

Н. Т. Бова, канд. техн. наук, В. Ф. Малюга, ст. инж.

**ПРИМЕНЕНИЕ СМЕШАННЫХ МАТРИЦ ПРИ РАСЧЕТЕ
ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ УПРАВЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ СВЧ**

Полупроводниковое управляющее устройство СВЧ можно представить в виде сложного соединения, часть каскадов которого описывается волновыми, а часть — классическими матрицами [1]. При расчете такого устройства необходимо произвести ряд преобразований для получения матрицы одного вида $[S]$ или $[Z]$ [2]. Однако применение формул преобразования для многополюсных устройств СВЧ неэффективно из-за громоздкости вычислений. Для устранения этого недостатка можно применить метод смешанных матриц [3].

Устройство СВЧ, содержащее $(m + n)$ полюсов, представлено на рисунке. Пусть $(m + n)$ -полюсник содержит m входов, на которых, в силу специфических условий работы устройства, приняты в качестве независимых переменных падающие и отраженные волны, а на n входах приняты токи и напряжения. Тогда падающую и отраженную волну на i, j входе многополюсника можно выразить в виде

$$b_j = \sum_{p=1}^n n_{jp} U_p + \sum_{k=1}^m n_{jk} I_k; \quad (1)$$

$$a_i = \sum_{p=1}^n n_{ip} U_p + \sum_{k=1}^m n_{ik} I_k, \quad (2)$$

где $i = j = 1, 2, 3, \dots, m; p = k = 1, 2, 3, \dots, n$.

Систему уравнений (1), (2) можно представить в матричной форме

$$\begin{bmatrix} b \\ a \end{bmatrix} = [N] \cdot \begin{bmatrix} U \\ I \end{bmatrix} \quad (3)$$

([N]) — матрица смешанного типа).

Применение матрицы смешанного типа [N] позволит получить линейные уравнения, которые связывают волновые параметры устройства (падающая и отраженная волны) с классическими параметрами (напряжение и ток). Если в качестве независимых переменных рассматривать a_i и b_j , то можно получить матричное уравнение



Эквивалентный $(m+n)$ -полюсник

$$\begin{bmatrix} U \\ I \end{bmatrix} = [B] \cdot \begin{bmatrix} b \\ a \end{bmatrix} \quad (4)$$

([B] = [N]⁻¹ — инверсная матрица).

Между коэффициентами матрицы смешанного типа [N] и коэффициентами матриц [S] или [Z] существует определенная связь. Обусловлена она тем, что каждая из перечисленных выше матриц описывает состояние одного и того же устройства линейными алгебраическими уравнениями при различно выбранных независимых переменных. Рассмотрим четырехполюсник, на одном из выходов которого заданы падающая и отраженная волны, а на другом — напряжение и ток. Тогда, используя смешанные матрицы, можно записать

$$b = N_{11}U + N_{12}I; \quad a = N_{21}U + N_{22}I. \quad (5)$$

Но, с другой стороны, между переменными существует и другая связь:

$$b = [S]a; \quad (6)$$

$$U = [Z]I. \quad (7)$$

Подставляя выражения (6) и (7) в уравнение (5), после ряда преобразований можно записать:

$$[Z] = (N_{12} - [S]N_{22})([S]N_{21} - N_{11})^{-1}.$$

В заключение отметим, что применение смешанных матриц при расчете многополюсных устройств СВЧ с полупроводниковыми приборами оправдано в том случае, когда на определенных выходах многополюсника заданы переменные в виде падающих и отраженных волн, а на других выходах в виде напряжений и токов. Такой эквивалентной схемой можно описать большинство полупроводниковых управляющих устройств, а также интегральных схем СВЧ. Это позволит получить более простые формы алгебраических уравнений, описывающих происходящие процессы на выходах много-

полюсника относительно искомых переменных, по сравнению с методом преобразования матриц к одному виду, что сократит время расчета характеристик устройства и приведет к более эффективно-му использованию памяти ЭВМ при расчетах.

1. *Бова Н. Т., Толстиков Ю. В.* Методы анализа устройств СВЧ. Киев, Техніка, 1976, 106 с. 2. *Фельдштейн А. Л., Явич Л. Р.* Синтез четырехполюсников и восьмиполусников на СВЧ. М., Связь, 1971. 388 с. 3. *Entscheffe G.* Die Anwendung der Normierten Gemischten Parameter in der Schaltungstheorie für Mehrtorhybrid-schaltungen. GDR. Hochschule Ilmenau, 1972, 16 S.

Поступила в редколлегию 18.09.79

N. T. Bova, V. F. Maljuga

APPLICATION OF MIXED MATRICES IN COMPUTATION OF CONTROLLED SEMICONDUCTOR UHF DEVICES

The possibility of using mixed matrices in design of UHF devices containing semiconductor elements is shown. The advantages of mixed matrices application are discussed.