

СИСТЕМА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ФОРМЫ ИМПУЛЬСА НА ОСНОВЕ АНАЛИЗАТОРА ЦЕПЕЙ

THE SYSTEM FOR PULSE FORM MEASUREMENTS BASED ON VECTOR NETWORK ANALYZER

Тило Беднорц (Thilo Bednorz), Rohde&Schwarz

Представлен новаторский подход для измерительной системы, позволяющий исследовать поведение СВЧ-схем и СВЧ-компонентов в импульсном режиме работы. Данная методика интегрирована в векторный анализатор цепей для проведения измерений не только уровней мощности, но и параметров рассеяния коротких импульсов. В отличие от других измерительных систем в данной системе нет необходимости использовать периодические импульсы, и в ней не требуется применять сложное и дорогостоящее оборудование для стробирования сигналов с последующим восстановлением импульса.

ВВЕДЕНИЕ

Для измерения рабочих S-параметров компонентов в режиме непрерывных колебаний (CW) обычно используются векторные анализаторы цепей. В таких рабочих условиях анализатор функционирует как узкополосный измерительный прибор. Он посылает CW-сигнал известной частоты на компонент и измеряет возникающий отклик (частотную характеристику).

В некоторых случаях в качестве подаваемого на компонент сигнала должен использоваться импульсный сигнал определенной частоты и длительности. Помимо измерения зависимости параметров от частоты или от мощности в импульсном режиме, исследователю также часто требуется знать поведение испытываемого устройства (ИУ) во время действия импульса.

Разрешение по времени у анализаторов цепей при анализе импульсных сигналов или S-параметров в импульсном режиме ограничивается не только полосой пропускания прибора, но и временем обработки данных между двумя отсчетами. Существующие анализаторы цепей обладают полосами пропускания шириной до 1 МГц, временем дискретизации и обработки менее 3 мкс. Тем не менее, разрешение по времени в диапазоне 100 нс может быть

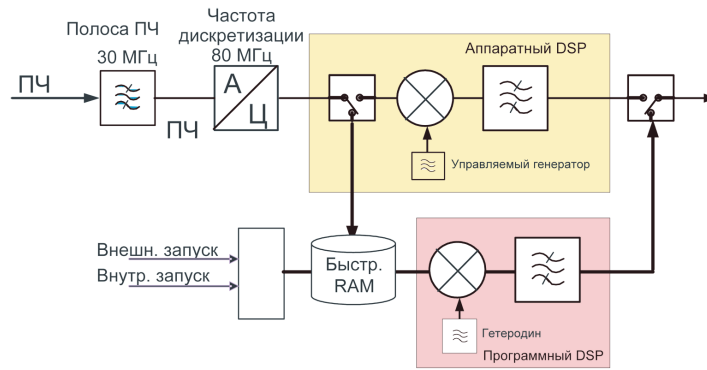


Рис. 1. Прохождение сигнала при измерении формы импульса

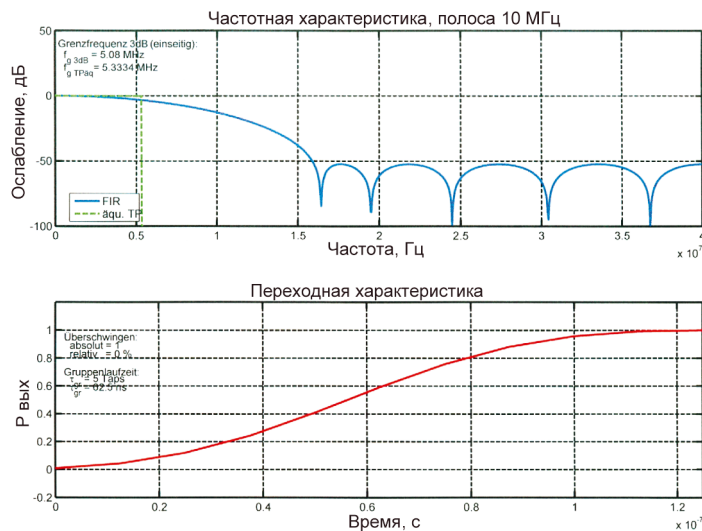


Рис. 2. Частотная и переходная характеристика «автономного» фильтра с полосой 10 МГц

достигнуто только с помощью дополнительного оборудования, которое стробировует импульсный сигнал для последующего восстановления формы импульса.

ОПИСАНИЕ

С помощью анализатора цепей ZVA компании Rohde&Schwarz и функции анализа формы импульса, форма импульса может быть проанализирована с разрешением менее 100 нс. Преобразованный с понижением частоты сигнал ПЧ ограничен только полосой аналогового входного каскада, равной приблизительно 30 МГц. Этот сиг-

нал преобразуется в цифровой (с помощью АЦП) с частотой дискретизации 80 МГц. Обычно в анализаторе цепей дискретизированные данные значений сигнала для дальнейшей обработки поступают на цифровые фильтры сигнального процессора (DSP). Для уменьшения времени обработки дискретные данные заносят в быстродействующую оперативную память (RAM). В ней данные записываются и хранятся без фильтрации. После завершения процесса записи, данные фильтруются в автономном режиме с помощью встроенного программного обеспечения прибора ZVA для получения предварительных значений S-параметров и исправления ошибок.

Частота дискретизации 80 МГц обеспечивает временное разрешение 12,5 нс. Объем памяти рассчитан на полное время записи 3 мс. Передача данных из АЦП в быстродействующую RAM осуществляется непрерывно. Начало отсчета времени может быть установлено внешним сигналом запуска, которым обычно служит нарастающий фронт импульсного ВЧ-сигнала. Таким образом, могут быть обнаружены и проанализирова-

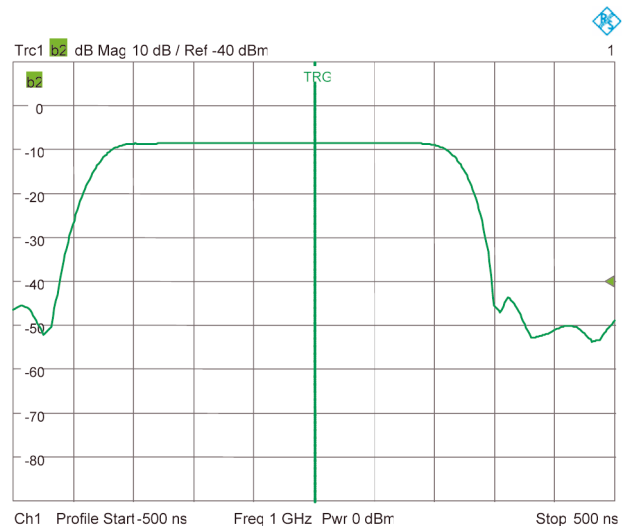


Рис. 3. Форма импульса исследуемой волны

ны события, происходящие до момента запуска или нарастания фронта импульса.

Для ИУ с большим групповым временем задержки, превосходящим ширину импульса, трудно или даже невозможно измерить параметр S_{21} , поскольку опорный («падающий») сигнал a_1 прекращает действовать

нии Rohde & Schwarz. В ZVA имеется прямой доступ к тракту генератора с передней панели, который может быть использован для подачи сигнала внешней модуляции вместо внутреннего источника СВ-колебаний.

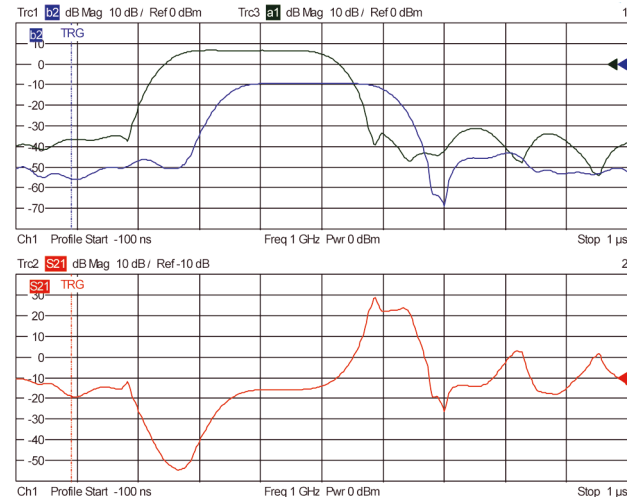


Рис. 4. Временные диаграммы волн a_1 , b_2 и параметра S_{21} испытуемого устройства с групповым временем задержки 100 нс

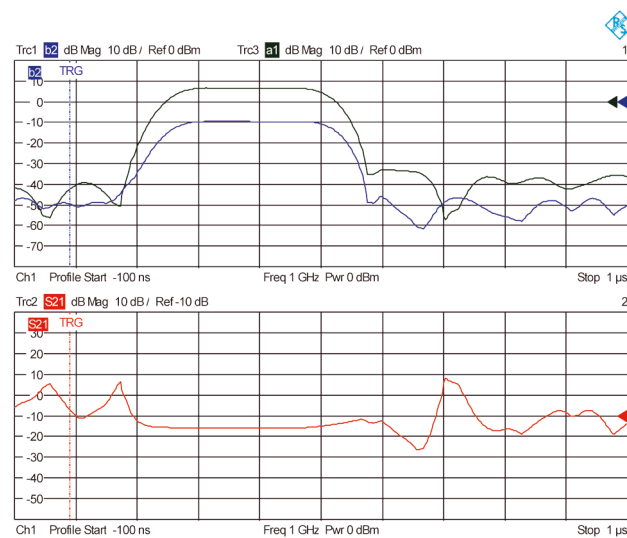


Рис. 5. S_{21} после сдвига b_2 на 100 нс

уже до того, как переданный («отраженный») импульс b_2 достигнет приемника.

Эта проблема может быть решена путем сдвига в вычислителье отдельных волн на величину группового времени задержки ИУ перед вычислением S -параметров. Таким образом, ИУ с большим групповым временем задержки могут исследоваться и при очень коротких импульсах.

На рис. 5 показан результат после сдвига волны b_2 на 100 нс.

ВИДЫ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Для приложений, в которых используются импульсные ВЧ-сигналы, может быть использован импульсный генератор, например, генератор SMR компа-

нии Rohde & Schwarz. В ZVA имеется прямой доступ к тракту генератора с передней панели, который может быть использован для подачи сигнала внешней модуляции вместо внутреннего источника СВ-колебаний.

Поскольку сигнал проходит через ответвитель и поступает на эталонный приемник, то возможно измерение калиброванных S -параметров (S_{11} и S_{21}). Установка не требует перекалибровки при изменении параметров импульсного сигнала (например, коэффициента заполнения — величины, обратной скважности импульсов). Калибровка, выполненная в режиме СВ, остается действительной и в импульсном режиме. Динамический диапазон также не зависит от коэффициента заполнения импульсов.

Данная испытательная установка подходит для измерений зависимостей параметров импульсов от мощности или частоты, поскольку внешние источники сигналов (приборы компании R&S и других производителей) могут управляться со стороны ZVA по интерфейсу IEEE или LAN.

Вместо импульсного генератора к тракту генератора анализатора цепей может быть напрямую подключен импульсный модулятор с целью модуляции внутреннего источника анализатора.

Если само ИУ является источником импульсных сигналов, то в качестве дополнительного оборудования потребуется генератор сигналов произвольной формы.

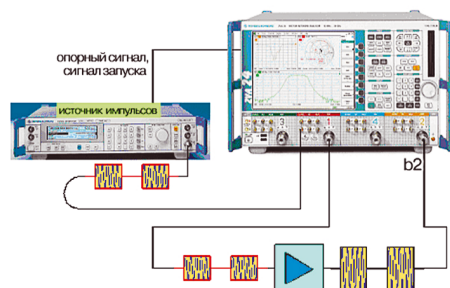


Рис. 6. Использование импульсного ВЧ-генератора в качестве источника импульсов



Рис. 7. Блок-схема установки

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье описана применяемая на практике измерительная система на основе анализатора цепей для испытания компонентов в импульсном режиме. Система основана на избирательном приемнике с большой полосой ПЧ и быстродействующей памятью для записи первичных данных. Эти данные обрабатываются в автономном режиме после завершения записи данных. Изменение коэффициента заполнения импульсного

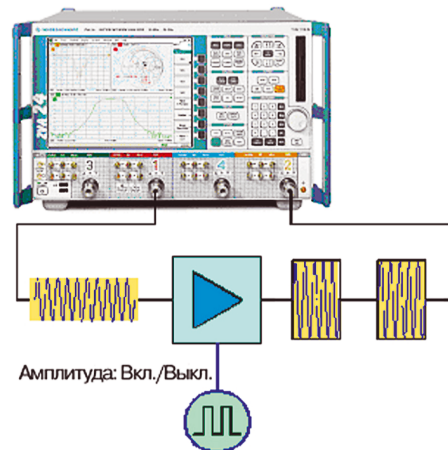


Рис. 8. Испытательная установка с импульсным ИУ

сигнала не влияет на динамический диапазон и не требует повторной калибровки установки. Для генерации импульсного сигнала входного воздействия при импульсных измерениях мощности и скорректированных значений S -параметров в тракт генератора анализатора цепей может быть введен сигнал с внешнего импульсного ВЧ-генератора или с внешнего импульсного модулятора.

The measurement system based on vector network analyzer is described in this article. The system is practically used for components testing in pulse mode and include wide IF bandwidth measurement receiver and high-speed memory for primary data recording.