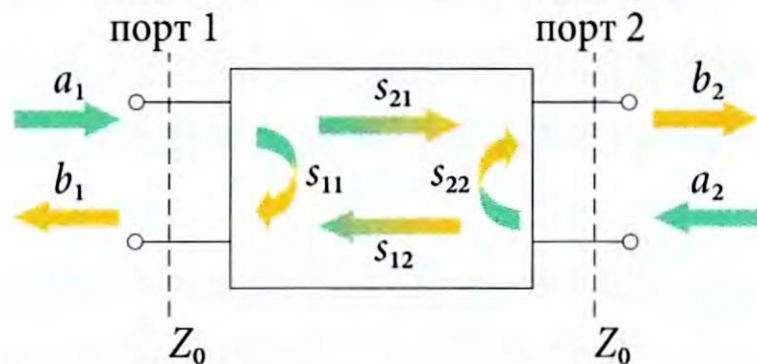




Омский научный семинар
«Современные проблемы радиофизики и радиотехники»

Некоторые современные решения
по измерению комплексных
коэффициентов передачи и отражения
в диапазоне 0,1-50 ГГц доступные
отечественным предприятиям
радиоэлектронной промышленности

Инженер, А.Л. Ворожцов



Анализатор цепей вырабатывает синусоидальные тестовые сигналы (a_1, a_2) заданной частоты, которые подводятся к испытываемому устройству и, считая его линейным, анализатор измеряет отклики устройства (b_1, b_2), которые также являются синусоидальными.

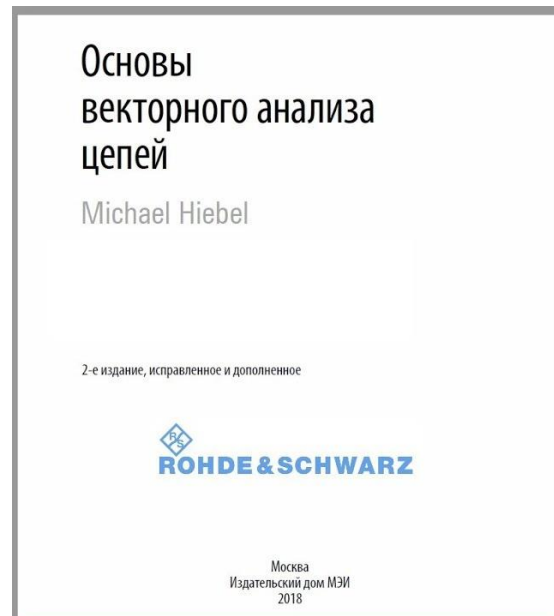
Скалярный анализатор цепей измеряет только разницу в амплитудах между волновыми величинами a и b . Измеряемые параметры – модуль коэффициента передачи, модуль коэффициента отражений, коэффициент стоячей волны по напряжению (КСВН) и др.

Векторный анализатор цепей (ВАЦ) измеряет как амплитуды, так и фазы волновых величин. Измеряемые параметры – комплексные коэффициенты передачи и отражений (S-параметры), КСВН и др.



Джоель П. Дансмор

Настольная книга
радиоинженера.
Измерение
параметров СВЧ
устройств с
использованием
передовых
параметров методик
векторного анализа
цепей
2018



Михаель Хибель

Основы векторного
анализа цепей
2018



Серия Р4М производства НПФ «Микран» (г. Томск)



- Модель Р4М-18/3
- Измерение S-параметров
от 10 МГц до 20 ГГц
- Уровень выходной мощности
от -20 до 0 дБм
- Измерение коэффициента шума
- Возможность сканирования по
частоте и/или мощности
зондирующего сигнала

Отечественные ВАЦ до 20 ГГц



Серии «Обзор» и «Кобальт» производства «Планар» (г. Челябинск)



- Модели «Обзор 804» и «Обзор 804/1»
- Измерение S-параметров
от 0,3 МГц до 8 ГГц
- Уровень выходной мощности
от -60 до +5 дБм



- Модель C4220 серия «Кобальт»
- Измерение S-параметров
от 0,1 МГц до 20 ГГц
- Уровень выходной мощности
от -60 до +10 дБм
- Временной анализ

Зарубежные настольные приборы



Rohde&Schwarz, серия ZNA

Диапазон частот до 26,5 и 43 ГГц

Уровень мощности -40 – +10 дБм



Keysight technologies, серия PNA-X

Диапазон частот до: 8.5/ 13.5/ 26.5/
43.5/ 50/ 67 ГГц

Модель N5245B

900 Гц – 50 ГГц, -15 – -5 дБм

Частотные расширители



Анализатор цепей векторный C4420
модификация C4420/TFE



Диапазон рабочих частот: 0-20 ГГц, 18-54 ГГц
Уровень выходной мощности: от -30 дБм до +3 дБм

Зарубежные USB Компакт-приборы



Развитие формата PXI -
Векторный анализатор
цепей с шиной USB серии
Keysight Streamline,

Модель P5008A,
53 ГГц, -50 – 0 дБм

Достоинства

- Компактность
- Низкая цена покупки

Недостатки

- Высокая цена ремонта
- Уменьшение динамического диапазона

Отечественные USB компакт-приборы



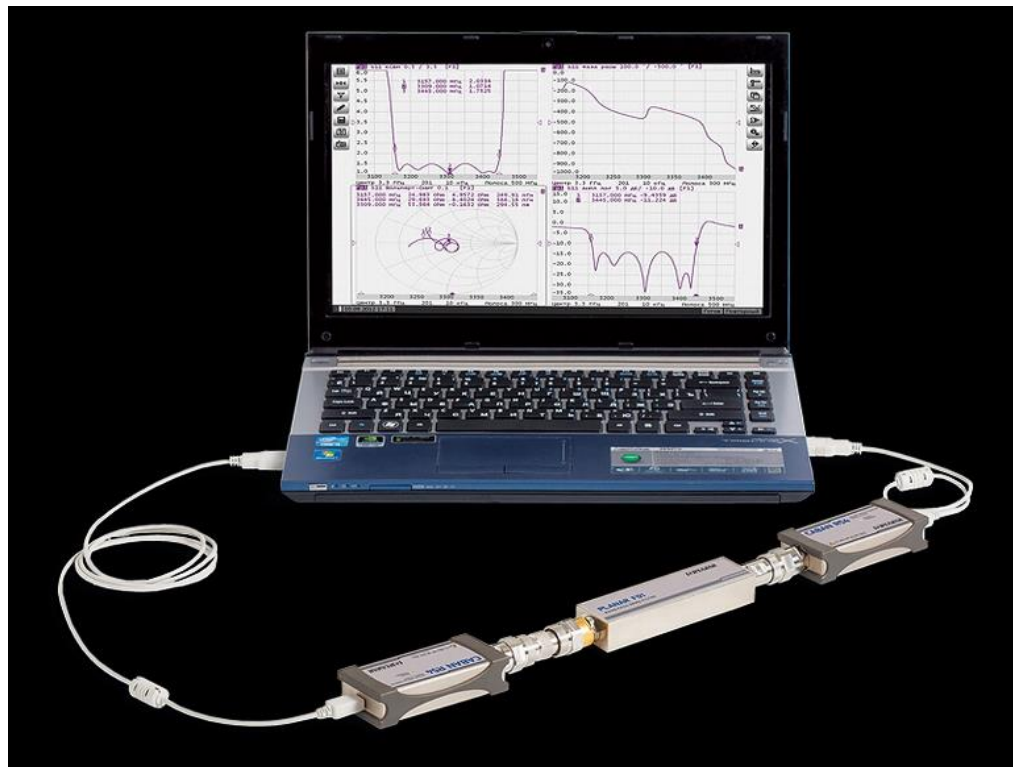
Разработка и производство
ООО «Планар» совместно с
НПК ТАИР (г.Томск)

Программное обеспечение
приборов поддерживает ОС
Windows, есть решения для
Linux

Модель S50180

Диапазон рабочих частот от 0.1 МГц до 18 ГГц

Выходная мощность -40 до +6 дБ/мВт



Однопортовые векторные анализаторы цепей - приборы для измерения модуля и фазы коэффициента отражения, потерь в кабеле.

При использовании двух рефлектометров возможны измерения S_{11} , $|S_{21}|$, $|S_{12}|$, S_{22} параметров.

Модель CABAN R180

Диапазон рабочих частот от 1 МГц до 18 ГГц

Выходная мощность -15 до 0 дБ/мВт

Экран программы RVNA





1. В настоящее время измерения в диапазоне до 50 ГГц становятся более доступны
2. Появилась альтернатива дорогостоящим зарубежным настольным приборам
3. Положительным моментом для рынка отечественных измерительных приборов является развитие группы компаний «Планар»

Список литературы



1. М. Хибель Основы векторного анализа цепей. // М.: Издательский дом МЭИ, 2009.
2. Дансмор Д.П. Настольная книга радиоинженера. Измерение параметров СВЧ устройств с использованием передовых параметров методик векторного анализа цепей. // М.: Техносфера, 2018
3. ООО «ПЛАНАР» Измерители комплексных коэффициентов передачи и отражения / векторные анализаторы цепей
<http://www.planarchel.ru/Products/Measurement%20instrument>
4. НПК ТАИР – Номенклатура <https://npktair.com/vna/list/>
5. Keysight technologies - Анализаторы цепей
<https://www.keysight.com/ru/pcx-x2015001/network-analyzers?nid=-32503.0.00&cc=RU&lc=rus>
6. Rohde & Schwarz – векторные анализаторы цепей https://www.rohde-schwarz.com/ru/products/test-and-measurement/network-analyzers/pg_overview_64043.html
7. НПФ «Микран» - Контрольно-измерительная аппаратура СВЧ
<https://www.micran.ru/productions/IIS/kia/>