

Калибровка векторных анализаторов цепей перемычкой с неизвестными параметрами

Статья описывает преимущества калибровки векторных анализаторов цепей (ВАЦ) с помощью метода, неизвестной перемычки (SOLR), по сравнению с традиционной SOLT калибровкой при измерении устройств с не присоединяемыми портами. Демонстрируются погрешности, возникающие при SOLT калибровке. Даются рекомендации по оценке качества проведенной SOLR калибровки.

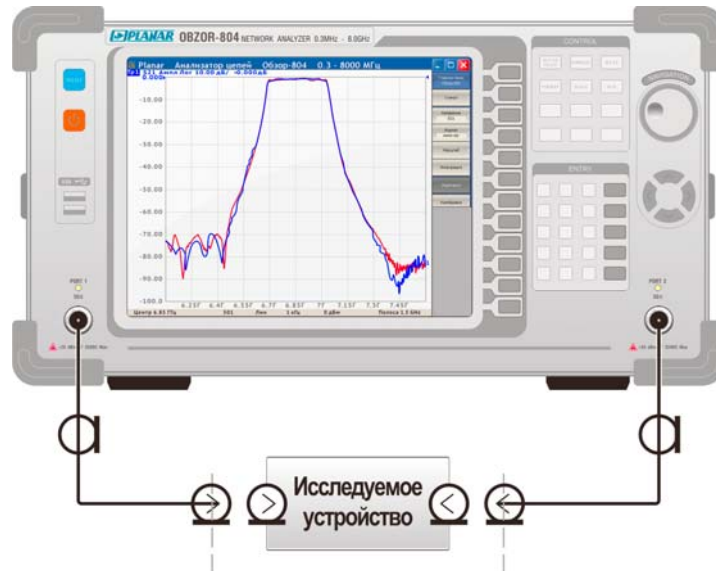


Рис. 1 ИУ с не присоединяемыми портами

При измерении СВЧ устройств с помощью ВАЦ важнейшим элементом является правильно проведенная калибровка измерительной установки, включающей как ВАЦ, так и присоединительные кабели, и, возможно, другие согласующие цепи с разъемами для подключения измеряемого устройства (ИУ). Наибольшее распространение получила SOLT калибровка, которая требует измерения четырех мер: **Short**, **Open**, **Load**, **Thru**. В «классической» SOLT калибровке используется непосредственное соединение измерительных разъемов – так называемая перемычка нулевой длины. В случае если ИУ оснащено разъемами одной полярности (рис.1), то для SOLT калибровки требуется адаптер-переход (перемычка не нулевой длины). Подобная ситуация возникает и при измерении ИУ с различными типами разъемов портов, например, один порт оснащен разъемом SMA, а другой – разъемом N-типа. Для обеспечения точности SOLT калибровки требуется знание параметров перемычки, заданных, как правило, с помощью модели калибровочной меры, что не всегда практически выполнимо. Например, затруднение может вызвать сопоставление моделей используемым перемычкам разных производителей, отсутствие доступной модели выбранной перемычки, изношенность перемычки. Для решения данной проблемы ВАЦ ООО «Планар» Obzor-804 предлагает калибровку перемычкой с неизвестными параметрами. Метод неизвестной перемычки не требует знания параметров этой перемычки, не предъявляет жестких требований к качеству самой перемычки, кроме требования обратимости, которое легко выполнимо. Метод неизвестной перемычки называют SOLR: **Short**, **Open**, **Load**, **Reciprocal**.

Часто для SOLT калибровки используют высококачественную перемычку и пренебрегают ее моделью. Это приводит к двум видам погрешностей. Первая, обусловленная дополнительной задержкой и затуханием в перемычке, вносится в характеристику ИУ со «знаком минус». Вторая – это неверное определение согласования порта нагрузки. Первый тип погрешности может быть компенсирован при измерении, функцией расширения порта ВАЦ (при условии применения высококачественной перемычки). Вторая же погрешность не может быть скомпенсирована, и вызывает характерные паразитные пульсации на характеристике ИУ. Пример такой погрешности при измерении полосового фильтра приведен на рис. 2. В отличие от SOLT калибровки SOLR калибровка не имеет данного недостатка.

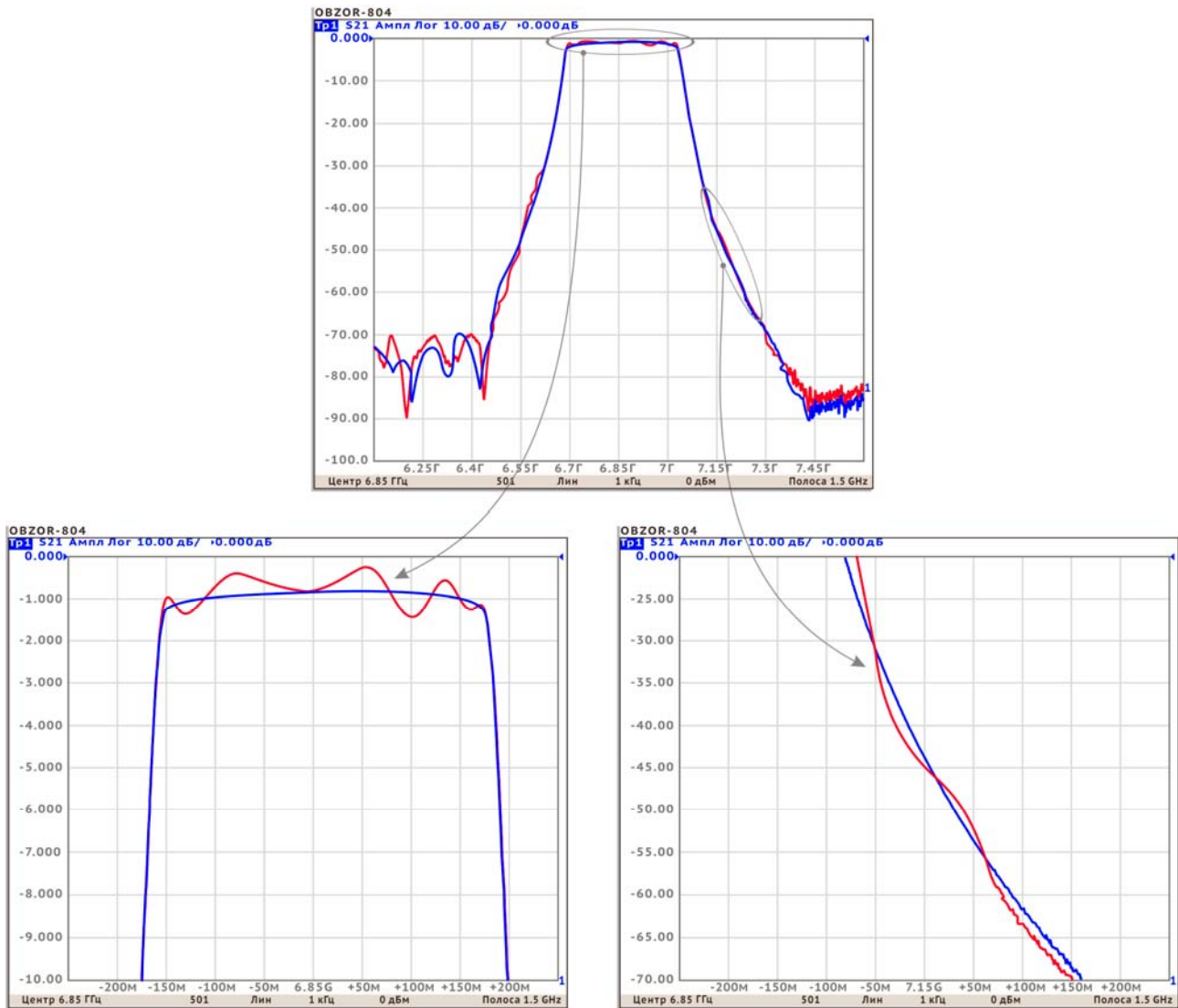


Рис. 2 Измерения полосового фильтра при различных типах калибровки

При освоении SOLR калибровки у инженеров иногда возникает вопрос, касающийся ее отличий от SOLT калибровки в части оценки правильности калибровки. После проведения SOLT калибровки на экране ВАЦ с еще не отсоединённой перемычкой отображаются модуль коэффициента отражения, величина которого значительно ниже -50 дБ, и модуль коэффициента передачи, близкий к 0 дБ. Зачастую, такие значения принимаются как критерии корректно проведённой калибровки. В случае SOLR калибровки данные критерии не удовлетворяются, что может трактоваться как ошибка калибровки. Поясним ошибочность данных критериев как для SOLT, так и для SOLR калибровки.

Для SOLT калибровки значения коэффициентов отражения и передачи, наблюдаемые на экране после правильной калибровки, не зависят от используемой перемычки. Это происходит, т.к. калибровка произведена с использованием этой же перемычки. Если перемычка соответствует своей модели, то данные критерии достоверны. Однако если оператор использует повреждённую перемычку или перемычку с несоответствующей моделью, тогда подтверждение правильности калибровки с помощью приведённых выше критериев приведёт к фатальным ошибкам измерений.

При SOLR калибровке на экране ВАЦ с еще не отсоединённой переключкой отображаются реальные параметры переключки. Данный факт можно использовать для оценки правильности проведенной SOLR калибровки путем сравнения параметров переключки на экране ВАЦ после калибровки с известными параметрами переключки. Эти параметры можно получить, предварительно измерив переключку и сохранив ее параметры в файле или распечатав их в виде графиков.

Еще одним случаем преимущественного применения SOLR калибровки является измерение протяженных и несоосных ИУ. Использование SOLR калибровки позволяет избежать перемещения измерительных кабелей между калибровкой и измерением, что достигается использованием в качестве переключки коаксиальной линии габаритами и формой соответствующими ИУ. Такую переключку легко подобрать, так как требования к знанию её параметров легко выполнимы.

Преимущества SOLR калибровки по сравнению с SOLT калибровкой при измерении ИУ с неприсоединяемыми портами:

- Приводит к существенно меньшим погрешностям измерений;
- Низкие требования к переключке: обратимость (удовлетворяют практически все пассивные устройства), вносимое затухание менее 10 дБ;
- Простота использования программного обеспечения ВАЦ PLANAR 804/1 «одним нажатием кнопки»;
- Высококачественное измерение протяжённых и несоосных ИУ;
- Возможность оценки качества проведенной SOLR калибровки.

Резюмируя вышесказанное, можно рекомендовать использование SOLR калибровки вместо традиционной SOLT калибровки во всех случаях измерения ИУ с неприсоединяемыми портами.