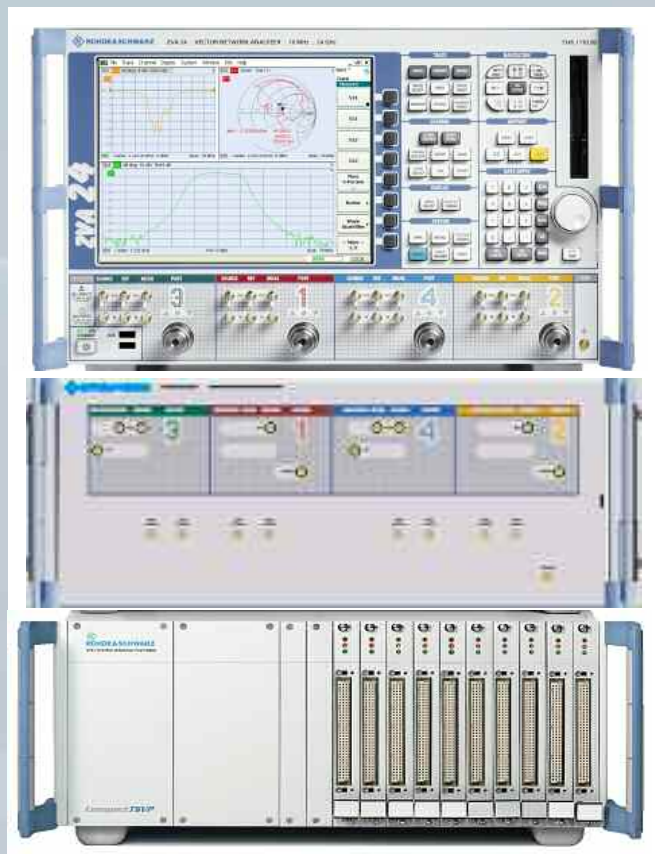


Система для тестирования приемо- передающих модулей АФАР TS6710



Система для тестирования TRM - модулей

I ОСНОВЫ

- I АФАР - Active Electronically Scanned Array (AESA) Radars
- I Приемо-передающие модули - TRM Module
- I Стандартные тесты
- I Ключевой параметр – время тестирования

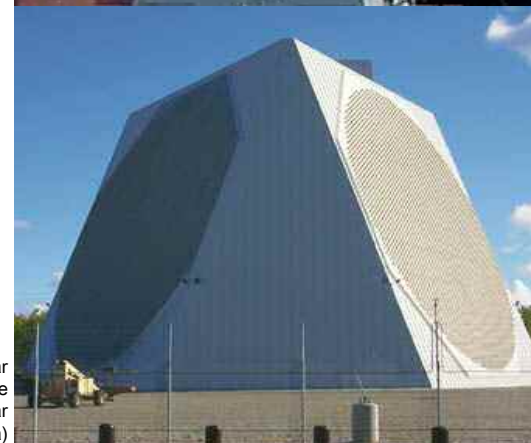
I Тестовая система TS6710

- I Обзор
- I ВЧ подсистема
- I Подсистема управления
- I Генерация тестовых последовательностей
- I Перспективы
- I Заключение



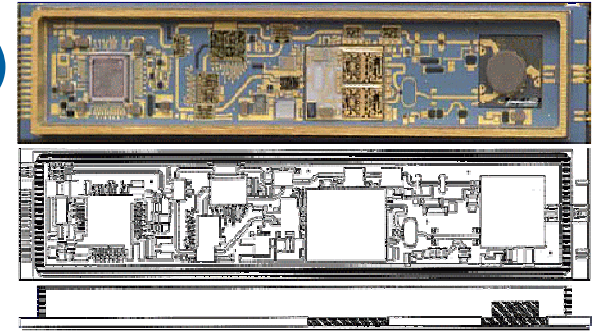
АФАР (AESA Radars)

- И Широко используются в военной области, авиации и космосе
- И Наилучшее решение для многофункциональных радаров.
- И Используются для обнаружения, сопровождения и наведения оружия
- И Особенности
 - И Быстрое управление лучом
 - И Обнаружение и сопровождение нескольких целей
 - И Каждый радар содержит до нескольких тысяч антенных элементов
- И Каждый антенный элемент содержит приемопередающий модуль

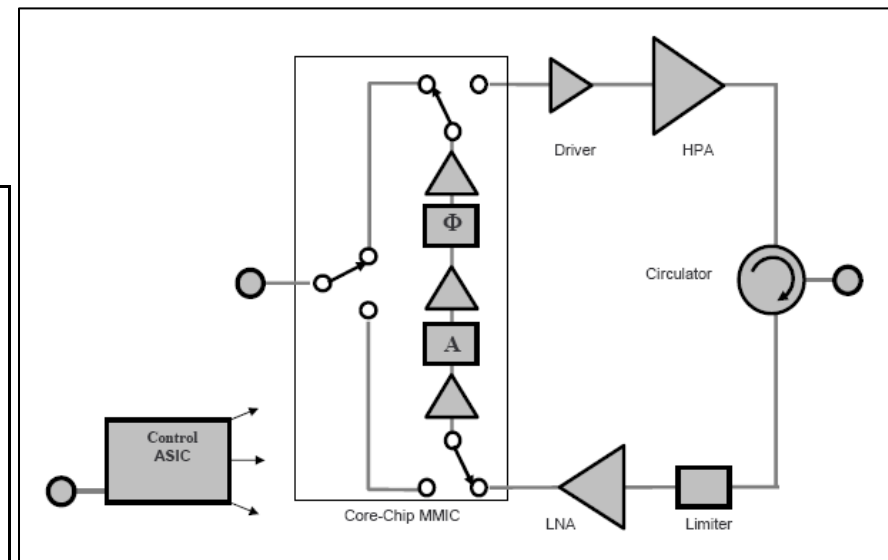
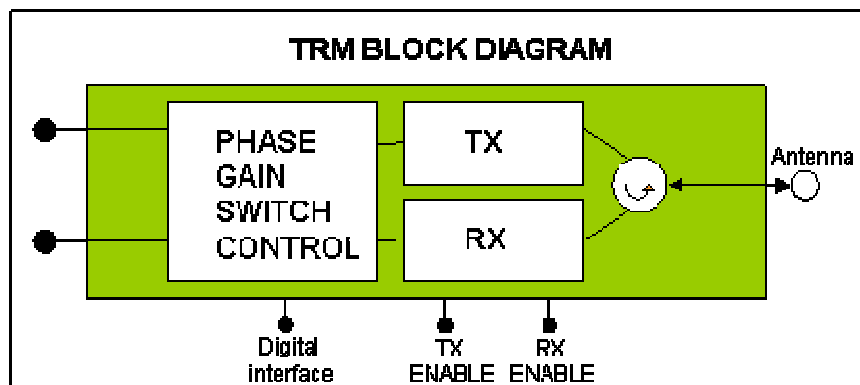


Artillery radar
Radar onboard a frigate
Stationary radar
(Source Wikipedia)

Приемо-передающий модуль (TRM Module)



- TRM = Transmitter Receiver Module
- При тестировании модулем нужно управлять
- Каждый модуль должен быть протестирован
- Тестовое оборудование должно быть защищено от высокой мощности в режиме передачи (Tx power)
- Все испытания передатчика (Tx tests) проходят в импульсном режиме
- Примеры конструкции:



Типовые испытания модулей

Общие

- ┃ Считывание идентификационных данных
- ┃ Программирование ППЗУ
- ┃ Показания датчика температуры
- ┃ Потребление U, I
- ┃ ...

В режиме приема (Rx)

- ┃ Коэффициенты передачи и отражения при всех состояниях аттенюатора и фазовращателя
- ┃ Коэффициент шума (Noise figure)
- ┃ Интермодуляция (IP3)
- ┃ ...

В режиме передатчика (Tx)

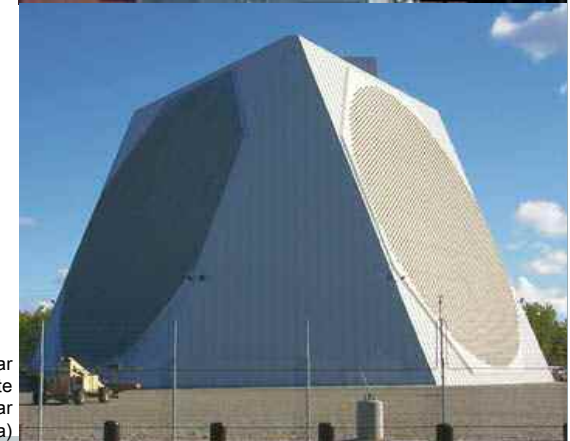
- ┃ Зависимость $P_{\text{вых}}$ от $P_{\text{вх}}$
- ┃ Точка компрессии
- ┃ Форма импульса
- ┃ Коэффициенты передачи и отражения при всех состояниях аттенюатора и фазовращателя
- ┃ Уровень гармоник
- ┃ ...

⇒ Примерно 25 000 измерений для полной характеристик модуля в диапазоне частот



Актуальная проблема – время тестирования

- I Полное тестирование всех модулей одной АФАР требует до нескольких миллионов измерений
- I Это требует
 - I Быстрых ВЧ измерений
 - I Быстрого программирования состояний модуля
 - I Синхронизации работы измерительной аппаратуры от внутренних служебных сигналов модуля
 - I Оптимизации потоков данных результатов измерений и измерительных алгоритмов
 - I Увеличение продолжительности тестирования одного модуля на 1 минуту может привести к увеличению суммарного времени тестирования всех модулей на несколько дней



Artillery radar
Radar onboard a frigate
Stationary radar
(Source Wikipedia)

Тестовая система TS6710 - Обзор



R&S ZVA24:

10МГц - 24ГГц Векторный анализатор цепей (4 порта)

R&S ZVA Модуль расширения:

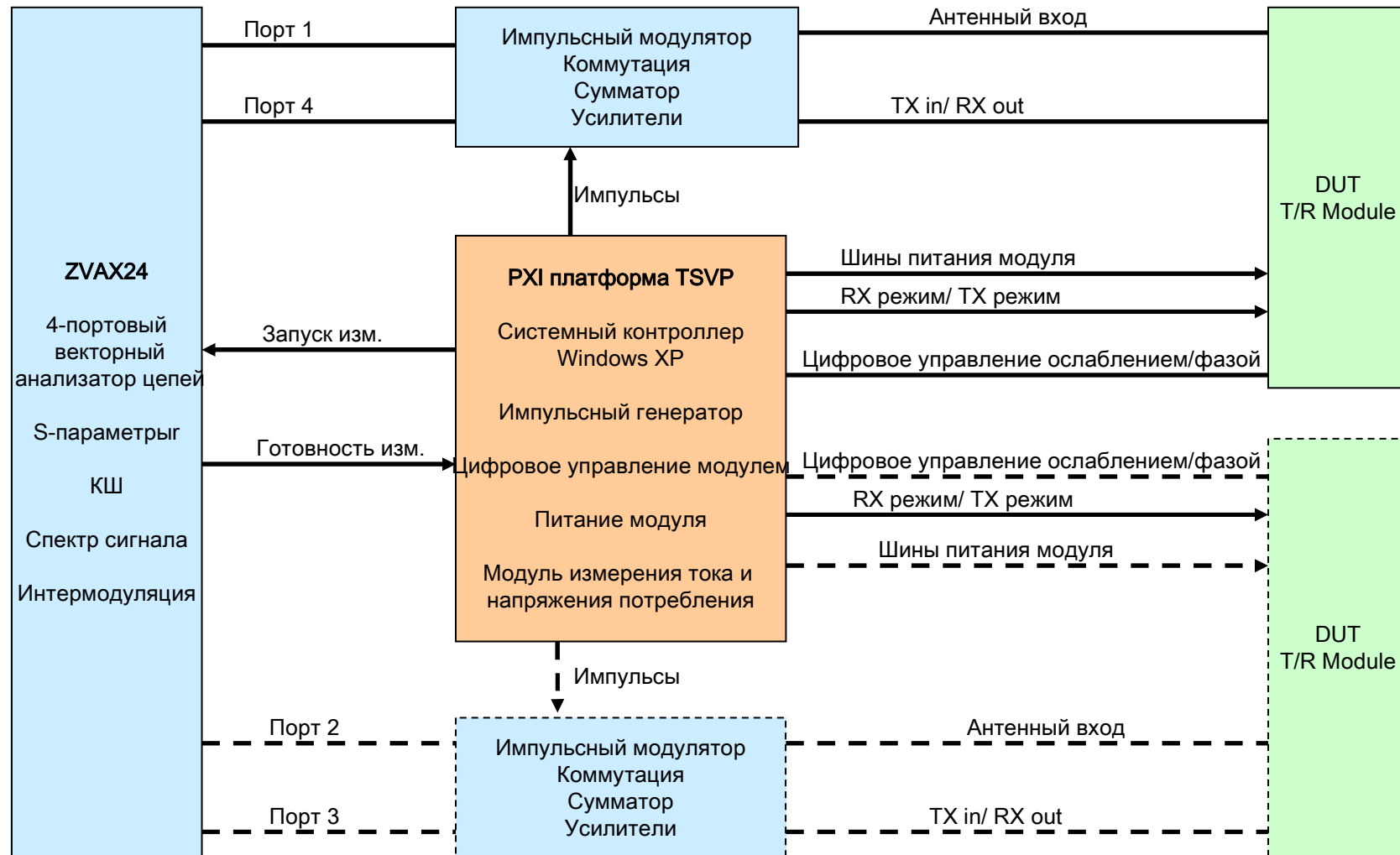
Импульсный модулятор, Коммутаторы, Сумматоры, Усилители мощности и малошумящие усилители ...

R&S TSVP PXI платформа:

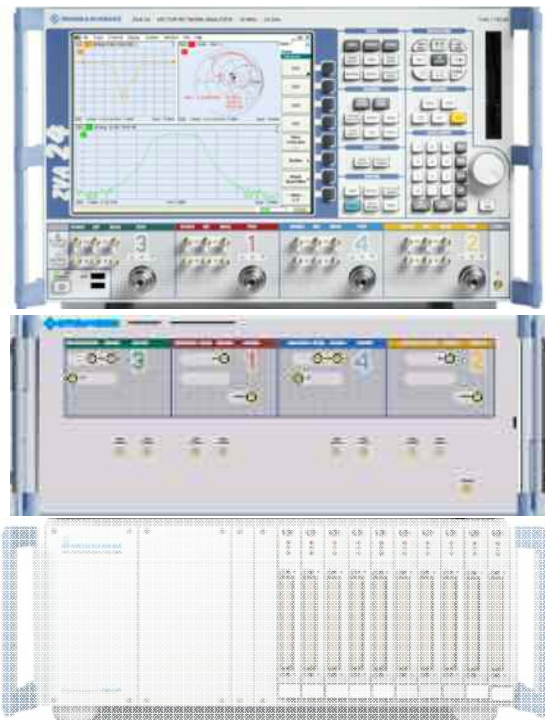
Управление модулем, питание модуля, генерация сигналов запуска, прием служебных сигналов модуля, управление системой...

Генератор тестовых последовательностей, задаваемых пользователем

Структура тестовой системы при параллельных измерениях

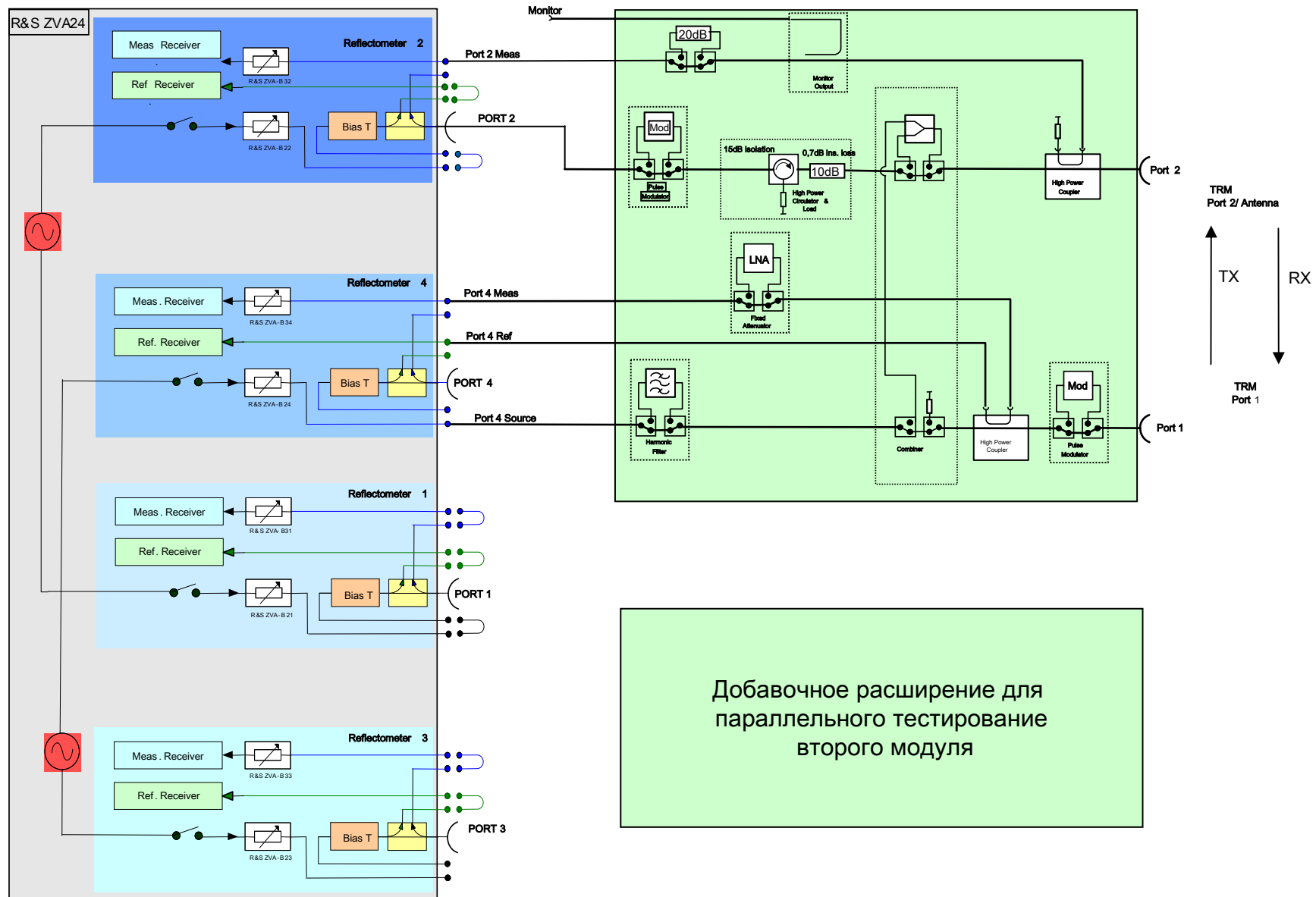


R&S ZVA24: все необходимое для быстрых ВЧ измерений

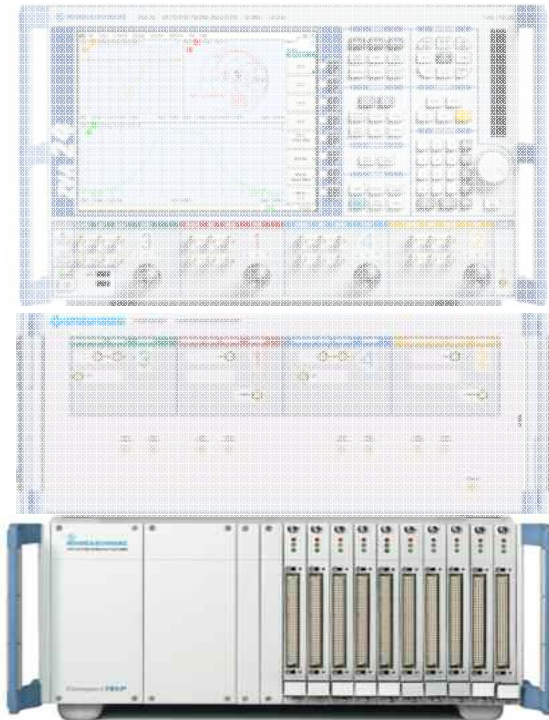


- ✓ RX Test S12, S22, S11
7 мс для 21 частоты с полосой пропускания 100 кГц
- ✓ RX Измерение коэффициента шума
- ✓ RX Измерение интермодуляции
- ✓ TX Измерение в импульсном режиме S21, S11
5 мс для 21 частоты с полосой пропускания 2 МГц
- ✓ TX анализ спектра R&S ZVA24
0.5 с для 2500 частот, 7 ... 12 ГГц, с полосой 2 МГц
- ✓ TX Свипирование по мощности / Точка компрессии
- ✓ 4 канала: Возможно измерение до 2 модулей

Тестовая система – типичная структура ВЧ подсистемы



R&S TSVP: Быстрое программирование модуля



- ✓ Управление модулем:
 - Высокоскоростной цифровой блок с тактовой частотой 40МГц
 - Быстрая установка режимов измерений осл. / фазы, < 300мкс
 - Большой объем встроенной памяти
 - Управление модулем в реальном масштабе времени
- ✓ Запуск ZVA24 для измерений в реальном масштабе
- ✓ Многоканальный источник питания $\pm 50\text{В}/ 50\text{Вт}$
- ✓ Встроенный калибровочный модуль
- ✓ DMM
- ✓ ВЧ коммутация для модулей с разнообразными коннекторами

TSVP: Быстрое программирование модуля

Пример тестовой последовательности

RX Mode

Установка осл./фазы через послед. интерфейс

Отклик от модуля

Измерение S-параметров

TX Mode

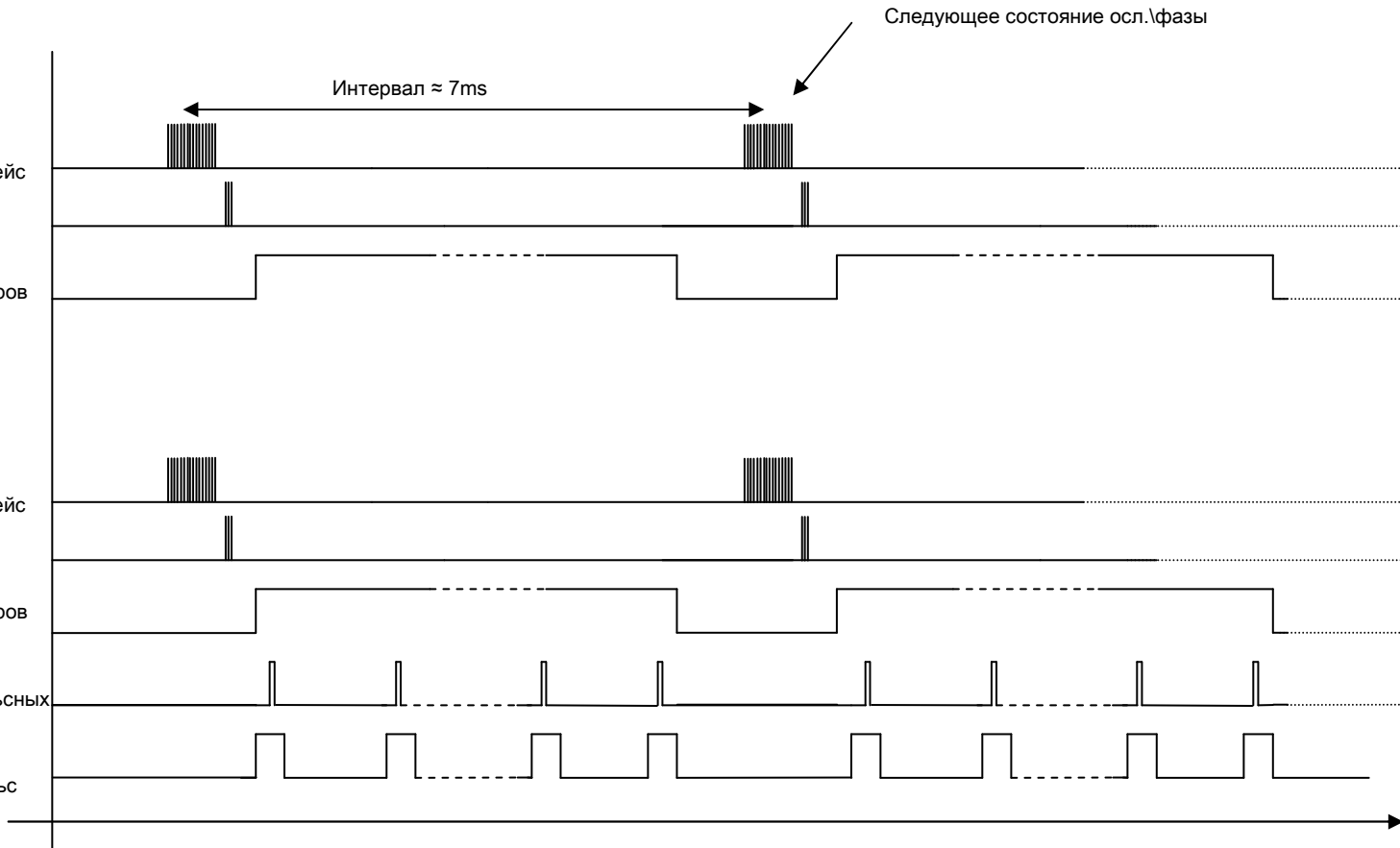
Установка осл./фазы через послед. интерфейс

Отклик от модуля

Измерение S-параметров

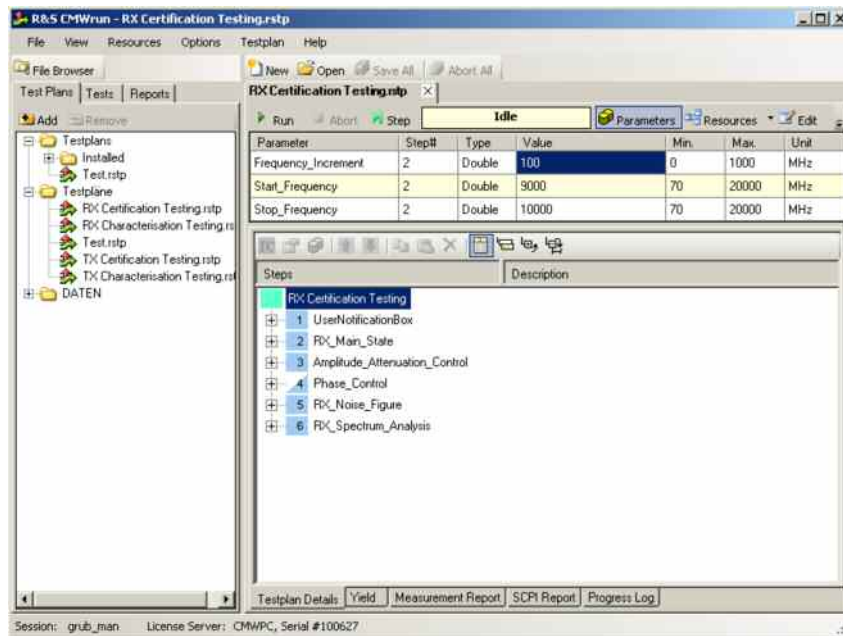
Сигнал запуска импульсных измерений

Модулирующий импульс

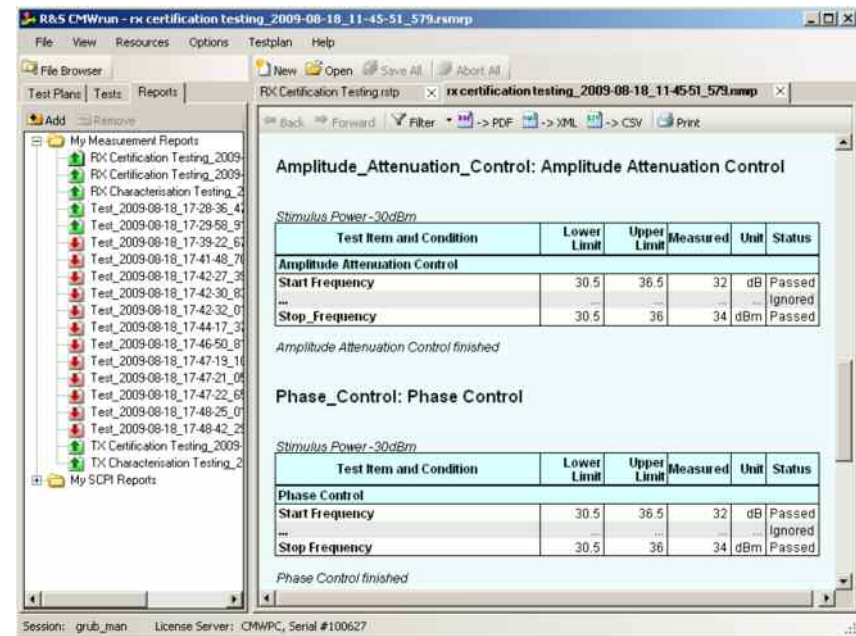


Генератор тестовых последовательностей

- ✓ Пользовательские управляющие последовательности позволяют
 - ✓ Управлять модулем
 - ✓ Просматривать результаты тестов
 - ✓ Оптимизировать время тестирования
- ✓ Адаптация программного кода
 - ✓ Программный код поставляется вместе с системой



Генератор тестовых последовательностей



Отчет о результатах тестирования

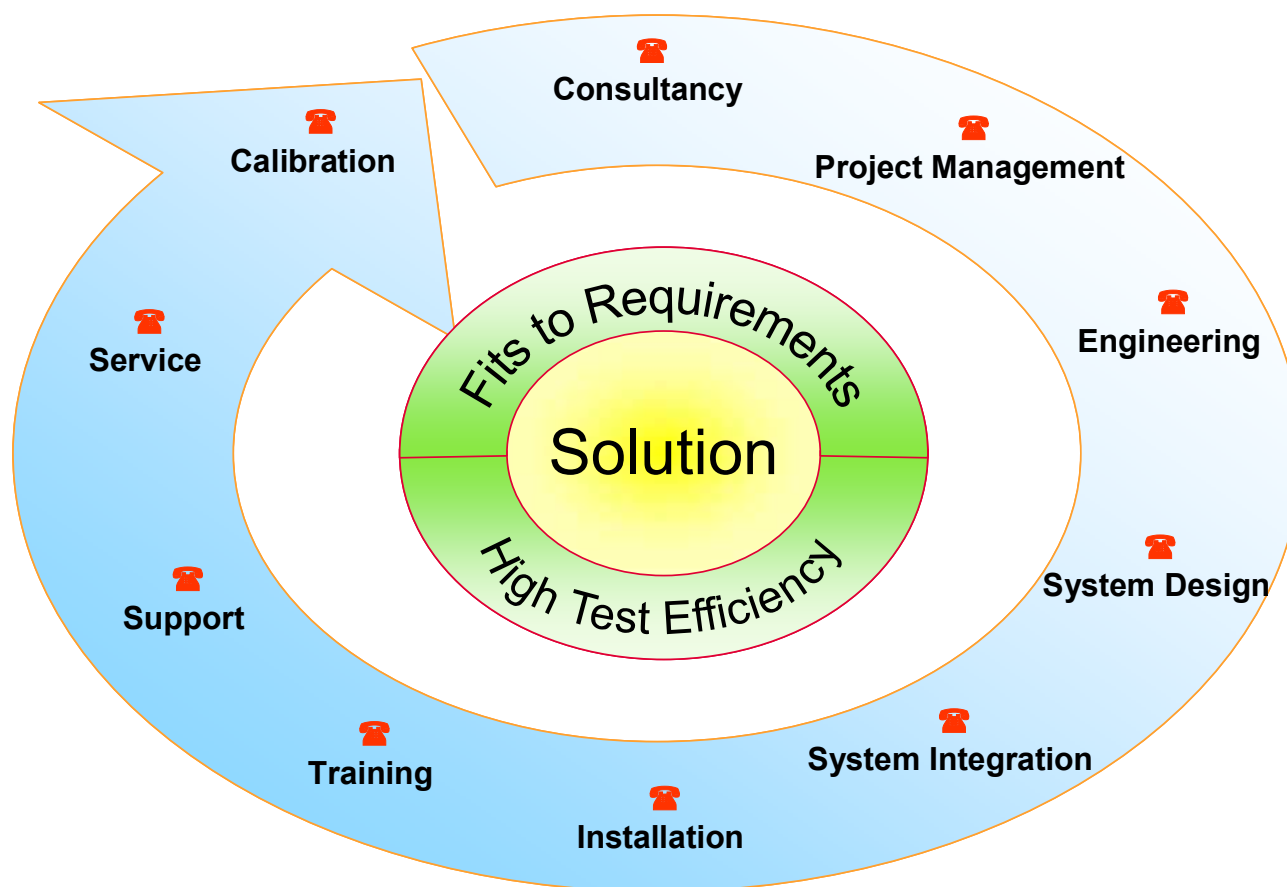
TS6610- особенности системы



- ✓ Высокая скорость измерений S-параметров
- ✓ S-параметры, анализ спектра и измерение КШ в одном инструменте
- ✓ Параллельное тестирование до двух модулей одним прибором ZVA24
- ✓ Управление модулем в реальном масштабе: тактовая частота 40 МГц
- ✓ Синхронизация между управлением работой модуля и измерениями
- ✓ Генератор управляющих последовательностей с открытым кодом
- ✓ Высокая эффективность тестирования
(конкретное время зависит от управляющей последовательности)
 - ✓ 4 минуты для основных ВЧ измерений
 - ✓ 15 секунд для остальных измерений
- ✓ Все блоки и модули системы от одного производителя

TS6610 – Решение под ключ

R&S обеспечивает все необходимое для тестирования модулей при разработке и производстве



Конкретная процедура зависит от требований заказчика



Заключение

- Время тестирования – критический параметр при производстве приемо-передающего модуля
- Эффективное тестирование обеспечивается
 - Векторным анализатором цепей ZVA24 для ВЧ измерений
 - TSVP для быстрого обмена данными и сигналами запуска
 - Параллельным тестированием до 2 модулей одним ZVA24
- Короткое время измерений: около 4 минут для основных ВЧ измерений и 15 секунд для остальных измерений
- Гибкость – Открытый программный код основных тестовых последовательностей (возможность программирования пользователем)
- Все оборудование и программное обеспечение от одного производителя

