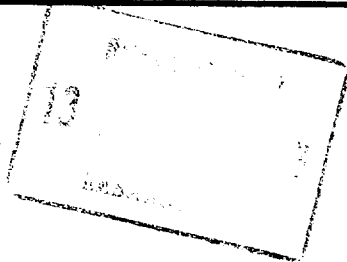




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ И АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (21) 3380987/18-09
- (22) 11.01.82
- (46) 15.04.84. Бюл. № 14
- (72) А.П. Белошицкий, В.Т. Ревин и А.С. Елизаров
- (71) Минский радиотехнический институт
- (53) 621.317.341(088.8)
- (56) 1. Авторское свидетельство СССР № 794563, кл. G 01 R 27/28, 1977.

2. Эндрюс Д.Р. Автоматическое определение параметров электрических цепей посредством измерений во временной области, "ТНИЭР", т. 66, № 4, 1978, с. 56-68 (прототип).

(54)(57) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ АМПЛИТУДНЫХ ПАРАМЕТРОВ СВЧ ЧЕТЫРЕХПОЛЮСНИКОВ, содержащее импульсный СВЧ генератор, к выходу импульса синхронизации которого подсоединен вход синхронизации двухканального стробоскопического осциллографа, первый вход и первый выход которого подключены соответственно к входу и выходу ЭВМ, а также последовательно соединенные первую входную линию, первый преобразователь частоты и первую выходную линию, выход которой является входом для подключения входа исследуемого СВЧ четырехполос-

ника, при этом второй вход и выход первого преобразователя частоты соединены соответственно с вторым выходом и вторым входом двухканального стробоскопического осциллографа, управляющие входы двухканального стробоскопического осциллографа и ЭВМ подключены к блоку управления, отличающееся тем, что, с целью расширения функциональных возможностей путем обеспечения измерений параметров как взаимных, так и невзаимных СВЧ четырехполосников, к выходу импульсного СВЧ генератора последовательно подключены двухканальный переключатель, управляющий вход которого соединен с блоком управления, первый вентиль, вторая входная линия, второй преобразователь частоты и вторая выходная линия, выход которой является входом для подключения выхода исследуемого СВЧ четырехполосника, между вторым выходом двухканального переключателя и входом первой входной линии включен второй вентиль, причем выход и второй вход второго преобразователя частоты соединены соответственно с третьим входом и третьим выходом двухканального стробоскопического осциллографа.

Изобретение относится к технике СВЧ измерений и может использоваться для измерения амплитудных параметров взаимных и невзаимных СВЧ четырехполюсников.

Известно устройство для измерения коэффициента отражения линейного измерителя формы сигналов, содержащее генератор импульсов, ЭЦВМ, отражатель и исследуемый линейный измеритель формы сигналов [1].

Однако при измерении параметров передачи в таком устройстве объект измерения должен быть включен между генератором импульсов и линейным измерителем формы сигналов, а при измерении параметров отражения объект измерения включается после линейного измерителя формы сигналов. Таким образом, для того, чтобы измерить все элементы матрицы рассеяния четырехполюсника необходимо произвести перемонтаж тракта четыре раза, что исключает принципиальную возможность автоматизации процесса измерения.

Наиболее близким к изобретению является устройство для измерения амплитудных параметров СВЧ четырехполюсников, содержащее импульсный СВЧ генератор, к выходу импульса синхронизации которого подсоединен вход синхронизации двухканального стробоскопического осциллографа, первый вход и первый выход которого подключены соответственно к входу и выходу ЭВМ, а также последовательно соединенные первую входную линию, первый преобразователь частоты и первую выходную линию, выход которой является входом для подключения входа исследуемого СВЧ четырехполюсника, при этом второй вход и выход первого преобразователя частоты соединены соответственно с вторым выходом и вторым входом двухканального стробоскопического осциллографа, управляющие входы двухканального стробоскопического осциллографа и ЭВМ подключены к блоку управления [2].

Известное устройство не обеспечивает измерения как взаимных, так и невзаимных СВЧ четырехполюсников.

Цель изобретения - расширение функциональных возможностей путем обеспечения измерений параметров как взаимных, так и невзаимных СВЧ четырехполюсников.

Поставленная цель достигается тем, что в устройстве для измерения амплитудных параметров СВЧ четырехполюсников, содержащем импульсный СВЧ генератор, к выходу импульса синхронизации которого подсоединен вход синхронизации двухканального стробоскопического осциллографа, первый вход и первый выход которого подключены соответственно к входу и выходу ЭВМ, а также последовательно соединенные первую входную линию, первый преобразователь частоты и первую выходную линию, выход которой является входом для подключения входа исследуемого СВЧ четырехполюсника, при этом второй вход и выход первого преобразователя частоты соединены соответственно с вторым выходом и вторым входом двухканального стробоскопического осциллографа, управляющие входы двухканального стробоскопического осциллографа и ЭВМ подключены к блоку управления, к выходу импульсного СВЧ генератора последовательно подключены двухканальный переключатель, управляющий вход которого соединен с блоком управления, первый вентиль, вторая входная линия, второй преобразователь частоты и вторая выходная линия, выход которой является входом для подключения выхода исследуемого СВЧ четырехполюсника, между вторым выходом двухканального переключателя и входом первой входной линии включен второй вентиль, причем выход и второй вход второго преобразователя частоты соединены соответственно с третьим входом и третьим выходом двухканального стробоскопического осциллографа.

На фиг. 1 приведена структурная электрическая схема устройства для измерения амплитудных параметров СВЧ четырехполюсников; на фиг. 2 - структурная электрическая схема блока управления.

Устройство для измерения амплитудных параметров СВЧ четырехполюсников содержит импульсный СВЧ генератор 1, двухканальный переключатель 2, первый и второй вентили 3 и 4, первую и вторую входные линии 5 и 6, первый и второй преобразователи 7 и 8, первую и вторую выходную линии 9 и 10, исследуемый СВЧ четырехполюсник 11, двухканальный

стробоскопический осциллограф 12, ЭВМ 13 с терминалом 14, блок 15 управления. Блок 15 управления содержит задающий генератор 16, делитель 17 частоты, первый и второй усилители-формирователи 18 и 19, постоянное запоминающее устройство 20, переключатель 21 рода работ. Причем выход задающего генератора 16 подключен к первому входу делителя 17 частоты, первый и второй выходы которого подключены соответственно к входам первого и второго усилителей-формирователей 18 и 19 и к первому и второму входам постоянного запоминающего устройства 20, первый выход переключателя 21 рода работ подключен к третьему входу постоянного запоминающего устройства 20, а его второй выход подключен к входу задающего генератора 16 и к второму входу делителя 17 частоты.

Устройство для измерения амплитуды параметров СВЧ четырехполюсников работает следующим образом.

Работа блока 15 управления как при измерении, так и при калибровке состоит из четырех тактов и осуществляется следующим образом. Нажимается кнопка "Пуск", находящаяся в переключателе 21 рода работ, которая запускает задающий генератор 16 и делитель 17 частоты. Сигналы с задающего генератора 16 поступают на счетный вход делителя 17 частоты, построенного на базе двухразрядного счетчика с самоостановом. С выхода второго разряда делителя 17 частоты сигналы поступают на первый усилитель-формирователь 18, который формирует управляющие сигналы для управления работой двухканального переключателя 2. С выхода первого разряда делителя 17 частоты сигналы поступают на второй усилитель-формирователь 19, который формирует управляющие сигналы для управления работой коммутатора каналов двухканального стробоскопического осциллографа 12. Сигналы с первого и второго разрядов делителя 17 частоты поступают также на первый и второй входы выбора ячеек памяти постоянного запоминающего устройства 20, третий вход которого подключен к переключателю 21 рода работ. Выходные сигналы постоянного запоминающего устройства 20 в виде цифровых

кодов поступают на ЭВМ 13 и управляют выбором режимов ее работы.

В первый такт работы блок 15 управления выдает управляющие сигналы, которые устанавливают предлагаемое устройство в такое состояние, при котором оно измеряет (или калибруется на измерение) коэффициент рассеяния S_{11} , во втором такте - S_{21} , в третьем - S_{12} , в четвертом - S_{22} . После окончания четвертого такта цикл измерений (калибровки) заканчивается. В режиме калибровки вместо исследуемого СВЧ четырехполюсника 11 в измерительный тракт включается эквивалентный по геометрическим размерам отрезок прецизионной линии передачи без потерь. Блок 15 управления устанавливается в режим калибровки. При таком состоянии блока 15 управления ЭВМ 13 работает в режиме получения и накопления данных, поступающих от двухканального стробоскопического осциллографа 12.

В первый такт работы блока 15 управления двухканальный переключатель 2 подключает выход импульсного СВЧ генератора 1 к первому вентилю 3, а электронный коммутатор каналов двухканального стробоскопического осциллографа 12 пропускает на оконечный усилитель вертикального отклонения двухканального стробоскопического осциллографа 12 сигналы только первого канала. Зондирующий сигнал с импульсного СВЧ генератора 1, через двухканальный переключатель 2, первый вентиль 3, первую входную линию 5, первый преобразователь 7, первую выходную линию 9, отрезок прецизионной линии передачи без потерь, вторую выходную линию 10, второй преобразователь 8, вторую входную линию 6 поступает на второй вентиль 4 и поглощается им. Этот зондирующий сигнал считывается первым преобразователем 7, измеряется двухканальным стробоскопическим осциллографом 12 и запоминается в ЭВМ 13 как $U_{11}^K(t)$.

Во второй такт работы блока 15 управления электронный коммутатор каналов двухканального стробоскопического осциллографа 12 пропускает на оконечный усилитель вертикального отклонения двухканального стробоскопического осциллографа 12 сигналы только второго канала. Двух-

канальный переключатель 2 не изменяет своего состояния, и поэтому зондирующий сигнал распространяется в том же направлении, как и при измерении S_{11} . Этот зондирующий сигнал считывается вторым преобразователем 8, измеряется двухканальным стробоскопическим осциллографом 12 и запоминается в ЭВМ 13 как $U_{21}^k(t)$.

В третьем такте работы блока 15 управления двухканальный переключатель 2 подключает выход импульсного СВЧ генератора 1 к второму вентилю 4, а электронный коммутатор каналов двухканального стробоскопического осциллографа 12 пропускает на оконечный усилитель двухканального стробоскопического осциллографа 12 сигналы только первого канала. Зондирующий сигнал с импульсного СВЧ генератора 1 через двухканальный переключатель 2, второй вентиль 4, вторую входную линию 6, второй преобразователь 8, вторую выходную линию 10, отрезок прецизионной линии передачи без потерь, первую выходную линию 9, первый преобразователь 7, первую входную линию 5 поступает на первый вентиль 3 и поглощается им. Этот зондирующий сигнал считывается первым проходным преобразователем 7, измеряется двухканальным стробоскопическим осциллографом 12 и запоминается в ЭВМ 13 как $U_{12}^k(t)$.

В четвертом такте работы блока 15 управления электронный коммутатор каналов двухканального стробоскопического осциллографа 12 пропускает на оконечный усилитель вертикального отклонения двухканального стробоскопического осциллографа 12 сигналы только второго канала. Двухканальный переключатель 2 не изменяет своего состояния, и поэтому зондирующий сигнал распространяется в том же направлении, как и при измерении S_{12} . Этот зондирующий сигнал считывается вторым преобразователем 8, измеряется двухканальным стробоскопическим осциллографом 12 и запоминается в ЭВМ 13 как $U_{22}^k(t)$.

В режиме измерения исследуемый СВЧ четырехполюсник 11 выключается в измерительный тракт. Блок 15 управления переводится в режим измерения. При таком состоянии блока управления ЭВМ 13 выполняет следующие функции: получение данных; вы-

полнение дискретного преобразования Фурье измеренных временных сигналов и сигналов, полученных при калибровке с целью нахождения их спектров; вычисление элементов матрицы рассеяния S_{ij} и других требуемых параметров.

Процесс измерения параметров S_{21} и S_{12} аналогичен процессу калибровки. При измерении же значений S_{11} и S_{12} при помощи двухканального стробоскопического осциллографа 12 измеряются не зондирующие сигналы, а сигналы, отраженные от входа (при измерении S_{11}) и от выхода (при измерении S_{22}) исследуемого СВЧ четырехполюсника 11. Отношение амплитуд спектральных составляющих измеренных сигналов $U_{11}(t)$; $U_{21}(t)$; $U_{12}(t)$; $U_{22}(t)$ и сигналов, полученных при калибровке $U_{11}^k(t)$; $U_{21}^k(t)$; $U_{12}^k(t)$; $U_{22}^k(t)$, дает частотную зависимость модуля соответствующего измеряемого параметра $S_{11}(\omega)$; $S_{21}(\omega)$; $S_{12}(\omega)$; $S_{22}(\omega)$. Таким образом, формулы для определения модулей элементов матрицы рассеяния S_{ij} имеют вид

$$\begin{aligned} S_{11}(\omega) &= \frac{F\{U_{11}(t)\}}{F\{U_{11}^k(t)\}} ; \\ S_{21}(\omega) &= \frac{F\{U_{21}(t)\}}{F\{U_{21}^k(t)\}} ; \\ S_{12}(\omega) &= \frac{F\{U_{12}(t)\}}{F\{U_{12}^k(t)\}} ; \\ S_{22}(\omega) &= \frac{F\{U_{22}(t)\}}{F\{U_{22}^k(t)\}} . \end{aligned}$$

где $F\{U(t)\}$ - дискретное преобразование Фурье временно-го сигнала $U(t)$.

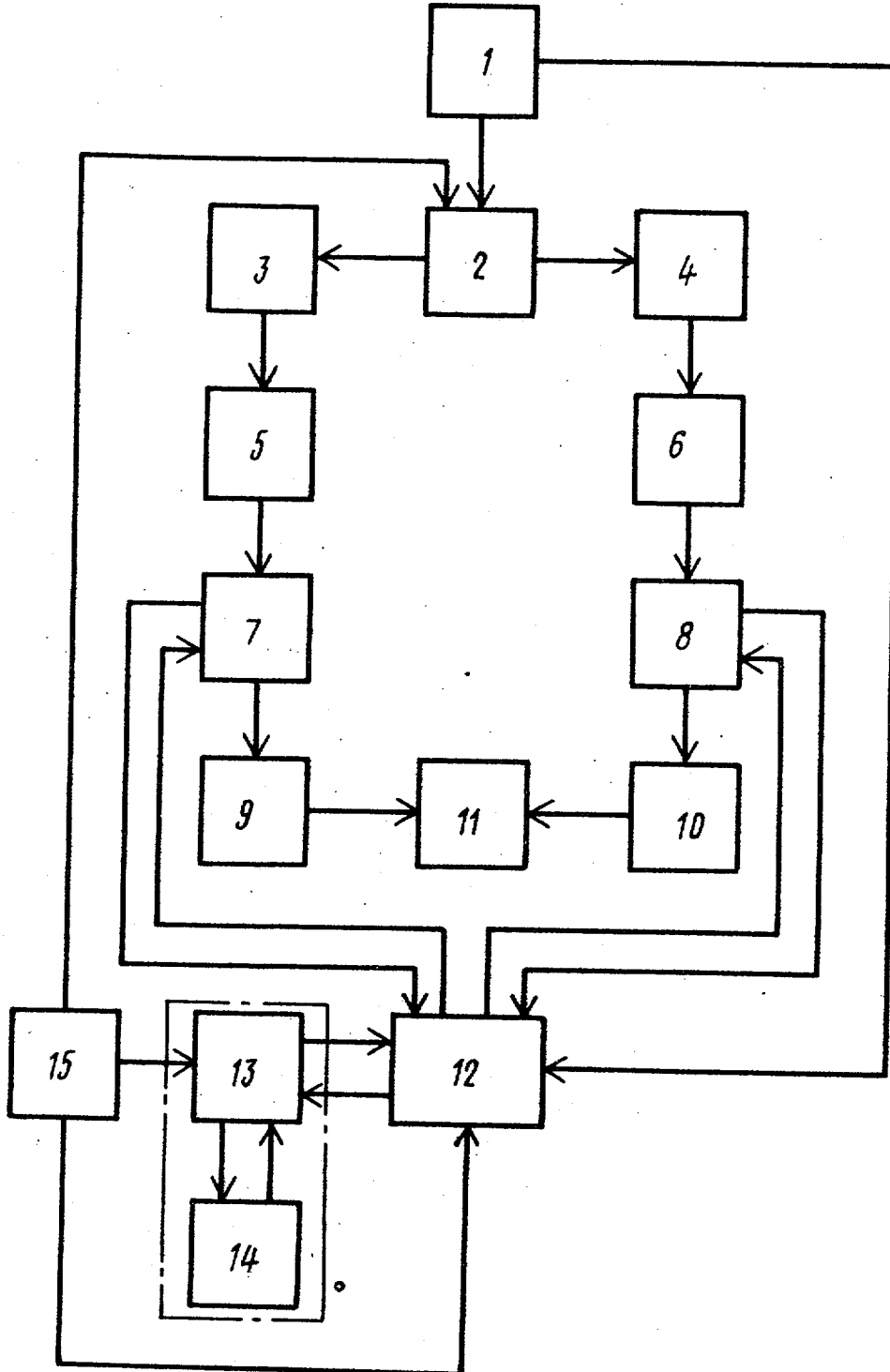
Для невзаимных СВЧ четырехполюсников по результатам измерений $S_{21}(\omega)$ и $S_{12}(\omega)$ может быть вычислено вентильное отношение по формуле

$$B(\omega) = \frac{S_{12}(\omega)}{S_{21}(\omega)}$$

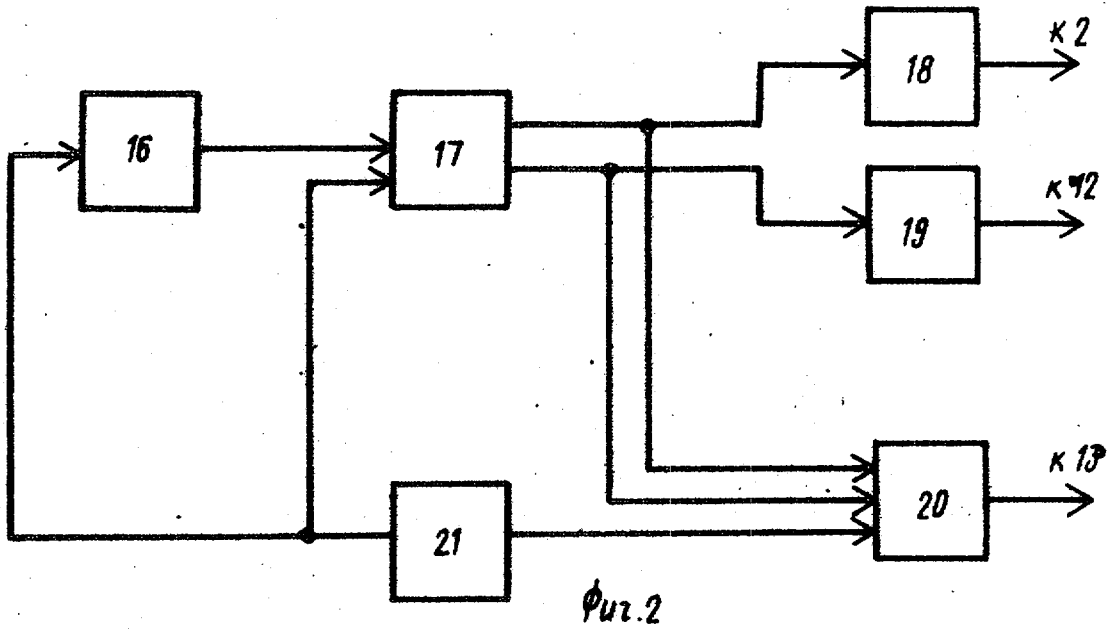
в предлагаемом измерителе для получения дискретного преобразования Фурье применяется алгоритм быстрого преобразования Фурье, реализуемый на мини-ЭВМ 13. Поэтому результаты измерений элементов матрицы

рассеяния S_{ij} выдаются только на частотах, кратных некоторой частоте которая находится как величина, обратная времени измерения (временному "окну") $T_{\text{и}}$. Допустимый интервал времени $T_{\text{и}}$ в пределах которого измерения могут быть выполнены без помех и искажений, определяется длинами первой и второй входных линий 5 и 6 и первой и второй выходных линий 9 и 10.

Предлагаемое устройство обеспечивает автоматизацию измерения всех амплитудных параметров как взаимных, так и невзаимных четырехполюсников и позволяет определять на основании полученных результатов невзаимные амплитудные параметры невзаимных четырехполюсников. Среднее время измерения предлагаемым устройством составляет 3 мин.



Фиг. 1



Составитель Р. Кузнецова
 Редактор Л. Повхан Техред Т. Фанта Корректор О. Тигор

Заказ 2239/44

Тираж 711

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
 по делам изобретений и открытий
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ИИИ "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4