Параметры матрицы рассеяния могут быть рассчитаны по известной матрице проводимости четырехполюсника по формуле:

  ,

где  – единичная матрица.

Необходимо отметить важную особенность параметров матрицы рассеяния, связанную с направлением прохождения сигнала. При изменении направления передачи изменятся лишь индексы в параметрах рассеяния ( на ,  на ), знаки же величин, входящих в уравнения (3.1) останутся прежними.

 Установим связь между параметрами волновой теории (*S*-матрицей) и параметрами классической теории (*Y*-матрицей). Для этого рассмотрим четырехполюсники с направлениями падающих и отраженных волн, а также токов и напряжений, как показано на рисунках, и, соответствующие данным системам параметров, уравнения:

Рис. 3.2 Четырехполюсники в системе волновой и классической теорий

|  |  |
| --- | --- |
|   |  |

 Учитывая введенные ранее обозначения для падающих и отраженных волн

 ,

 а также выразив из этих уравнений токи и напряжения, подставим их в уравнения для *S*-параметров:



  .

(минус, так как ток  направлен из четырехполюсника).

2

*U*

1

*U*

1

*I*

2

*I*



1

*U*



1

*U*



2

*U*



2

*U*

Рис. 3.3 К расчету S-матрицы по матрице Y

 Подставляя в уравнения для параметров, получим:

 .

Приведем к общему знаменателю:

  .

 Перегруппируем слагаемые

  .

и выразим из полученных уравнений падающие и отраженные волны:

  .

 Далее учтем нормировку матрицы проводимости: .

 .

 Первое уравнение получим в виде:

  .

 Преобразуем второе уравнение:

  .

 Получим:



Матрица коэффициентов полученной системы запишется:



 .

 *Волновая матрица передачи*. Если в качестве зависимых переменных выбрать волны на входе четырехполюсника – волну падающую на вход и волну отраженную от входа, а в качестве независимых переменных – волны на выходе - распространяющуюся к нагрузке и отраженную от нагрузки, то система уравнений, коэффициентами в которой будут параметры волновой матрицы передачи, запишется:

   . (3.2)



1

*u*



2

*u*



2

*u*

г

*R*

г

*E*

н

*Z*



1

*u*

]

[

*T*

Описание четырехполюсников в виде волновой матрицы передачи удобно при их каскадном соединении. Результирующая матрица передачи в этом случае определится по соотношению:

 .

Где *k*-количество каскадно соединенных четырехполюсников.

Можно показать, что для взаимных четырехполюсников справедливо соотношение , а для симметричных: .

 Связь между волновой матрицей и матрицей классической теории Y устанавливают соотношения:

 .

**3.3. Расчет схемных функций по матрице передачи**

 Рассчитаем входной и выходной импедансы четырехполюсника, а также коэффициент передачи напряжения при произвольных нагрузках на входе и на выходе по А-матрице (или ABCD-матрице, как принято обозначать в зарубежных источниках) в соответствии с принятыми на рисунке обозначениями.



1

*u*



2

*u*



2

*u*

н

*Z*



1

*u*

2

*u*

г

*Z*

*E*

1

*u*

1

*i*

2

*i*

]

[

*ABCD*

   . (3.3)

 Определим сопротивления нагрузки и генератора:

 ** ;  .** (3.4)

 Входное сопротивление определится в результате деления первого уравнения исходной системы на второе:

** .**

 Физический смысл параметров *А*-матрицы передачи:

**** - обратный коэффициент передачи напряжения;

**** - сопротивление передачи;

**** - проводимость передачи;

**** - обратный коэффициент передачи тока.

 Коэффициент передачи по напряжению от источника к нагрузке найдем, подставляя входное напряжение из (3.4), а затем входной ток из второго уравнения - в первое уравнение системы (3.3):

 .

 Для вывода выражения для схемной функции  рассмотрим четырехполюсник с независимым источником напряжения на выходе:

2

*u*

г

*Z*

1

*u*

1

*i*

2

*i*

]

[

*ABCD*

 Поставив в систему уравнений (3.3) входной и выходной токи с учетом знаков, получим:

 , выражая 

из первого уравнения и подставляя во второе – получим:

****

****

** .**

 Коэффициент отражения от входа:

 .

 Коэффициент отражения от выхода:

  .

**3.4. Связь между системами волновых параметров**

1. Связь между волновыми матрицами устанавливается соотношениями:

  ,

где  .

Матрицы существуют, если .

1. Связь между матрицами волновой и классической теорий:

 ;

;

.