\Gamma_\Gamma \Gamma \cos \left(\varphi + \frac{4\pi L}{\lambda_B} + \varphi_\Gamma \right)}$$
 , (формула 1)

$$U_2 = \frac{k_2 E_{\Gamma}^2 \left(1 + \Gamma^2 - 2\Gamma \cos \left(\varphi + \frac{4\pi L}{\lambda_{\text{в}}} \right) \right)}{1 + \Gamma_{\Gamma}^2 \Gamma^2 - 2\Gamma_{\Gamma} \Gamma \cos \left(\varphi + \frac{4\pi L}{\lambda_{\text{в}}} + \varphi_{\Gamma} \right)} \quad , \quad (\text{формула 2})$$

где U_1, U_2 — напряжения, снимаемые с диодов детекторных головок;

$\Gamma, \varphi, \Gamma_{\Gamma}, \varphi_{\Gamma}$ — модули и аргументы комплексных коэффициентов отражения нагрузки преобразователя и выхода генератора, соответственно. При этом фаза ККО выхода генератора приведена к плоскости расположения центров щелей связи;

k_1, k_2 — коэффициенты передачи детекторных головок;

$E_{\text{а}}^2$ — квадрат модуля комплексной нормированной амплитуды волны генератора;

L — расстояние от центров щелей связи до выходного фланца преобразователя;

$\lambda_{\text{а}}$ — длины волны в волноводе.

Множители $k_1 E_{\text{а}}^2$ и $k_2 E_{\text{а}}^2$ можно исключить, если провести калибровку

измерителя по согласованной нагрузке, для которой $\Gamma=0$. При этом получим два калибровочных уравнения:

$$\left. \begin{aligned} U_{1\text{к}} &= k_1 E_{\Gamma}^2 \\ U_{2\text{к}} &= k_2 E_{\Gamma}^2 \end{aligned} \right\} \quad . \quad (\text{формула 3})$$

В результате совместного решения измерительных (ф.1), (ф.2) и калибровочных уравнений (ф.3) получаем:

$$\frac{U_1}{U_{1к}} = \frac{1 + \Gamma^2 + 2\Gamma \cos\left(\varphi + \frac{4\pi L}{\lambda_B}\right)}{1 + \Gamma_r^2 \Gamma^2 - 2\Gamma_r \Gamma \cos\left(\varphi + \frac{4\pi L}{\lambda_B} + \varphi_r\right)}, \quad (\text{формула 4})$$

а также

$$\frac{U_2}{U_{2к}} = \frac{1 + \Gamma^2 - 2\Gamma \cos\left(\varphi + \frac{4\pi L}{\lambda_B}\right)}{1 + \Gamma_r^2 \Gamma^2 - 2\Gamma_r \Gamma \cos\left(\varphi + \frac{4\pi L}{\lambda_B} + \varphi_r\right)}. \quad (\text{формула 5})$$

Измеряемый параметр — длина волны λ_a в пластинчатом металлодиэлектрическом волноводе — может быть определен из решения уравнений (ф.4) и (ф.5). Для того, чтобы результат измерения не зависел от комплексного коэффициента отражения генератора, разделим уравнение (ф.4) на уравнение (ф.5). В результате вычисления получаем:

$$\frac{\frac{U_1}{U_{1к}}}{\frac{U_2}{U_{2к}}} = \frac{1 + \Gamma^2 + 2\Gamma \cos\left(\varphi + \frac{4\pi L}{\lambda_B}\right)}{1 + \Gamma^2 - 2\Gamma \cos\left(\varphi + \frac{4\pi L}{\lambda_B}\right)}. \quad (\text{формула 6})$$

После подсоединения короткозамыкающей пластины с параметрами модулем

$\Gamma = 1$ и фазой $\varphi = 180^\circ$ комплексного коэффициента отражения к выходному фланцу преобразователя левая часть уравнения (6), определяемая величинами

непосредственно измеряемых напряжений, будет равна:

$$\frac{\left(\frac{U_1}{U_{1к}}\right)}{\left(\frac{U_2}{U_{2к}}\right)} = \frac{1 - \cos\left(\frac{4\pi L}{\lambda_B}\right)}{1 + \cos\left(\frac{4\pi L}{\lambda_B}\right)} = \frac{\sin^2\left(\frac{2\pi L}{\lambda_B}\right)}{\cos^2\left(\frac{2\pi L}{\lambda_B}\right)} = \operatorname{tg}^2\left(\frac{2\pi L}{\lambda_B}\right), \quad (\text{формула 7})$$

откуда

$$\lambda_B = \frac{2\pi L}{\operatorname{arctg}\left(\sqrt{\frac{\left(\frac{U_1}{U_{1к}}\right)}{\left(\frac{U_2}{U_{2к}}\right)}}\right)}. \quad (\text{формула 8})$$

Зная размер L и измерив напряжения с детекторных головок при калибровке по согласованной нагрузке и при подсоединении короткозамыкателя, определяем длину волны $\lambda_{\hat{a}}$.

Таким образом, предложен способ определения длины волны в пластинчатом металлодиэлектрическом волноводе, для реализации которого использован неподвижный короткозамыкатель и согласованная нагрузка.

Литература

1. Саламатин В.В. Электродинамика и распространение радиоволн: электронный конспект лекций для студентов дневной и заочной форм обучения направления 0509 — радиотехника / В.В. Саламатин, И.Л. Афонин. — Севастополь, изд-во СевНТУ, 2008.—100 с.