

РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ШИРОКОПОЛОСНОГО
ВРАЩАТЕЛЯ ПЛОСКОСТИ ПОЛЯРИЗАЦИИ

Э. Г. МИРЗАБЕКЯН, Р. Н. СИМОНЯН

Проведен расчет оптимальных параметров широкополосного вращателя плоскости поляризации. Получены расчетные формулы для электрических и геометрических параметров в диапазоне 3 см волн.

В [1] предложен и исследован вращатель плоскости поляризации в виде вращающейся в круглом волноводе металлической пластины. Такой вращатель плоскости поляризации в диапазоне волн 3 см имел полосу рабочих частот ~2% по уровню эллиптичности в 30 дБ.

В [2] экспериментально было показано, что внесение диэлектрической втулки приводит к расширению полосы рабочих частот до 10%.

В данной работе проводится расчет оптимальных электрических и геометрических параметров такой секции.

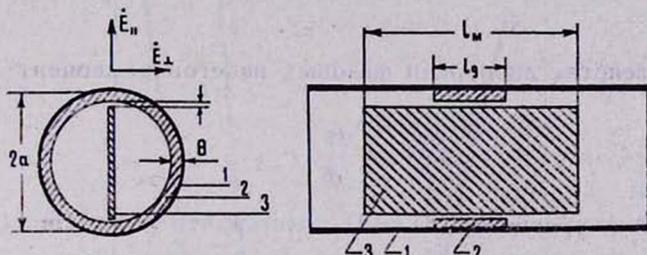


Рис. 1. 1. Круглый волновод. 2. Диэлектрическая втулка. 3. Металлическая пластина.

Используя обозначения на рис. 1, легко установить, что фазовые сдвиги, приобретаемые компонентами E_{\parallel} и E_{\perp} , проходящими через данную секцию, определяются соответственно соотношениями

$$\begin{aligned} \varphi_{\parallel} &= \gamma(l_M - l_g) + \gamma_g l_g, \\ \varphi_{\perp} &= \gamma_b(l_M - l_g) + \gamma'_b l_g, \end{aligned} \quad (1)$$

где

$$\gamma = \frac{2\pi}{\lambda}, \quad \gamma_g = \frac{2\pi}{\lambda} \sqrt{\epsilon},$$

γ'_b — волновое число в круглом волноводе с учетом возмущения, вызванного диэлектрической втулкой [3],

$$\gamma'_b = \gamma_b + \Delta\gamma,$$

$$\gamma_b = \frac{2\pi}{\lambda} \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{\lambda_k}\right)^2}, \quad \Delta\gamma = \gamma_b \frac{n^2}{(P_{nm})^2 - n^2} \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} \frac{\theta}{a},$$

P'_{nm} — корни первой производной функции Бесселя. Для волны $H_{||}$ величина $P'_{||} = 1,84$.

Под величинами l_g и l_M следует понимать эффективные длины диэлектрической втулки и металлической пластины, определяющие величины создаваемых фазовых сдвигов [2].

Следует указать допущения, принятые при расчете.

1. Конфигурация поля при распространении компоненты близка к конфигурации поля волны ТЕМ — $\frac{\theta}{a} \ll 1$ и $\frac{\Delta h}{\theta} \ll 1$.

2. Распространение компонент $E_{||}$ и E_{\perp} близко к режиму бегущей волны — К.Б.В. ≈ 1 .

3. Так как диэлектрическая втулка изотропно заполняет волновод, то влияние ее длины на дифференциальный фазовый сдвиг обнаружится при длинах втулки, удовлетворяющих неравенству

$$l_g \leq l_M. \quad (2)$$

Дифференциальный фазовый сдвиг определяется так

$$\psi = \varphi_{||} - \varphi_{\perp}. \quad (3)$$

Условием равенства дисперсии фазовых набегов компонент $E_{||}$ и E_{\perp} является

$$\frac{\partial \varphi_{||}}{\partial l} = \frac{\partial \varphi_{\perp}}{\partial l}. \quad (4)$$

Решая совместно уравнения (3) и (4), полагая, что $\psi = m\pi$ ($m=1, 3, 5, \dots$), получим

$$l_{g\text{опт.}} = \frac{m\pi}{\gamma(M-1) - \gamma_b M + \gamma_g - \Delta\gamma}, \quad (5)$$

$$l_{M\text{опт.}} = \frac{Mm\pi}{\gamma(M-1) - \gamma_b M + \gamma_k - \Delta\gamma},$$

где

$$M = \frac{\sqrt{\varepsilon} - 1 + Z \left\{ 2 \left(\frac{\lambda}{\lambda_k} \right)^2 \left[1 - \left(\frac{\lambda}{\lambda_k} \right)^2 \right]^{-1/2} - \left[1 - \left(\frac{\lambda}{\lambda_k} \right)^2 \right]^{-3/2} \right\}}{\left[1 - \left(\frac{\lambda}{\lambda_k} \right)^2 \right]^{-1/2} - 1},$$

$$Z = \frac{1}{2,38} \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon} \frac{\theta}{a}.$$

Из условия (2) вытекает, что $M \gg 1$. Предполагая, что $\theta/a \ll 1$, получим, что

$$\varepsilon \gg \frac{\lambda_k^2}{\lambda_k^2 - \lambda^2}. \quad (6)$$

Такое ограничение на величины диэлектрической проницаемости является необходимым условием выполнения равенства (4).

Подставляя в (3) значения оптимальных размеров $l_{M\text{опт.}}$ и $l_{g\text{опт.}}$, получим

$$\psi = \psi^0 \frac{2\pi}{\lambda} \frac{\left\{ \sqrt{\varepsilon - 1 + M^0} \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{\lambda_k}\right)^2} \right] + \frac{Z}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{\lambda_k}\right)^2}} \right\}}{\gamma^0 (M^0 - 1) + \gamma_g^0 - \gamma_g^0 M^0 - \Delta\gamma^0}, \quad (7)$$

где ψ^0 , γ^0 , γ_g^0 , $\Delta\gamma^0$ и M^0 — величины, соответствующие рабочей частоте f_0 , при которой выполняется условие (4).

На рис. 2 приведена кривая частотной зависимости $\psi - \psi^0$, построенная по формуле (7) в предположении, что $2a = 30$ мм, $\theta = 1$,

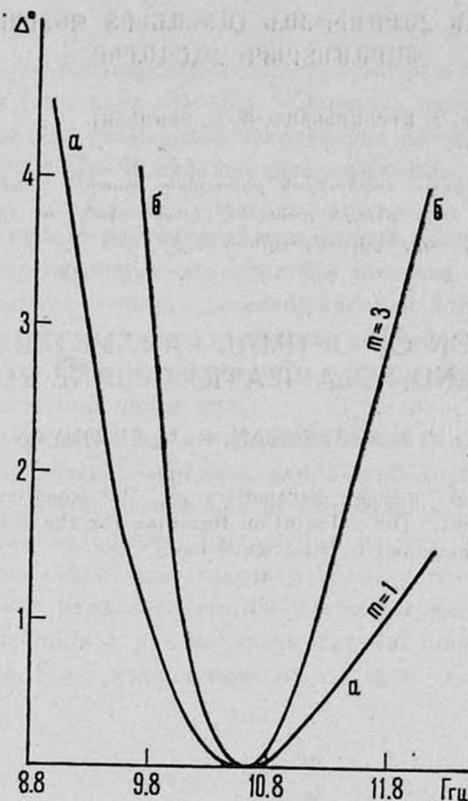


Рис. 2.

$\varepsilon = 2,5$, $m = 1$, $m = 3$. Практический интерес представляет случай $m = 3$, так как при этом размеры l_g и l_M , согласно (5), являются подходящими для достижения хорошей согласованности.

Из рис. 2 видно, что для эллиптичности в 30 дБ, что соответствует $\Delta^0 \leq 3,6^\circ$, рабочая полоса частот составляет $\sim 20\%$ f_0 (для $m = 3$).

Учитывая ряд преимуществ предложенного вращателя плоскости поляризации, указанных в [1, 2], и имея расчетные формулы, можно реко-

мендовать его для широкого использования в поляризационных измерениях.

Институт радиофизики и электроники
АН АрмССР

Поступила 25.XII.1973

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Э. Г. Мирзабекян, А. А. Оганесян, Ж. А. Саркисян, Р. Н. Симонян. Приборы и техника эксперимента, № 3 (1973).
2. Ж. А. Саркисян, Р. Н. Симонян. Радиотехника, 28, 6 (1973).
3. И. Е. Ефимов. Радиочастотные линии передачи, Изд. Советское радио, 1964.

ԲԵՎԵՌԱՑՄԱՆ ՀԱՐԹՈՒԹՅԱՆ ԼԱՅՆԱՇԵՐՏ ՊՏՏԻՉԻ ՕՊՏԻՄԱԼ ՊԱՐԱՄԵՏՐԵՐԻ ՀԱՇՎԱՐԿԸ

Է. Հ. ՄԻՐԶԱԲԵԿՅԱՆ, Ռ. Ն. ՍԻՄՈՆՅԱՆ

Կատարված է բևեռացման հարթության լայնաշերտ պտտիչի օպտիմալ պարամետրերի հաշվարկը: Ստացված են հաշվարկային բանաձևեր էլեկտրական և երկրաչափական պարամետրերի համար 3 սմ-ոց ալիքների տիրույթում:

CALCULATION OF OPTIMAL PARAMETERS OF THE BROADBAND POLARIZATION PLANE ROTATOR

E. H. MIRZABEKYAN, R. N. SIMONYAN

The calculation of optimal parameters of the broadband polarization plane rotator was carried out. The calculation formulae for the electrical and geometrical parameters were obtained in 3 cm wave band.