

В. Е. КОСЫХ, мл. науч. сотр., В. И. НАЙДЕНКО, канд. техн. наук
**ДИСПЕРСИЯ ШТЫРЕВЫХ ЗАМЕДЛЯЮЩИХ СИСТЕМ
 С КВАЗИ-s-ОБРАЗНЫМИ ПЕТЛЯМИ СВЯЗИ**

К замедляющим системам (ЗС) с квази-s-образными петлями связи относятся системы «сороконожка» [1, 7], типа «Н» [2, 3] и др. На рис. 1 изображен один период аналога ЗС типа «сороконожка» без верхней закрывающей плоскости. Вся система получается периодическим

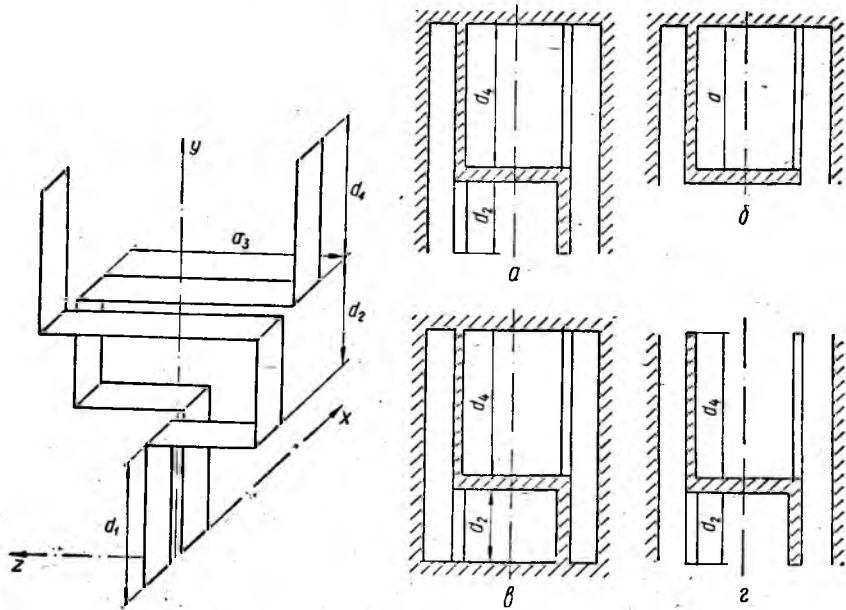


Рис. 1

Рис. 2

повторением его в направлениях x и z . Выделим четыре многопроводные линии. Длина линии с номером m равна d_m , а ее волновая проводимость при синфазных (противофазных) потенциалах на проводниках равна f_{mc} (f_{mn}).

При типичных размерах проводники соседних рядов третьей линии хорошо экранированы друг от друга, поэтому можно считать, что эта линия однорядная.

Записав выражения для токов и потенциалов в многопроводных линиях [4, 5, 6], используя условия непрерывности для токов и потенциалов в местах стыка линий и граничные условия, получим однородную систему уравнений четвертого порядка для потенциалов в начале первой линии и токов в конце четвертой линии.

Приравнявая нулю детерминанта системы, получим дисперсионное уравнение. Для данной ЗС оно распадается на два уравнения, каждое

из которых описывает одну ветвь дисперсионной характеристики исследуемой системы. Одно из этих уравнений имеет вид

$$\left(\operatorname{ctg} kd_2 - \frac{f_{1c}}{f_{2c}} \operatorname{tg} kd_1 \right) \operatorname{tg} kd_4 + \frac{1}{2} \left[f_{2c} \operatorname{tg} kd_4 - f_{4c} \operatorname{ctg} kd_2 + f_{1c} \operatorname{tg} kd_1 \times \right. \\ \left. \times \left(\operatorname{tg} kd_4 \operatorname{ctg} kd_2 + \frac{f_{4c}}{f_{2c}} \right) \right] T_{3c} + \frac{f_{4c}}{f_{3c} f_{3n}} (f_{2c} + f_{1c} \operatorname{ctg} kd_2 \operatorname{tg} kd_1) = 0, \quad (1)$$

где $T_{3c} = f_{3c}^{-1} \operatorname{ctg} \frac{kd_3}{2} - f_{3n}^{-1} \operatorname{tg} \frac{kd_3}{2}$.

Второе уравнение получается из (1) заменой индексов «с» ↔ «п».

Удаляя из аналога ЗС типа «сороконожка» входящие в него многопроводные линии, получим ряд других ЗС.

Система типа полузамкнутое Н (рис. 2, а). Положив в аналоге длину первой линии равной нулю, придем к ЗС, дисперсионное уравнение которой имеет вид

$$\operatorname{ctg} kd_2 \operatorname{tg} kd_4 - \frac{1}{2} (f_{2c} \operatorname{tg} kd_4 - f_{4c} \operatorname{ctg} kd_2) T_{3c} + \frac{f_{2c} f_{2n}}{f_{3c} f_{3n}} = 0. \quad (2)$$

В том случае, когда вторая и четвертая линии одинаковы ($d_2 = d_4 = d$, $f_{2c} = f_{4c} = f_c$), дисперсионное уравнение системы $1 - f_c \operatorname{ctg} kd \cdot T_{3c} + \frac{f_c^2}{f_{3c} f_{3n}} = 0$.

Изогнутые встречные штыри (рис. 2, б). Если в исходной системе, кроме первой, удалить так же и вторую линию, получим ЗС, дисперсионное уравнение которой $2 \operatorname{tg} kd - f_c T_{3c} = 0$. Для получения этого уравнения необходимо уравнение (2) умножить на $\operatorname{tg} kd_2$ и положить $d_2 = 0$.

Замкнутое Н (рис. 2, в). Дисперсионное уравнение системы имеет вид

$$\operatorname{tg} kd_2 \operatorname{tg} kd_4 - \frac{1}{2} (f_{2c} \operatorname{tg} kd_4 + f_{4c} \operatorname{tg} kd_2) T_{3c} - \frac{f_{2c} f_{4c}}{f_{3c} f_{3n}} = 0.$$

Оно непосредственно следует из выражения (2), если в последнем заменить $\operatorname{ctg} kd_2$ на $-\operatorname{tg} kd_2$. В том случае, когда вторая и четвертая линии одинаковы, это уравнение распадается на два

$$\operatorname{tg} kd \operatorname{tg} \frac{kd_3}{2} - \frac{f_c}{f_{3c}} = 0; \quad (3)$$

$$\operatorname{tg} kd \operatorname{ctg} \frac{kd_3}{2} - \frac{f_c}{f_{3n}} = 0. \quad (4)$$

Разомкнутое Н (рис. 2, г). Дисперсионное уравнение системы

$$\operatorname{ctg} kd_2 \operatorname{ctg} kd_4 + \frac{1}{2} (f_{2c} \operatorname{ctg} kd_4 + f_{4c} \operatorname{ctg} kd_2) T_{3c} - \frac{f_{2c} f_{4c}}{f_{3c} f_{4n}} = 0. \quad (5)$$

Оно следует из уравнения (2), если в последнее вместо $\operatorname{tg} kd_3$ подставить $-\operatorname{ctg} kd_2$. В том случае, когда вторая и четвертая линии одинаковы, уравнение (5) распадается на два

$$\operatorname{ctg} kd \operatorname{tg} \frac{kd_3}{2} + \frac{f_c}{f_{3c}} = 0; \quad (6)$$

$$\operatorname{ctg} kd \operatorname{ctg} \frac{kd_3}{2} + \frac{f_c}{f_{3n}} = 0. \quad (7)$$

Уравнения (3) и (6) соответствуют нечетному распределению потенциала относительно центра штыря, уравнения (4) и (7) — четному.

Были изготовлены макеты ЗС типа «замкнутое Н» и «разомкнутое Н» с одинаковыми второй и четвертой линиями и измерены дисперсионные характеристики этих систем. Сравнение результатов расчета и эксперимента показало, что в ЗС типа «замкнутое Н» в полосах с четным распределением потенциала, расчетные значения отличаются от соответствующих экспериментальных в наилучшем случае не более чем на 6%, в полосах с нечетным распределением потенциала — на 9%. Для полос ЗС типа «незамкнутое Н» с нечетным распределением потенциала отличие результатов расчета и эксперимента не превосходит 10%.

1. А. с. 544016 (СССР) Замедляющая система типа «сороконожка» / В. Е. Косых, В. И. Найденко. — Опул. в Б. и., 1977, № 3. 2. А. с. 651426 (СССР). Штыревая замедляющая система / В. Е. Косых, В. И. Найденко. — Опул. в Б. и., 1979, № 9. 3. А. С. 696559 (СССР). Штыревая замедляющая система / В. Е. Косых, В. И. Найденко. Опул. в Б. и., 1979, № 41. 4. *Силин Р. А., Сазонов В. П.* Замедляющие системы. М.: Сов. радио, 1966. 632 с. 5. *Сухов В. А.* К теории штыревых замедляющих систем. Автореф. дис. ... Саратов: Б. и., 1963. 20 с. 6. *Тараненко З. И., Трохименко Я. К.* Замедляющие системы. Киев: Техніка, 1965. 306 с. 7. *Roambanis I.* Septipede Slow Wave Circuit and Microwave Tubes Using Same. U. S. Pat. n 3532 324 cl. 315—3. 5.

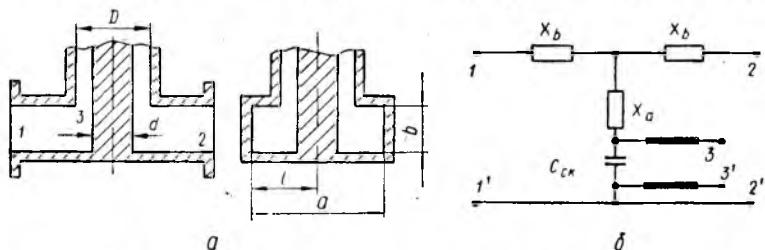
Поступила в редколлегия 18.09.82

УДК 621.375.4

Б. А. КОЦЕРЖИНСКИЙ, канд. техн. наук, А. А. ПАРФЕНОВ, инж.

МОДЕЛЬ КОАКСИАЛЬНО-ВОЛНОВОДНОГО ПЕРЕХОДА

Для параметрического синтеза с помощью ЭВМ твердотельных генераторов и усилителей СВЧ нужны адекватные математические модели их электродинамических структур, не требующие, однако, значительных затрат машинного времени. С укорочением рабочей длины



волны диаметр d внутреннего проводника коаксиального отрезка коаксиально-волноводного перехода (см. рисунок, а) становится соизмеримым с длиной волны в волноводе, а обычно используемые модели перехода — неадекватными.

Предлагается эвристическая модель перехода (см. рисунок, б), в основу которой положена математическая модель толстого штыря в волноводе, а щель на стыке коаксиал — волновод учтена введением эквивалентной емкости $C_{сск}$ ступенчатого стыка двух коаксиальных