

Комплексные измерения параметров смесителей

Указания по применению

Изделия:

R&S® ZVA8	R&S® ZVT8
R&S® ZVA24	R&S® ZVT20
R&S® ZVA40	
R&S® ZVA50	
R&S® ZVA67	

В данной статье описана методика проведения комплексных измерений параметров смесителей, т.е. помимо определения потерь на преобразование и качества согласования, еще и измерения фазы и групповой задержки смесителей или модулей приема/передачи в целом. Концепция таких измерений основана на использовании вспомогательных смесителей, помещаемых в опорный и измерительный тракты для обратного преобразования тестового сигнала на ВЧ или ПЧ, соответственно. Ключевая особенность метода – выполнение полной комплексной двухпортовой коррекции систематической погрешности с использованием вместо меры-перемычки "калибровочного смесителя", определять параметры которого не требуется.

1 Аннотация

Смесители или, в общем случае, приемные/передающие модули с преобразованием частоты, являются ключевыми компонентами многих приемных и приемо-передающих систем, которые особенно часто используются в диапазоне СВЧ. Область их применения простирается от мобильной связи до автомобильных приложений, например, таких как радар для определения расстояния до автотранспорта, обзорный локатор или спутниковая техника. Смесители должны описываться не только амплитудными параметрами (потери на преобразование, перекрестные помехи или согласование), но и комплексными S-параметрами, фазовой и групповой задержкой. Например, последние параметры очень важны для снижения частоты появления ошибочных битов в системах связи или для радаров с высоким пространственным разрешением.

Ключевое измерение – определение фазы смесителя или модуля приема/передачи – проводится с помощью эталонных (вспомогательных) смесителей в опорном и измерительном трактах. Однако для измерения абсолютного значения фазы и групповой задержки необходимо выполнить полную процедуру коррекции систематической погрешности. В противном случае возможна лишь оценка относительного значения фазы (относительно "идеального смесителя"). В отсутствие переключки THROUGH с функцией преобразования частоты невозможно применять классическую процедуру TOSM-калибровки или другие 7-элементные процедуры калибровки. Использование вместо переключки THROUGH "калибровочного смесителя" позволяет решить эту проблему, но при этом требуется знать S-параметры калибровочного смесителя. Недостатками такого метода будут высокие дополнительные трудозатраты, возможность операционных ошибок и снижение точности из-за распространения ошибок.

Для калибровки установок с преобразованием частоты, использующих вспомогательные смесители, компания Rohde & Schwarz предлагает новый подход: метод UOSM-калибровки позволяет использовать "калибровочный смеситель" в качестве меры "переключки с неизвестными параметрами" ("Unknown Through"). При этом не требуется определять параметры "калибровочного смесителя" (единственное требование – чтобы смеситель был взаимнообратным) и обеспечивается возможность полной двухпортовой калибровки с трудозатратами как для обычной TOSM-калибровки.

В данной статье описана методика построения и конфигурирования типичных измерительных установок, а также методика калибровки и проведения комплексных измерений параметров смесителей с помощью анализаторов электрических цепей R&S ZVA и R&S ZVT. Измерение абсолютного значения фазы и групповой задержки основано на методе UOSM-калибровки. Очевидные преимущества такого метода: снижение трудозатрат за счет отсутствия требования определения параметров калибровочного смесителя, высокая точность, такое же количество этапов калибровки, что и при использовании TOSM-калибровки.

Для представляемой новой опции R&S ZVA-K5 (измерения на смесителях с векторной коррекцией) требуется наличие опций ZVA-K4 (измерения с преобразованием частоты) и R&S ZVAxy-B16 (прямой доступ к каналу). Рекомендуется использовать четырехпортовый анализатор R&S ZVA или R&S ZVT, поскольку они оснащены двумя встроенными генераторами и гетеродином достаточной мощности. В противном случае необходимо использовать внешний генератор.

Данные указания применимы для приборов со встроенным ПО версии 2.70.

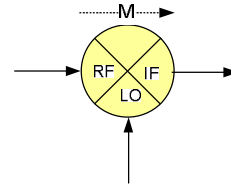
2 Введение. Основные понятия

2.1 Теория комплексных измерений параметров смесителей

На выходе (идеального) смесителя, на вход которого подаются ВЧ-сигнал RF и сигнал гетеродина LO , присутствует произведение сигналов RF и LO с весовым коэффициентом M , описывающим потери смесителя на преобразование:

$$\underline{IF} = \underline{RF} * \underline{LO} * \underline{M};$$

$$\begin{aligned} \text{где: } \underline{RF} &= |RF| * \cos(\omega_{RF} * t) \\ \underline{LO} &= 1 * \cos(\omega_{LO} * t + \phi_{LO}) \\ \underline{M} &= |M| * e^{j\phi_{mix}} \end{aligned}$$



$$\underline{IF} = |RF| * \cos(\omega_{RF} * t) * \cos(\omega_{LO} * t + \phi_{LO}) * M$$

Проведя дальнейшее преобразование произведения косинусов, приходим к математическому описанию верхней и нижней боковых полос частот смесителя:

$$\begin{aligned} \underline{IF}^+ &= |RF| * \cos([\omega_{RF} + \omega_{LO}] * t + \phi_{LO}) * \underline{M}(\underline{IF}^+) \\ \underline{IF}^- &= |RF| * \cos([\omega_{RF} - \omega_{LO}] * t + \phi_{LO}) * \underline{M}(\underline{IF}^-) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \underline{IF}^+ &= |RF| * |M(\underline{IF}^+)| * \cos([\omega_{RF} + \omega_{LO}] * t + \phi_{LO} + \phi_{mix}) \\ \underline{IF}^- &= |RF| * |M(\underline{IF}^-)| * \cos([\omega_{RF} - \omega_{LO}] * t + \phi_{LO} + \phi_{mix}) \end{aligned}$$

Важно отметить, что коэффициент потерь на преобразование M характеризуется своим модулем и фазой. Расчет потерь на преобразование по формуле $b2/a1$, где $b2$ измеряется на промежуточной частоте IF , а $a1$ – на частоте RF , может привести к появлению колебательного сигнала. Кроме того, поскольку все приемники анализатора R&S ZVx устанавливаются на одну и ту же частоту одновременно, могут потребоваться два последовательных измерения для учета информации о фазе. Таким образом, обычная скалярная методика оказывается малоприменимой.

Во-вторых, фаза сигнала гетеродина LO непосредственно влияет на фазу сигнала промежуточной частоты IF смесителя. В представляемой методике комплексных измерений параметров смесителей используются дополнительные "вспомогательные смесители". Следовательно, для обеспечения стабильного измерения необходимы источники сигнала LO с ФАПЧ (для вспомогательных смесителей) и испытуемый смеситель (MUT), который может быть реализован за счет использования единого источника и разделения его сигнала (что автоматически обеспечивается при использовании внутреннего источника и соответствующих измерительных портов).

2.2 Структура аппаратных средств R&S ZVA. Измерение фазы

В анализаторах R&S ZVA и R&S ZVT для каждой пары измерительных портов используется один внутренний генератор. Следовательно, четырехпортовая модель анализатора R&S ZVA содержит два генератора, полностью оснащенная шестипортовая модель анализатора R&S ZVT20 – три, а полностью оснащенная восьмипортовая модель анализатора R&S ZVT8 – четыре источника. Кроме того, на каждом порте ВЧ-тракта установлен предусилитель, обеспечивающий требуемый калиброванный уровень мощности на каждом порту. Таким образом, эти приборы идеальным образом подходят для подачи на смесители сигналов RF и LO, не требуя при этом каких-либо внешних источников.

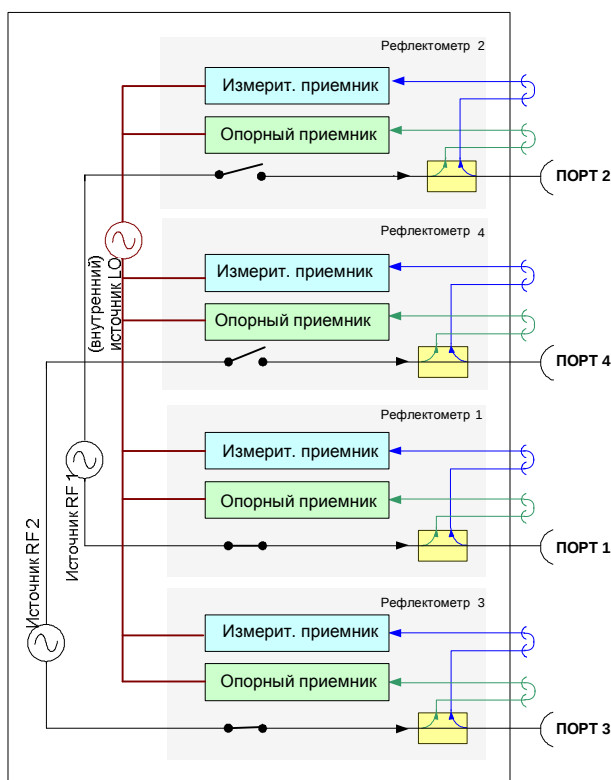


Рисунок 1: Блок-схема четырехпортовой модели R&S ZVA

Для обеспечения фазовой корреляции при стандартном измерении S-параметров на все приемники векторного анализатора цепей сигнал гетеродина LO подается от общего источника. Следовательно, все приемники одновременно настраиваются на одинаковую частоту. При измерениях с преобразованием частоты (например, при измерении коэффициента потерь на преобразование смесителя $b2(IF)/a1(RF)$) необходимо проводить измерения в диапазоне ВЧ (RF) и ПЧ (IF). Для этого, однако, требуется два последовательных этапа ("парциальные измерения") из-за фазовой корреляции между значениями $a1$ и $b2$. Для преодоления этой проблемы используется вспомогательный смеситель, преобразующий сигнал IF или RF обратно в диапазон RF или IF, соответственно.

Схема комплексных измерений параметров смесителей

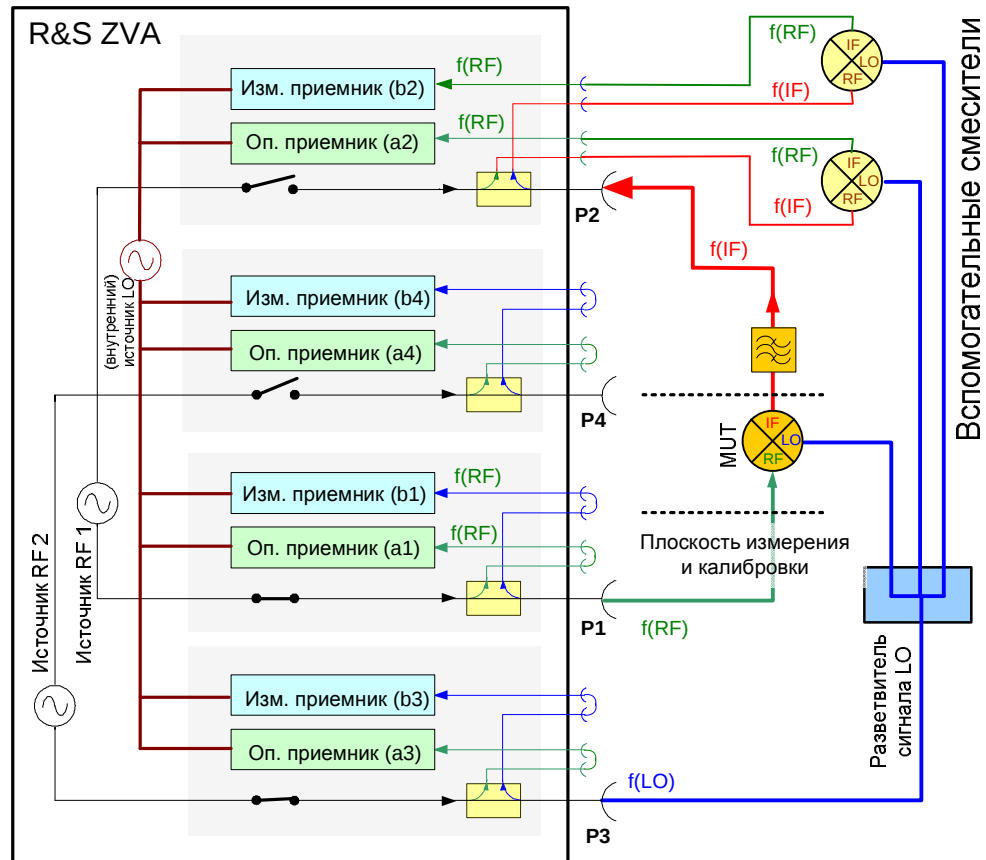


Рисунок 2: Схема комплексных измерений параметров смесителей с использованием вспомогательных смесителей

На верхней диаграмме показана типичная схема комплексных измерений параметров смесителей с использованием вспомогательных смесителей.

При измерении параметров передачи (например, коэффициента потерь на преобразование), источник 1 и опорный приемник a1 (а, значит, и измерительный приемник b2) настраиваются на частоту $f(\text{RF})$. Сигнал промежуточной частоты IF с частотой $f(\text{IF})$, поступающий из испытуемого смесителя MUT, преобразуется на вспомогательном смесителе в измерительном тракте обратно на частоту $f(\text{RF})$, обеспечивая измерение отношения $b2/a1$ (S_{21}) на одной частоте $f(\text{RF})$.

При измерении в обратном направлении источник 1 настраивается на частоту $f(\text{IF})$. Вспомогательный смеситель в опорном тракте преобразует сигнал воздействия на частоту $f(\text{RF})$, то же самое делает испытуемый смеситель MUT. Оба приемника a2 и b1 настроены на частоту $f(\text{RF})$, что позволяет оценить фазу отношения $b1/a2$ (S_{12}).

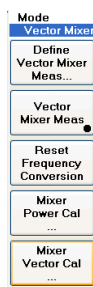
Соответствие частот сохраняется и при измерении параметров S_{11} и S_{22} .

В итоге можно сказать, что использование вспомогательных смесителей позволяет оценивать комплексные S-параметры смесителя при одинаковых частотах в опорном и измерительном каналах.

2.3 Настройка и калибровка

2.3.1 Настройки: главное диалоговое окно

Конфигурирование комплексных измерений параметров смесителей производится в меню **MODE : Vector Mixer Measurement...** :



- Конфигурация схемы измерения
- Активация и деактивация режима с преобразованием частоты
- Калибровка мощности
- Коррекция систематической погрешности

Примечание:

При использовании режима комплексных измерений параметров смесителей любые процедуры калибровки мощности и коррекции систематических погрешностей должны выполняться с помощью соответствующих клавиш в меню **Vector Mixer Measurement!** – Стандартные калибровочные процедуры (CAL : Calibration : и т.п.) в данном случае не применимы!

Диалоговое окно **Define Vector Mixer Meas...** позволяет...

- выбрать вспомогательные смесители, которые будут подсоединены к измерительному порту 1 или 2 (подробности см. в разделе 3.1.1);
- интегрировать внешние генераторы (требуется, в основном, при использовании двухпортовых анализаторов R&S ZVA с одним внутренним источником, см. раздел 3.2.1);
- определить настройки мощности (подробности см. в разделе 3.2.1);
- определить схему преобразований частоты

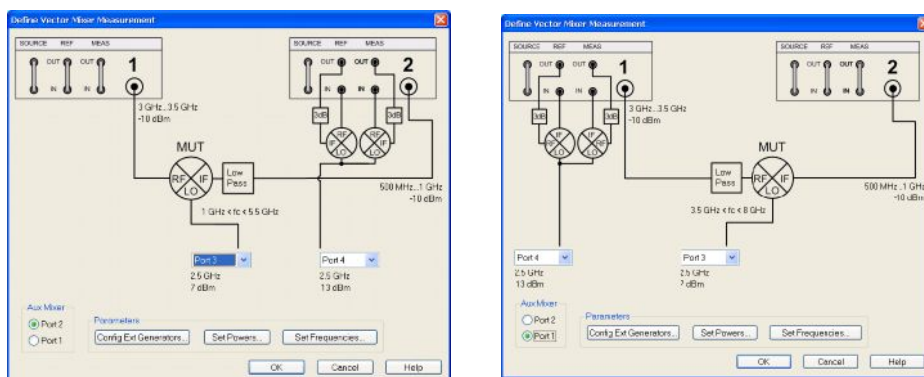


Рисунок 1: Диалоговые окна конфигурации комплексных измерений параметров смесителей. Вспомогательные смесители могут быть подключены к порту 1 или 2, в зависимости от приложения и требуемой схемы преобразований частоты

Все настройки переносятся в стандартные диалоговые окна настроек мощности и калибровки, а также в таблицу **Port Config...** . При использовании дополнительных аттенюаторов и усилителей потребуется дополнительная настройка мощности порта и калибровка мощности. Эти настройки можно сделать в таблице **MODE : Port Config...**, а также в диалоговом окне **CAL : Start Power Cal : Source Power Cal...** (подробности см в разделе 3.2.1)

2.3.2 Коррекция систематической погрешности

Для калибровки схемы комплексных измерений параметров смесителей предлагается новая методика калибровки: вместо калибровочной меры THROUGH (перемычка) как в классической двухпортовой калибровке типа TOSM, в применяемой методике UOSM используется калибровочный смеситель, который выступает в роли перемычки с неизвестными параметрами "UNKNOWN THROUGH" (UOSM). В отличие от других представленных на рынке решений, здесь для калибровочного смесителя не требуется определять ни электронные, ни механические, ни S-параметры! Единственное требование – чтобы использовался взаимнообратный смеситель (подробности см. в разделе 3.1.2). Таким образом, характерными особенностями данного метода калибровки являются:

- Количество этапов калибровки как в классической TOSM-калибровке
- Минимальные трудозатраты за счет использования произвольного калибровочного смесителя
- В качестве калибровочного может быть использован испытуемый смеситель (MUT)

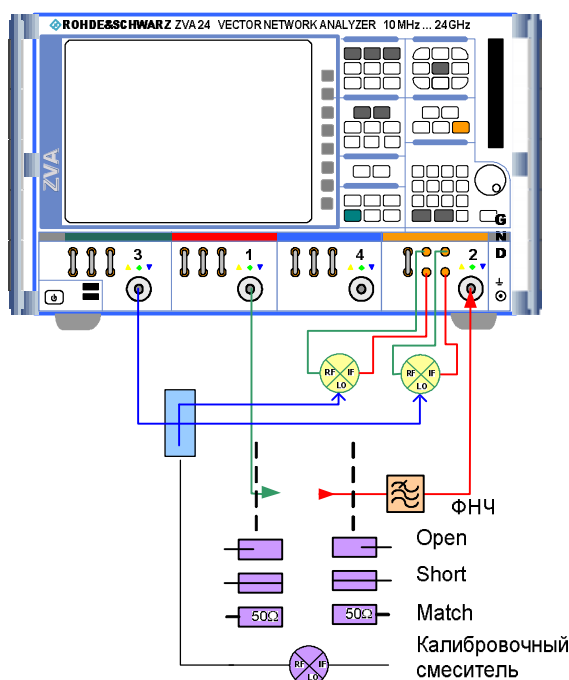


Рисунок 2: Полная двухпортовая калибровка схемы векторных измерений параметров смесителей с использованием меры XX (Open), K3 (Short), согласования (Match) и калибровочного смесителя в качестве перемычки с неизвестными параметрами UNKNOWN THROUGH

Для калибровки необходимо определить меры XX (OPEN), K3 (SHORT) и согласования (MATCH) в диалоговом окне определения калибровочного набора. Определять параметры калибровочного смесителя не требуется. Для выполнения калибровки требуется:

Этап 1: калибровка OSM Cal Port 1 для частоты радиосигнала RF

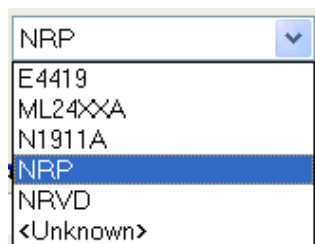
Этап 2: калибровка OSM Cal Port 2 для частоты ПЧ-сигнала IF

Этап 3: "UNKNOWN THROUGH": применить взаимнообратный смеситель с неизвестными параметрами

Для проведения калибровки понадобится такое же количество этапов, как для TOSM-калибровки без преобразования частоты. Определения параметров калибровочного смесителя не требуется.

2.3.3 Калибровка мощности

Независимо от коррекции систематической погрешности, для плоской АЧХ в опорной плоскости (плоскостях) может применяться калибровка мощности. Самый удобный способ заключается в использовании измерительной головки R&S NRP, которая подключается непосредственно к R&S ZVA/ZVT через USB-адаптер. Тем не менее, можно использовать и другие измерители мощности (SYSTEM CONFIG : External Power Meters : ...):



Диалоговое окно **MODE : Vector Mixer Meas... : Mixer Power Cal...** содержит пошаговые инструкции для выполнения калибровки мощности в генераторных трактах, на портах RF (порт 1) и LO (порт 3), а также в обратном IF (порт 2) направлении:

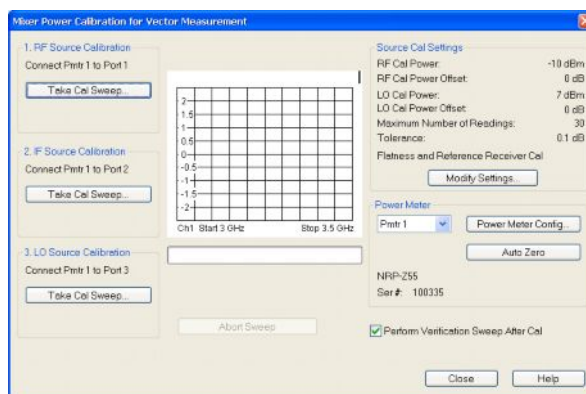


Рисунок 3: Диалоговое окно для калибровки мощности при векторных измерениях смесителей

Кнопка **Modify Settings...** открывает главное меню для выполнения калибровки мощности. Помимо таких параметров как "Tolerance" (допуск) или "Maximum Number of Readings" (максимальное количество данных) можно изменять мощность на отдельных портах анализатора. Настройки мощности, определенные в меню **Vector Mixer Measurement**, автоматически переносятся в меню калибровки мощности и меню конфигурации отдельных портов, обычно никаких дополнительных изменений (для доступа к этим меню) не требуется. Тем не менее, при использовании в измерительной установке дополнительных аттенюаторов или предусилителей может потребоваться дополнительная регулировка настроек мощности и калибровка.

Требования при калибровке мощности:

Для исправления задержки тестовых кабелей, учета ослабления вспомогательных смесителей и других эффектов типа оконечного согласования измерительного порта, описанная процедура коррекции систематической погрешности UOSM совершенно необходима. В то же время, если мощность гетеродина достаточна для поддержания смесителей в режиме компрессии, а испытуемый смеситель MUT нечувствителен к изменениям мощности радиосигнала, то зачастую калибровку мощности можно не проводить.

3 Описание компонентов и вариантов схем

3.1 Компоненты измерительной установки

3.1.1 Вспомогательные смесители

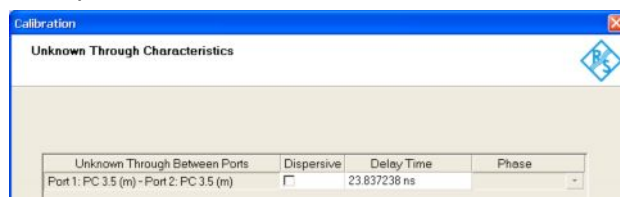
Как было показано выше, при комплексных измерениях параметров смесителей необходимо производить преобразование с повышением/понижением частоты в измерительном и опорном трактах, что требует использования вспомогательных смесителей с подходящей схемой преобразования частот. В принципе, вспомогательные смесители должны обеспечивать обратную процедуру преобразования так же, как если бы они были сконфигурированы для фактического измерения MUT (например, если оценивается задержка смесителя MUT при понижающем преобразовании радиосигнала с перестраиваемой частотой от 3 до 4 ГГц на постоянную промежуточную частоту 100 МГц, то вспомогательный смеситель должен обеспечивать выполнение повышающего преобразования со 100 МГц до перестраиваемой ПЧ от 3 до 4 ГГц). При встраивании вспомогательных смесителей в опорные и измерительные тракты необходимо внимательно следить за правильностью направления преобразования RF-IF: может возникнуть необходимость подсоединения портов REF **OUT** и MEAS **OUT** к порту IF смесителя и, соответственно, портов REF **IN** и MEAS **IN** анализаторов ZVA/ZVT к портам RF вспомогательных смесителей. В случае превышения частотного диапазона вспомогательных смесителей или ошибочного смешивания сигналов RF и IF, возросшие потери на преобразование приведут к понижению динамики и увеличению шума кривой.

Подводя итог вышесказанному, следует отметить, что особых требований (взаимообратность или малая неравномерность АЧХ) к вспомогательным смесителям не предъявляется.

3.1.2 Калибровочный смеситель

Для проведения стандартной процедуры TOSM-калибровки необходимо обладать полным описанием калибровочных мер – знать их электронные и механические свойства, в конечном счете, влияющие на их S-параметры. Соответственно, использование калибровочного смесителя вместо переключки THROUGH потребовало бы знания S-параметров калибровочного смесителя. Однако методика UOSM-калибровки позволяет использовать калибровочный смеситель как переключку с неизвестными параметрами UNKNOWN THROUGH, делая излишним его подробное описание.

При этом единственным требованием является нахождение изучаемой фазы в пределах 180° . Для удобства данный параметр "Delay Time" оценивается в конце процедуры калибровки, а полученный результат должен проверяться оператором на достоверность



В общем и целом это означает, что единственным условием для использования калибровочного смесителя является его взаимнообратность, которая определяется равенством $S_{21} = S_{12}$ (комплексные величины). Для смесителей это означает, что коэффициент преобразования (RF→IF) равен коэффициенту преобразования (IF→RF). К счастью, большинство смесителей являются взаимнообратными. В случае, если калибровочный смеситель не идеально взаимнообратен, то после калибровки приблизительно половинное отклонение от симметрии передается (остается) в виде остаточной погрешности.

3.1.3 Фильтры

За исключением однополосных смесителей или модулей приема/передачи со встроенным механизмом фильтрации, любой испытуемый смеситель MUT будет создавать (паразитную) боковую полосу частот или четные гармоники. Во вспомогательных смесителях боковые полосы преобразуются обратно в измерительный сигнал, приводя к его искажению или вызывая появление пульсаций. Поэтому особенно важным является использование фильтров, подобранных к отдельным схемам преобразования частоты. При конфигурировании измерения в главном диалоговом окне комплексных измерений показаны требуемая полоса частот фильтра и его частота среза:

Фильтр для подавления боковой полосы частот обычно помещается сразу после испытуемого смесителя MUT. Подобная стандартная конфигурация измерения отображается в главном диалоговом окне настройки. Однако фильтрация боковой полосы означает, что отраженный на MUT сигнал может привести к появлению пульсаций. В альтернативной схеме два фильтра боковой полосы, помещаемых между выходами REF OUT и MEAS OUT, вместо одного фильтра после MUT могут значительно улучшить результат измерений: отраженная боковая полоса сильно подавляется за счет ослабления во внутреннем ответвителе (~ 10 дБ) и в аттенуаторах согласования вспомогательных смесителей.

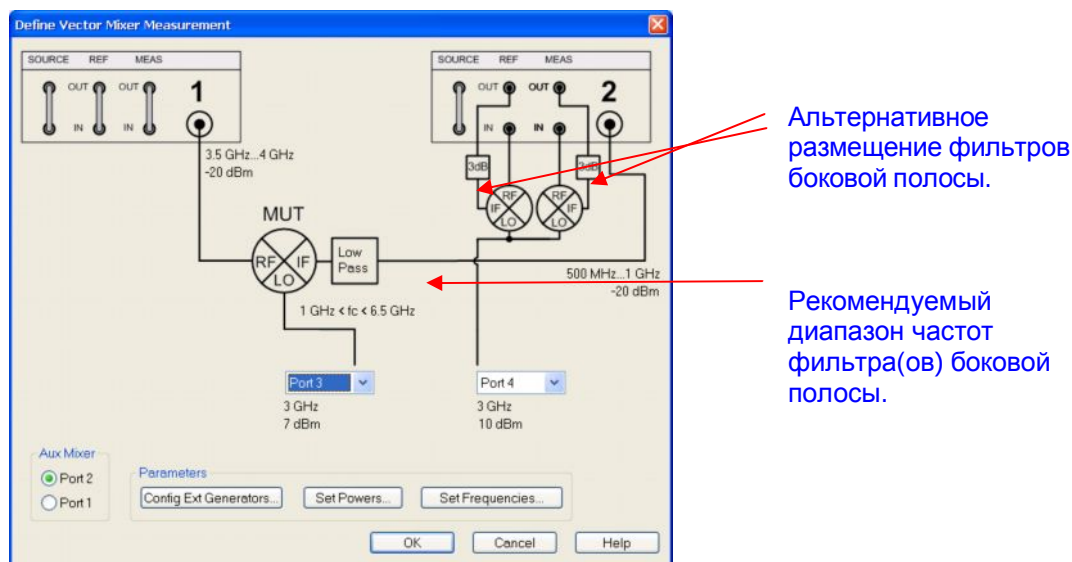


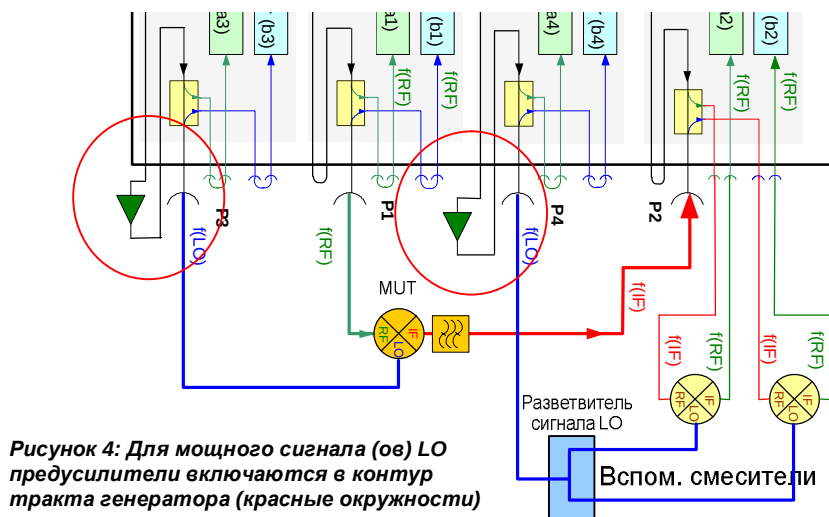
Рисунок 3: Главное диалоговое окно комплексных измерений параметров смесителей. Помимо прочего, указаны рекомендуемый частотный диапазон и позиция фильтров боковой полосы.

3.1.4 Аттенюаторы

Для обычных смесителей характерно слабое согласование по обоим портам (RF и IF). Наилучшее согласование достигается при использовании аттенюаторов (в ВЧ-тракте до 10 дБ, в ПЧ-тракте до 5 дБ), которые помещаются непосредственно до и после смесителя MUT. Аналогичные соображения справедливы и для вспомогательных смесителей, для которых 3 дБ аттенюаторы помещаются между портами REF OUT и MEAS OUT и входами смесителей.

3.1.5 Усилители

Для обычных смесителей требуемая мощность гетеродина должна составлять 7 дБмВт. Использование разветвителя с ослаблением 3 дБ или 6 дБ и проведение измерений на высоких частотах может потребовать применения предусилителя сигнала гетеродина LO для испытуемого и/или вспомогательного смесителя.



3.2 Схемы измерений и варианты настройки

3.2.1 Сигнал гетеродина LO: фаза, мощность, (внешние) источники

Для обеспечения стабильного и надежного измерения фазы все три сигнала гетеродина LO должны быть синхронизированы по фазе. Наиболее удобный способ для этого – взять единственный источник и разделить его сигнал. Такой вариант схемы показан на рисунке 2: с порта 3 сигнал LO подается на все смесители с помощью трехпортового разветвителя мощности (например, с ослаблением 6 дБ). Однако при этом источник должен выдавать не только сигнал LO мощностью 7 дБмВт, но и обеспечить выдачу 7 дБмВт + 6 дБмВт = 13 дБмВт. Подобный уровень мощности может стать критическим в верхнем ГГц-диапазоне. Предпочтительным решением будет использование четырехпортового анализатора R&S ZVA/ZVT, т.е. использования для подачи сигналов LO портов 3 и 4. При использовании двухпортового анализатора R&S ZVA с одним внутренним источником и/или при недостатке мощности R&S ZVA/ZVT для сигнала LO к портам ZVA могут быть подключены предусилители или использован внешний источник.

3.2.1.1 Схема измерений на основе 4-портового R&S ZVA (предпочтительная)

При использовании четырехпортового анализатора ZVA/ZVT с порта 3 на MUT подается сигнал гетеродина LO, а с порта 4 (через двухпортовый разветвитель) – сигнал LO на вспомогательные смесители. При этом обеспечивается фазовая когерентность, так как обоим портам 3 и 4 соответствует один и тот же источник. Поскольку в пределах каждого внутреннего тракта имеется управляемый усилитель, то на каждом из измерительных портов анализатора R&S ZVA/ZVT может быть установлена разная выходная мощность, что позволяет достичь максимальной мощности на всех портах.

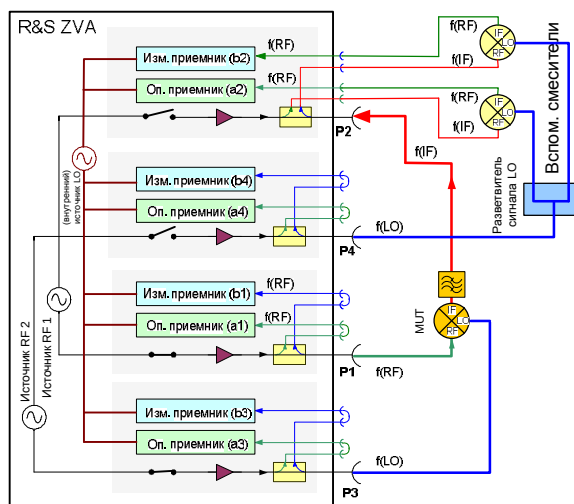
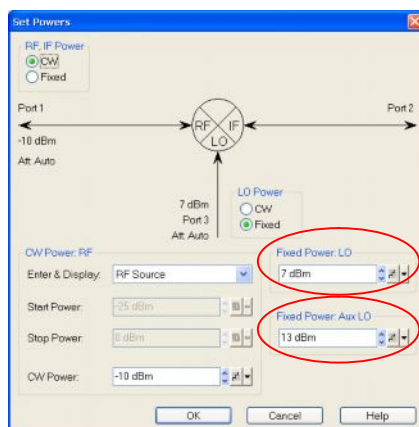


Рисунок 5: Схема комплексных измерений параметров смесителей с использованием портов 3 и 4 для подачи сигналов гетеродина LO

Следует учитывать, что использование разветвителя с ослаблением x дБ потребует соответствующего увеличения мощности на порте 4. Т.е. если мощность сигнала LO на вспомогательном смесителе 7 дБ, и для обоих вспомогательных смесителей используется разветвитель на 6 дБ, то мощность "Fixed Power Aux LO" должна быть установлена равной 13 дБмВт. (**MODE : Vector Mixer : Define vector mixer meas... : Set powers**)



Мощность LO на порте 3, для MUT

Мощность LO на порте 4, для всп. смесителей

Рисунок 6: Настройки мощности для MUT (мощность сигналов LO и RF), и мощности LO для вспомогательных смесителей. Когда используется 6 дБ разветвитель, мощность устанавливается равной 7 дБмВт + 6 дБмВт = 13 дБмВт

3.2.1.2 Схема измерений на основе 2-портового R&S ZVA и внешнего источника LO

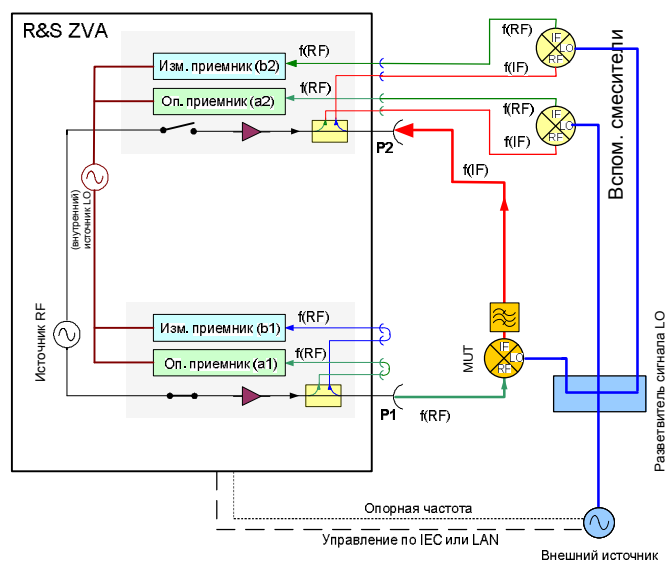


Рисунок 7: Схема комплексных измерений параметров смесителей с использованием внешнего источника сигналов гетеродина LO

В схему измерения могут быть интегрированы любые источники сигнала от компании R&S и некоторые из источников других производителей. Конфигурация настраивается в меню: **SYSTEM CONFIG : External Generators**. Должна быть установлена обычная опорная частота 10 МГц и организовано управление по шине IEC или LAN¹. Любые настроенные источники автоматически добавляются ко всем соответствующим меню выбора из главного меню настройки **MODE : Vector Mixer Meas... : Define Vector Mixer Meas...**. Они могут быть выбраны в качестве источников сигнала LO для смесителя MUT или вспомогательных смесителей. Недостаток использования внешнего источника проистекает из-за требования фазовой когерентности: для трехпортового разветвителя необходима соответствующая высокая мощность, которая, кроме того, обязана быть одинаковой для всех смесителей (без использования аттенюаторов и усилителей).

3.2.1.3 Калибровка мощности, предусилитель сигнала LO

В режиме компрессии смесители обычно довольно нечувствительны к слабым изменениям мощности гетеродина, и калибровка мощности не нужна. Калибровка мощности необходима в случае, когда

- требуется равномерность мощности ВЧ-сигнала RF
- на MUT или всп. смеситель оказывает воздействие изменение мощности LO
- используются предусилители.

Меню измерений параметров смесителей поддерживает калибровку мощности

- сигнала RF (порт 1)
- сигнала IF в обратном направлении (порт 2),
- сигнала LO для MUT (порт 3, порт 4 или внешний генератор).

¹ Для управления по шине IEC требуется опция ZVAB-B44 (кабель управления + библиотека VISA I/O), для управления через LAN – опция VISA I/O BIB (VISO)

Меню калибровки мощности доступно через
MODE : Vector Mixer Meas... : Mixer Power Cal... и ... : **Modify Settings**

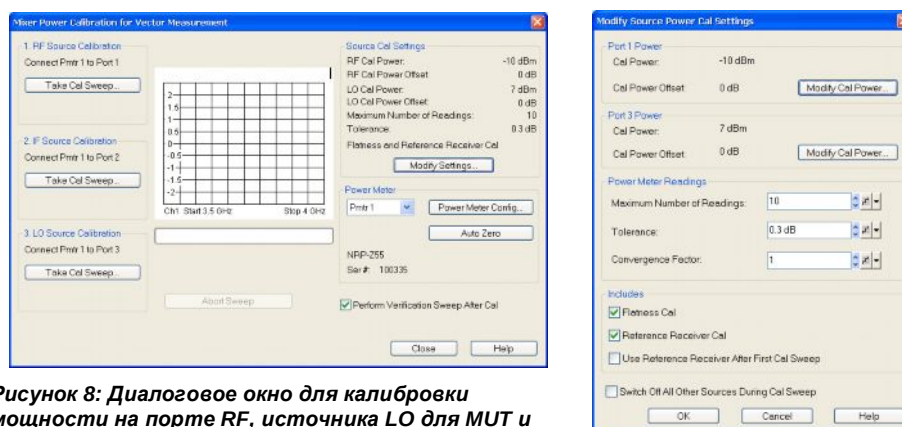


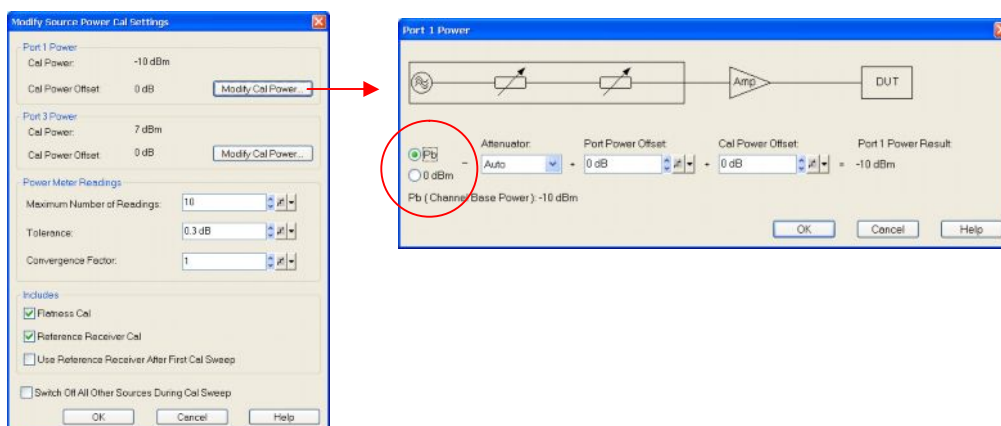
Рисунок 8: Диалоговое окно для калибровки мощности на порте RF, источника LO для MUT и обратного сигнала ПЧ с порта 2

Настройки мощности, сделанные в главном меню, переносятся в соответствующие подменю, например:

- Порт 1, мощность $P(RF) = -10 \text{ dBm}$
- Порт 3, мощность $P(LO, MUT) = 7 \text{ dBm}$
- Порт 2, мощность $P(IF) = -10 \text{ dBm}$

Клавиша **Modify Settings...** позволяет установить общие параметры для процедуры калибровки мощности (описание общих параметров см. в меню **HELP**), и произвести дополнительные настройки, например, при использовании предусилителей или аттенуаторов.

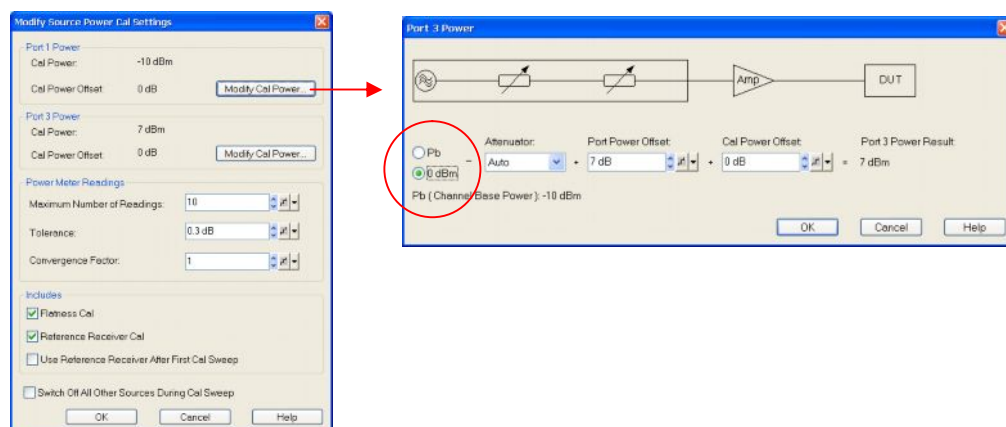
Порт 1, мощность радиосигнала RF



Мощность радиосигнала RF на порте 1 может быть изменена. При добавлении предусилителя (рисунок ху), в поле смещения мощности Power Offset следует ввести соответствующий коэффициент усиления.

Примечание:

Результирующая мощность на измерительном порте складывается из ослабления аттенюатора, смещения по отдельному порту и усиления предусилителя. Тем не менее, она задается относительно базовой мощности "Base Power" (в красной окружности), введенной в поле **POWER BW AVG : Power**. Если отмечен пункт **Pb**, то мощность измерительного порта изменяется относительно модифицированного значения мощности.

Порт 3, мощность гетеродина LO (MUT)

Для мощности гетеродина стандартным значением является **0 dBm**. Это означает, что результирующая мощность на порте не изменяется при вводе мощности **POWER BW AVG : Power**, а остается фиксированной относительно уровня 0 дБмВт; мощность на порте определяется параметрами в главном диалоговом окне настроек (здесь: +7 дБмВт)

Порт 2, мощность ПЧ-сигнала IF (обратного)

--- дальнейшие изменения не возможны ---

Дополнительные настройки

В случае необходимости дополнительных настроек или калибровки мощности для конфигурирования или выполнения калибровки мощности может быть использовано стандартное меню калибровки.

Например, порт 4 (мощность сигнала LO для вспомогательного смесителя) отсутствует в меню калибровки мощности, так как в большинстве случаев такая калибровка не требуется. ($P(\text{LO, aux-mix}) = +10\text{dBm}$).

CAL : Start Power Cal... : Source Power Cal...

Выбрать нужный порт и выполнить калибровку мощности. Функция будет активирована параллельно с калибровкой мощности на смесителе.