

### МНОГОКАНАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕННЫЕ ОТВЕТВИТЕЛИ С СОВМЕЩЕННОЙ ОБЛАСТЬЮ СВЯЗИ

Многоканальные направленные ответвители (МНО) с совмещенной областью связи обладают по сравнению с каскадным включением направленных ответвителей на двух связанных линиях меньшими линейными размерами и обеспечивают ответвление сигналов в одинаковой фазе. Приближенная методика проектирования сдвоенных направленных ответвителей со слабой связью (переходное затухание не менее 15 дБ), не учитывающая взаимную связь между линиями боковых каналов, предложена в работах [2, 4]. Нами рассматривается общий случай произвольного числа каналов без ограничений на величину переходного ослабления.

Основой для построения такого МНО является отрезок многопроводных связанных линий (МСЛ) с симметричными связями в системе относительно одной из линий, например линии с полюсами 1 и  $n + 1$  (рис. 1). Используя соотношения для элементов матрицы рассеяния такой системы с уравновешенными связями [1], представим выражения для переходного затухания  $C_{1i}$  ( $2 \leq i \leq n$ ), рабочего затухания  $C_{1n+1}$ , а также для развязки между вторичными выходными каналами  $C_{ij}$  ( $2 \leq i, j \leq n, i \neq j$ ) в виде

$$C_{1i} = C_0 + (C_0 - n + 1) \operatorname{ctg}^2 \theta; \quad C_{1,n+1} = \frac{C_0 - (n + 1) \cos^2 \theta}{C_0 - n + 1};$$

$$C_{ij} = (2C_0 - n + 1)^2 + 4C_0(C_0 - n + 1) \operatorname{ctg}^2 \theta, \quad (1)$$

где  $C_0$  — номинальное значение переходного затухания  $C_{1i} = 1/|S_{1i}|^2$  на средней частоте диапазона, для которой электрическая длина отрезка МСЛ  $\theta = \pi/2$ .

Модуль коэффициента отражения в выходных каналах МН  
 $\Gamma_i$  ( $2 \leq i \leq n$ )

$$\Gamma_i = \frac{n-2}{\sqrt{(2C_0 - n + 1)^2 + 4C_0(C_0 - n + 1) \operatorname{ctg}^2 \theta}}$$

является конечной величиной на любой частоте, несмотря на то что вход основного канала идеально согласован ( $\Gamma_1 = \Gamma_{n+1} = 0$ ), ответвитель является идеально направленным ( $C_{1,n+i} = \infty$ ).

Полученные выражения (1) и (2) позволяют определить частотные характеристики МНО с заданным номинальным значением пер

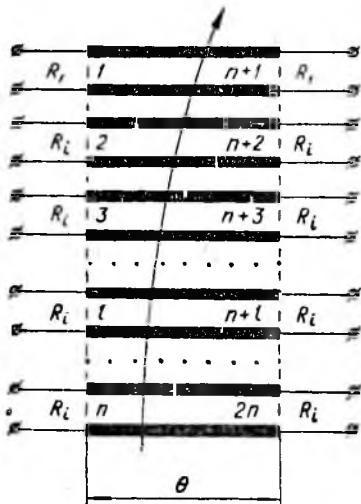


Рис. 1. Система многопроводных связанных линий

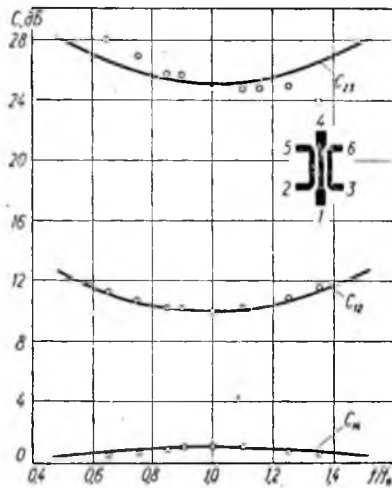


Рис. 2. Частотные характеристики направленного ответвителя на осе трех связанных линий

ходного затухания  $C_0$ . Для конструктивного расчета МНО необходимо установить связь между вторичными электрическими параметрами ответвителя и волновыми сопротивлениями МСЛ для синфазного и противофазного возбуждения, которые однозначно определяют погонные емкости линий, а значит, и их геометрические размеры [3]. Используя соотношения (4) и (5) работы [1], получим выражения для волновых сопротивлений линий при синфазном  $\omega_1^{++}$ ,  $\omega_i^{++}$  и противофазном  $\omega_1^{+-}$ ,  $\omega_i^{+-}$  возбуждении по напряжению

$$\omega_1^{++} = \frac{R_1 \sqrt{C_0 - n + 1}}{\sqrt{C_0 - (n-1) \sqrt{R_1/R_i}}}; \quad \omega_i^{++} = \frac{R_i \sqrt{C_0 - n + 1}}{\sqrt{C_0 - \sqrt{R_i/R_1}}}; \quad (3)$$

$$\omega_1^{+-} = \frac{R_1 \sqrt{C_0 - n + 1}}{\sqrt{C_0 + (n-1) \sqrt{R_1/R_i}}}; \quad \omega_i^{+-} = \frac{R_i \sqrt{C_0 - n + 1}}{\sqrt{C_0 + \sqrt{R_i/R_1}}}$$

где  $R_1, R_i$  — волновые сопротивления подводящих линий в основном и вторичных каналах.

Приведенные соотношения были использованы для расчета сдвоенного направленного ответвителя дециметрового диапазона с номинальным переходным затуханием 10 дБ. Ответвитель выполнен на основе трех полосковых связанных проводников, расположенных в экране между пластинами из диэлектрика СТ-3 толщиной 4 мм. Ширина линий основного и вторичных каналов составляла, соответственно, 3,0 и 4,4 мм, зазор 0,5 мм. Частотные характеристики ответвителя представлены на рис. 2. Развязка плеч 5 и 6 со входом 1 ответвителя не менее 26 дБ,  $K_{СВН_{вх1}} \leq 1,4$ ,  $K_{СВН_{вх2,3}} \leq 1,7$ , в диапазоне частот, превышающем октаву.

Полученные результаты подтверждают пригодность соотношений (1)—(3) для инженерного расчета МНО с совмещенной областью связи.

1. *Осипов В. Г.* Соотношения между параметрами многопроводных связанных линий.— Вестн. Киев. политехн. ин-та. «Радиотехника», 1978, вып. 15, с. 43—46.
2. *Сорокин Ю. К.* Инженерный метод синтеза направленного ответвителя на трех связанных линиях.— Электронная техника, 1967, сер. КИА, вып. 3, с. 68—77.
3. Справочник по элементам полосковой техники / Под ред. А. Л. Фельдштейна. М., Связь, 1979. 336 с.
4. *Стародубовский Р. К., Панков С. В., Топольская Н. К.* Вопросы проектирования сдвоенных широкополосных измерительных ответвителей в диапазоне частот 0,1—2 ГГц. — Вопросы радиоэлектроники, 1973, сер. РИТ, вып. 2, с. 13—20.

Поступила в редколлегию 14.09.79

*N. I. Kovalenko, V. G. Osipov*

## THE MULTICHANNEL DIRECTIONAL COUPLERS WITH COMBINE REGION OF COUPLING

The formulas for calculation of the multichannel directional couplers with combine coupling region are obtained.