

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПОЛЯРИЗАЦИИ СВЧ КОЛЕБАНИЙ

Р. Н. СИМОНЯН, Э. Г. МИРЗАБЕКЯН

В данной работе рассматривается один тип преобразования эллиптически поляризованного СВЧ колебания в линейно-поляризованное колебание, плоскость поляризации которого следует за изменением ориентации первичного эллиптически поляризованного колебания.

Рассмотрим прохождение поляризованного сигнала через систему, состоящую из двух фазовых пластин $\frac{\lambda}{4}$ ($\varphi_1 \varphi_2$), расположенных в плоскости XOZ и пластины (q) с коэффициентом передачи по напряженности поля равным q , расположенной между ними под углом $\alpha=45^\circ$ относительно плоскости XOZ . (Рис. 1). При таком расположении этих эле-

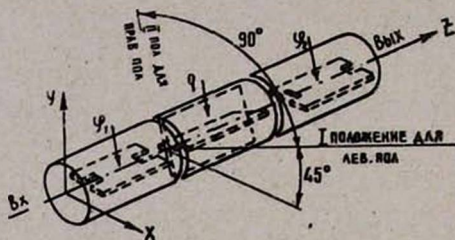


Рис. 1.

ментов относительно системы XOZ им соответствуют поляризационные матрицы Джонса следующего вида:

$$[S_\varphi] = \begin{bmatrix} j & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, [S_q] = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} q+1 & q-1 \\ q-1 & q+1 \end{bmatrix},$$

где q — коэффициент передачи по напряженности данной пластины.

Матрицу Джонса $[Q]$ для системы (рис. 1) можно получить из равенства

$$[Q] = [S_\varphi] \cdot [S_q] \cdot [S_\varphi] = \frac{q+1}{2} \begin{bmatrix} -1 & jk \\ jk & 1 \end{bmatrix}, \quad (1)$$

где $k = \frac{q-1}{q+1}$.

Поляризованную волну, действующую на входе данной системы, можно представить в виде

$$[E]_{ВХ} = \begin{bmatrix} E_x \\ E_y \end{bmatrix},$$

где E_x, E_y — компоненты входящей волны

Начальную фазу компоненты E_x примем равной нулю. Характер поляризации сигнала на выходе данной системы определяется из соотношений

$$[\dot{E}_{\text{вых.}}] = [Q] \cdot [E_{\text{вх.}}] = \frac{q+1}{2} E_x \begin{bmatrix} -1 + jk\dot{P} \\ jk + \dot{P} \end{bmatrix}, \quad (2)$$

где $\dot{P} = \left(\frac{E_y}{E_x} \right)_{\text{вх}}$ — фазор входной поляризованной волны.

Из соотношения (2) для фазора выходной поляризованной волны имеем

$$\dot{P}_{\text{вых.}} = \left(\frac{E_y}{E_x} \right)_{\text{вых.}} = \frac{jk + \dot{P}}{-1 + jk\dot{P}}. \quad (3)$$

С целью определения ориентации выходной поляризованной волны воспользуемся выражением [1]

$$\beta_{\text{вых.}} = \frac{1}{2} \operatorname{arctg} \frac{\dot{P}_{\text{вых.}} + \dot{P}_{\text{вых.}}^*}{1 - \dot{P}_{\text{вых.}} \dot{P}_{\text{вых.}}^*}.$$

После подстановки значения $\dot{P}_{\text{вых.}}$ получим

$$\beta_{\text{вых.}} = \pi - \beta_{\text{вх.}}$$

Как видно из этого выражения, изменение ориентации выходной волны с противоположным знаком следует за изменением ориентации входной волны.

Для определения отношения осей ($r_{\text{вых.}}$) выходной поляризованной волны поступим следующим образом.

Как известно [1], $r_{\text{вых.}}$ выражается через $\Phi_{\text{вых.}}$ и $\beta_{\text{вых.}}$ следующим образом:

$$r_{\text{вых.}} = -\frac{\operatorname{ctg} \Phi_{\text{вых.}}}{\sin 2\beta_{\text{вых.}}} + \sqrt{1 + \left(\frac{\operatorname{ctg} \Phi_{\text{вых.}}}{\sin 2\beta_{\text{вых.}}} \right)^2}, \quad (4)$$

где

$$\beta_{\text{вых.}} = \pi - \beta_{\text{вх.}}$$

$$\operatorname{tg} \Phi_{\text{вых.}} = \frac{\operatorname{im} \dot{P}_{\text{вых.}}}{\operatorname{Re} \dot{P}_{\text{вых.}}} = F(r_{\text{вх.}}, \Phi_{\text{вх.}}).$$

Примем, что при изменении во времени ориентации входной волны отношение осей $r_{\text{вх.}}$ остается постоянным, т. е. для входной волны выполняется равенство [1]

$$\operatorname{tg} \Phi_{\text{вх.}} = \frac{A}{\sin 2\beta_{\text{вх.}}}, \quad (5)$$

где $A = \frac{2r_{\text{вх.}}}{1-r_{\text{вх.}}^2} = \operatorname{const}$.

Подставляя в выражение (4) значение для $\beta_{\text{вых.}}$ и $\operatorname{tg} \Phi_{\text{вых.}}$, можно показать, что $\frac{\partial r_{\text{вых.}}}{\partial \beta_{\text{вх.}}} \equiv 0$.

Это значит, что эллиптичность выходного сигнала не зависит от ориентации входной волны, что может быть полезным при некоторых практических применениях.

Имея в виду это обстоятельство, для получения функциональной зависимости $r_{\text{вых}} = r(r_{\text{вх}})$ рассчитаем $r_{\text{вых}}$ для частного случая, а именно, когда

$$\beta_{\text{вх}} = \frac{\pi}{2} = \beta_{\text{вых}}.$$

При этом из выражения (3) можно получить

$$r_{\text{вых}} = \frac{k + r_{\text{вх}}}{-1 - kr_{\text{вх}}}. \quad (6)$$

Условимся, что знаки (\pm) величины $\frac{r}{|r|}$ соответственно указывают на левую и правую поляризации. График этой функции приведен на (рис. 2) пунктирными кривыми.

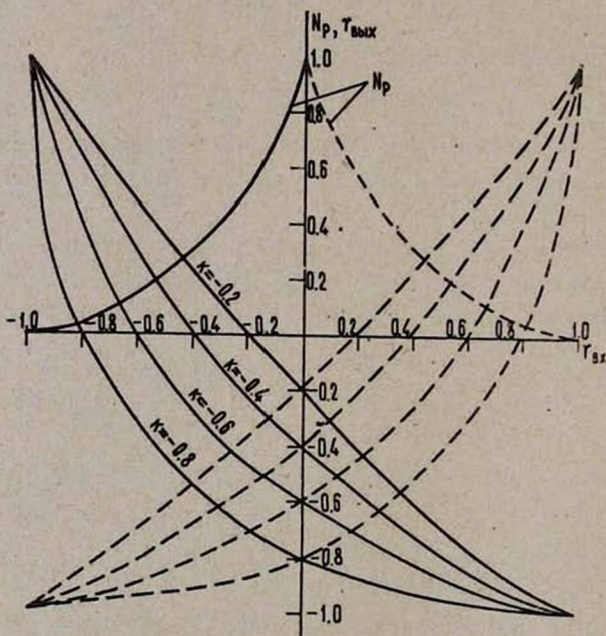


Рис. 2.

Из требования наличия на выходе данной системы линейной поляризованной волны из (6) следует

$$k = -r_{\text{вх}}. \quad (6a)$$

Как видим k может иметь знак „+“ или „-“ в зависимости от наличия на входе право или лево поляризованной волны. Иными словами, при принятой нами ориентации пластин q под углом $\alpha_1 = 45^\circ$, в зависимости от знака поляризации входной волны, данный элемент может

быть поглотителем мощности ($q < 1$) или же усилителем мощности ($q > 1$) — компонент вдоль направления плоскости пластин.

Практически целесообразно в зависимости от знака поляризации входной волны менять не свойство данной пластины, а ее ориентацию на $\pm 45^\circ$, при этом выходная волна в обоих случаях будет линейно поляризованной при определенном выборе значения q , зависящего только от $|r_{\text{вх}}|$.

На графике (рис. 2) сплошными кривыми показаны зависимости $r_{\text{вых}} = r_{k=\text{const}}(r_{\text{вх}})$ для положения поглощающей пластины $\alpha_2 = 135^\circ$, а пунктирными кривыми для положения $\alpha_1 = 45^\circ$. Как видно из графика, для всех значений $r_{\text{вх}}$, удовлетворяющих условию $-1 < r_{\text{вх}} < +1$, меняя знака k , можно получить $r_{\text{вых}} = 0$. Используя результат (2) для величины мощности выходной линейно-поляризованной волны, в случае левополяризованной волны при положении поглощающей пластины $\alpha_1 = 45^\circ$ получим следующее соотношение:

$$W_{\text{вых}} = A_1 E^2 (r_{\text{вх}} - 1)^2.$$

Аналогичное выражение получается для правополяризованной волны в положении пластины $\alpha_2 = 135^\circ$.

Для мощности входного сигнала имеем

$$W_{\text{вх}} = A_2 E^2 (r_{\text{вх}}^2 + 1),$$

где A_1, A_2 — постоянные коэффициенты.

Предполагая, что $A_1 = A_2$, определим коэффициент передачи по мощности данной системы как отношение мощности выходной линейно-поляризованной волны к мощности, входящей в систему:

$$N_p = \frac{W_{\text{вых. (лин. пол.)}}}{W_{\text{вх. (эл. пол.)}}} = \frac{(r_{\text{вх}} - 1)^2}{r_{\text{вх}}^2 + 1}.$$

График этой функции показан на рис. 2 сплошными кривыми для положения пластины $\alpha_2 = 135^\circ$ и пунктирными кривыми для положения пластины $\alpha_1 = 45^\circ$.

Во всех вышеприведенных рассуждениях было сделано предположение о вещественности коэффициента передачи (q). В реальном случае величина q есть комплексное число

$$\tilde{q} = q' e^{i\delta},$$

где $\delta = \delta(q')$ — дополнительный фазовый сдвиг, вносимый поглощающей пластиной (q). В этом случае легко убедиться, что условие (ба) — дающее возможность определить отношение осей эллипса поляризации входного сигнала, остается в силе, а формула для $\beta_{\text{вых}}$ принимает вид

$$\beta_{\text{вых}} = \pi - \beta_{\text{вх}} + \frac{1}{2} \delta(q').$$

Поправка $\frac{1}{2} \delta(q')$ для данной пластины может быть определена экспериментально путем изменения зависимости вносимого фазового сдвига от величины модуля коэффициента передачи.

Институт радиопизики и электроники
АН АрмССР

Поступила 29.I.1969

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Д. Б. Канарейкин, Н. Ф. Павлов, В. А. Потехин, „Поляризация радиолокационных сигналов“. Изд. „Сов. рад.“, 1966.

Գ. Բ. Հ. ՏԱՏԱՆՈՒՄՆԵՐԻ ԲԵՎԵՌԱՄԱՆ ՉԵՎԱՓՈՒԽՈՒՄ Ռ. Ն. ՄԻՄՈՆՅԱՆ, Է. Հ. ՄԻՐԶԱԲԵԿՅԱՆ

Քննարկված է Գ. Բ. Հ. տատանումների բեկոացման ձևափոխման մեկ ձև որը հնարավորություն է տալիս ձևափոխելու էլլիպսական բեկոացում ունեցող տատանումը դժային բեկոացում ունեցող տատանման, որի ժամանակ դժային բեկոացում ունեցող տատանման բեկոացման հարթության դիրքը հետևում է նախնական էլլիպսական բեկոացման ալիքի դիրքին:

THE TRANSFORMER OF POLARIZATION OF MICROWAVE VIBRATION

R. N. SIMONIAN, E. H. MIRZABEKIAN

A certain type of transformation of elliptically polarized microwave vibration into linearly-polarized one, whose polarization plane is followed by the change of orientation of elliptically polarized vibration is discussed.