

ПРОГРАММНАЯ МОДЕЛЬ ПАНОРАМНОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ КОМПЛЕКСНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПЕРЕДАЧИ И ОТРАЖЕНИЯ МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА ДЛИН ВОЛН

Д.А. КОНДРАШОВ¹, А.В. ГУСИНСКИЙ², А.М. КОСТРИКИН, М.С. СВИРИД³

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

ул. П. Бровки, 6, г. Минск, 220013, Республика Беларусь

¹denis_kondrashov@yahoo.co.uk, ²gusinski@bsuir.by, ³maxim_sv@tut.by

Представлена схема построения панорамного измерителя комплексных коэффициентов передачи и отражения (параметров S_{21} и S_{11}) гомодинного типа с формированием квадратурных сигналов на основе использования аппаратного многопозиционного фазовращателя СВЧ сигналов в диапазоне частот 75-110 ГГц, приводится математическая модель обработки квадратурных сигналов и ее реализация в программной модели.

Ключевые слова: панорамный измеритель, фазовращатель, квадратурный сигнал.

Значительное место в радиоэлектронике занимают вопросы создания и применения радиоэлектронных СВЧ-систем и средств миллиметрового диапазона волн. Исследование характеристик и параметров СВЧ-устройств при их создании и проверка соответствия таких устройств спецификационным требованиям при производственном выпуске, а также многие другие задачи и исследования требуют соответствующих средств инструментального анализа СВЧ-устройств и их соединений [1, 2].

Рассматриваемый в данной статье ВАЦ выполнен по гомодинному принципу и предназначен для автоматизированного измерения комплексных коэффициентов передачи и отражения (S_{11} и S_{21}) волноводных устройств с цифровым отсчетом измеряемых величин и воспроизведением их частотных характеристик в декартовой системе координат на экране встроенного в ВАЦ компьютера. Объектами измерения могут быть устройства оконечного типа – двухполюсники и проходного типа – четырехполюсники. В гомодинном ВАЦ используется модуляция опорного и измерительного сигналов фазовой манипуляцией по алгоритму $0 - \pi$.

Принцип действия ВАЦ основан на отдельном выделении падающей на объект измерения, отраженной и прошедшей волн СВЧ сигнала. Напряжения, пропорциональные амплитудам падающей, отраженной и прошедшей волн после усиления и вычисления по специальным алгоритмам преобразуются в значения измеряемых параметров: модуль $|S_{11}|$ и фазу $argS_{11}$ коэффициента отражения, КСВН, модуль $|S_{21}|$ и фазу $argS_{21}$ коэффициента передачи. Измеряемая информация отображается в виде частотных зависимостей в декартовой системе координат с отсчетом с помощью маркера значений измеряемых параметров в любой частотной точке диапазона рабочих частот ВАЦ. Структурная схема ВАЦ представлена на рис. 1.

ВАЦ с модуляцией опорного и измерительного сигналов позволяет измерять как модуль так и фазовую характеристику параметров испытуемого устройства. Поэтому возникает необходимость снятия квадратурных сигналов, несущих информацию о косинусной и синусной составляющей сигнала.

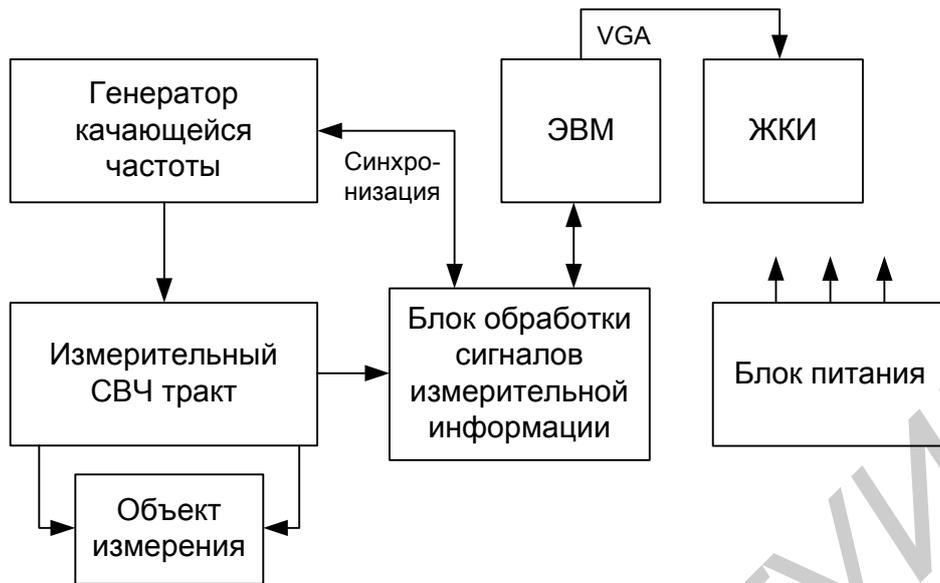


Рис. 1. Структурная схема ВАЦ

Обычно в измерительной схеме информация об измеряемом параметре содержится в сигнале, который выражается в виде [3, 4]:

$$U_1 = k_1 |S_x| \cos(\varphi_x + \varphi_0) \quad (1)$$

где $|S_x|$ и φ_x – модуль и фаза измеряемой характеристики, k_1 и φ_0 – некие параметры схемы.

Для извлечения фазы φ_x нужно иметь синусную составляющую:

$$U_2 = k_2 |S_x| \sin(\varphi_x + \varphi_0) \quad (2)$$

где k_2 – параметр схемы.

Тогда фаза может быть найдена как взятая с соответствующим знаком величина:

$$\varphi_x = \arctg(U_2 k_1 / U_1 k_2) - \varphi_0 \quad (3)$$

Используемый в рассматриваемом ВАЦ способ формирования квадратурных сигналов основан на введении в опорный канал анализатора цепей электрически управляемого бинарного фазовращателя, осуществляющего фазовую коммутацию опорного сигнала по алгоритму $\varphi - \pi/2$.

Разработана математическая модель обработки квадратурных сигналов для парного измерителя комплексных коэффициентов прохождения и отражения СВЧ сигналов в диапазоне частот 75-110 ГГц. Предложенная модель позволяет строить более дешевые ВАЦ гомодинного типа и получать результаты близкие к величинам, полученным в гетеродинных системах. Также применение универсального программного обеспечения позволило реализовать все достоинства математической модели.

Список литературы

1. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. М., 1988.
2. Гольденберг Л.М., Матюшкин Б.Д., Поляк М.П. Цифровая обработка сигналов: справочник. М., 1985.
3. Рабинер Л., Голд Б. Теория и применение цифровой обработки сигналов. М., 1978.
4. Куланчев А.П. Компьютерный контроль процессов и анализ сигналов. М., 1999.