

# Точные измерения слабых сигналов

В осциллографах, при значениях вертикальной чувствительности менее 10 мВ/деление, с целью удержания низкого уровня шума, как правило, уменьшается полоса пропускания. Осциллограф R&S®RTO работает по-другому: он использует всю полосу пропускания даже при самых чувствительных настройках, а оцифровкой сигнала занимается АЦП с эффективным числом битов (ENOB) более 7.

## Зависимость чувствительности от полосы пропускания

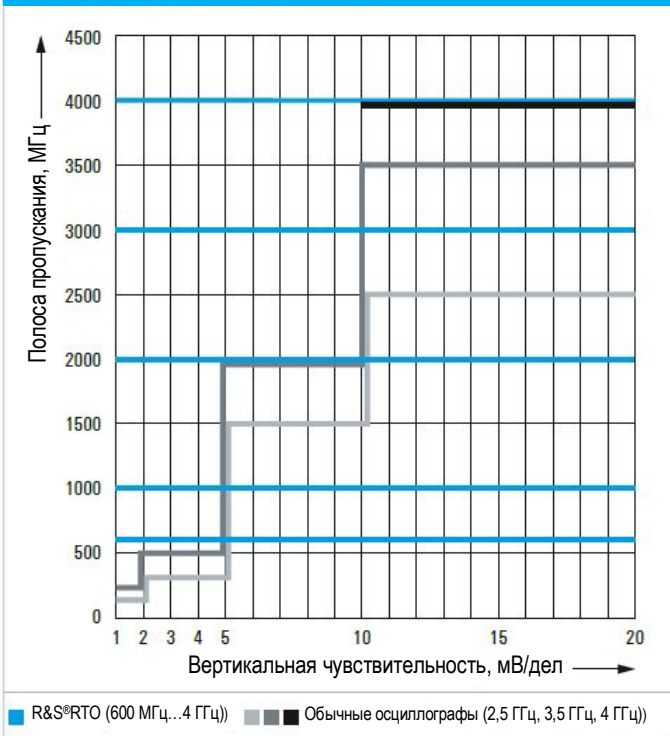


Рисунок 1 – В осциллографе R&S®RTO для измерений используется вся полоса пропускания даже при высокой входной чувствительности по вертикали вплоть до 1 мВ/деление.

## Суть проблемы

Мобильные устройства становятся все меньше и меньше в размерах, но при этом все более и более функциональными, кроме того, пользователи ожидают от них продолжительного времени работы от батареи. Оптимизация энергопотребления является одним из наиболее проблемных аспектов разработки таких устройств. Для минимизации энергопотребления при передаче данных с большой скоростью напряжение питания должно быть как можно ниже. Используются сигналы с низким размахом амплитуды в соответствии с сигнальным стандартом LVDS (низковольтные дифференциальные сигналы). Сигналы с низкой амплитудой распространены в таких аналоговых и смешанных цепях, как ЦАП и усилители, которые по вышеуказанным причинам работают с очень низкими уровнями напряжений. Обычные осциллографы не могут отображать полную полосу частот таких сигналов при использовании малых значений вертикальной развертки. В таких условиях очень сложно или даже невозможно измерить сигнал с высокой точностью, однако теперь осциллограф R&S®RTO способен решать эту проблему (см. рисунок 1).

## Контрольно-измерительное решение

Активные пробники, используемые для измерений высокочастотных сигналов, обычно имеют коэффициент деления напряжения 10:1, что уменьшает и без того малую амплитуду сигнала до одной десятой исходного значения. При измерениях LVDS-сигнала с размахом напряжения амплитуды 350 мВ на вход осциллографа поступает только 35 мВ. Для оптимального отображения такого сигнала требуется установить значение вертикальной развертки 40 мВ/деление или 4 мВ/деление (см. рисунок 2). Осциллограф R&S®RTO работает с вертикальной разверткой до 1 мВ/деление при активированных входных усилителях, используя преимущества полного динамического диапазона АЦП. В других осциллографах для простого «растягивания» амплитуды сигнала на экране используется программный метод, и поэтому используется только малая часть диапазона АЦП. Кроме того, собственный шум осциллографа R&S®RTO столь низок, что нет необходимости уменьшать его, урезая при этом полосу пропускания. Для выполнения точных измерений во всех диапазонах чувствительности может использоваться вся полоса пропускания.

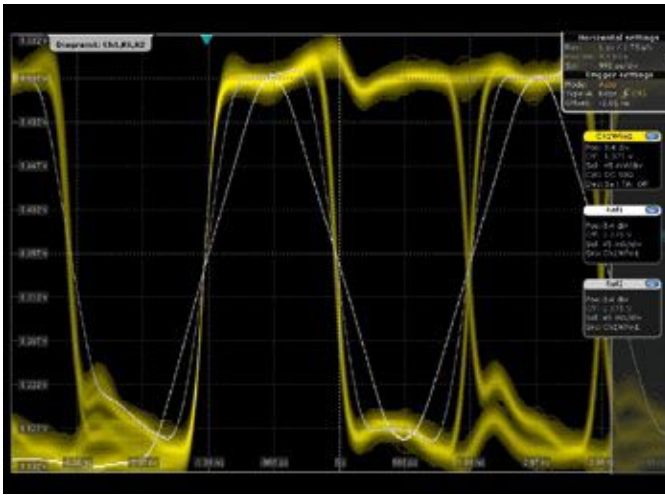


Рисунок 2 – На данном графике показан LVDS-сигнал 500 Мбит/с с полной полосой пропускания (желтый цвет), а также фильтры 500 МГц и 250 МГц (белые опорные кривые) активного пробника. Разрешение по вертикали – 40 мВ/деление (начальное значение 4 мВ/деление из-за ослабления в соотношении 10:1, вызванного пробником).

### Работа в большом динамическом диапазоне за счет использования одноядерного АЦП

Величина фактической погрешности оцифровки сигнала соответствует эффективному числу битов АЦП (ENOB). Наиболее строгие требования к динамическому диапазону предъявляются при работе с имеющими малую амплитуду сигналами высокоскоростных цифровых шин. Для широкополосных цифровых осциллографов, как правило, используются 8-битные АЦП. Такие преобразователи состоят из нескольких медленных преобразователей с временным уплотнением, соединенных между собой. Однако при увеличении количества объединяемых АЦП растут и погрешности, возникающие из-за неидентичности работы отдельных преобразователей. Осциллографы R&S®RTO не имеют таких ограничений. В них используется одноядерный АЦП со скоростью преобразования 10 млрд. отсчетов/с, то есть одно ядро преобразовывает оцифрованный аналоговый сигнал в 8-битное цифровое слово. Одноядерная архитектура позволяет минимизировать искажения сигнала и получить более 7 эффективных битов (см. рисунок 3). Точность представления измеренного сигнала зависит также от отношения полосы пропускания осциллографа к частоте сигнала и собственного шума входного каскада.

### Эффективное число битов (ENOB)

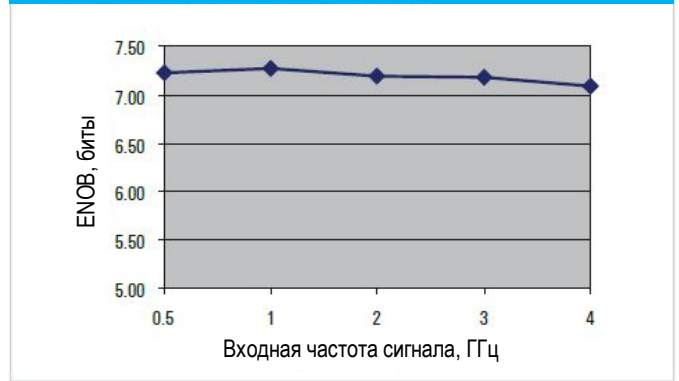


Рисунок 3 – Точное отображение сигнала и максимальный динамический диапазон обеспечиваются согласно большому числу эффективных битов АЦП, используемых в осциллографах R&S®RTO.

Именно поэтому необходимые параметры были последовательно реализованы при разработке осциллографов R&S®RTO. И затраченные усилия окупались: собственный шум этих осциллографов является самым низким для приборов данного класса, что используется для получения высокоточных, стабильных результатов даже при работе с наиболее чувствительными настройками (см. рисунок 4).



Рисунок 4 – Низкий уровень собственного шума даже при значении входной чувствительности по вертикали 1 мВ/деление.

#### Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG

Европа, Африка, Ближний Восток | +49 89 4129 12345

customersupport@rohde-schwarz.com

Северная Америка | 1 888 TEST RSA (1 888 837 87 72)

customer.support@rsa.rohde-schwarz.com

Латинская Америка | +1 410 910 79 88 | customersupport.la@rohde-schwarz.com

Азия/Тихий океан | +65 65 13 04 88 | customersupport.asia@rohde-schwarz.com

Китай | +86 800 810 8228/+86 400 650 5896

customersupport.china@rohde-schwarz.com

www.rohde-schwarz.com

R&S® является зарегистрированной торговой маркой компании Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG

Фирменные названия являются торговыми знаками их владельцев | Отпечатано в Германии

PD 5214.5749.92 | Версия 01.00 | Апрель 2012 | R&S®RTO

Параметры, указанные без допустимых пределов, не гарантированы | Допустимы изменения

© 2012 Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG | 81671 München