

16-битные ОСЦИЛЛОГРАФЫ ВЫСОКОЙ ЧЕТКОСТИ ДЛЯ ТОЧНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ГИБРИДНЫХ АВТОМОБИЛЯХ

Энергоэффективность (КПД) приводной электроники является ключевым параметром при разработке систем электропривода. Особый интерес представляют потери на диэлектрическую проводимость в электронике электропривода. Одним из важнейших параметров для определения потерь на диэлектрическую проводимость является сопротивление открытого перехода сток-исток $R_{DS(on)}$ полевого МОП-транзистора. Когда МОП-транзистор закрыт, между стоком и истоком присутствует высокое напряжение, но в открытом состоянии напряжение падает всего до нескольких сотен милливольт. Для измерения таких низких напряжений требуется осциллограф с высоким разрешением. Компенсация пробника и надлежащее подключение к цепи также очень важны для получения точного значения сопротивления $R_{DS(on)}$.



Измерительная задача

Чтобы рассчитать значение сопротивления $R_{DS(on)}$ для МОП-транзистора, работающего в инверсном режиме, требуется измерить ток стока и напряжение сток-исток. Однако из-за высокого напряжения сток-исток в закрытом состоянии и пиков при переключении сложно измерить относительно небольшое напряжение сток-исток открытого транзистора с помощью стандартных осциллографов, разрешение которых обычно составляет восемь бит. Кроме того, не-

довлетворительная компенсация пробника и ненадлежащие способы его подключения могут значительно исказить сигнал, что приводит к неправильным результатам измерений даже в случае осциллографа с необходимым динамическим диапазоном.

Решение компании Rohde & Schwarz

С помощью осциллографа R&S®RTO/R&S®RTE, режима высокой четкости и надлежащих способов подключения к цепи обеспечивается возможность измерения напряжения сток-исток для получения значения $R_{DS(on)}$ в условиях высокого динамического диапазона. Благодаря цифровой фильтрации нижних частот достигается разрешение по вертикали до 16 бит, уменьшаются помехи и повышается отношение сигнал-шум.

Пользователь может ограничивать полосу пропускания (выбор диапазонов) от 1 ГГц до 10 кГц (от 10 до 16 бит). Таким образом, можно изучать незначительные детали сигнала, такого как напряжение сток-исток в импульсных источниках питания, которые в противном случае были бы скрыты помехами.

Области применения

Надлежащие способы подключения и компенсация пробника для точных измерений

При измерении сигналов с высокочастотными составляющими очень важно, чтобы контур, сформированный используемыми для измерения соединениями (соединения сигнального вывода и земли), был как можно короче. Подпружиненный наконечник пассивного пробника R&S®RT-ZP10 в сочетании с пружинным заземлением обеспечивают

Руководство по применению | Версия 02.00

ROHDE & SCHWARZ

Make ideas real



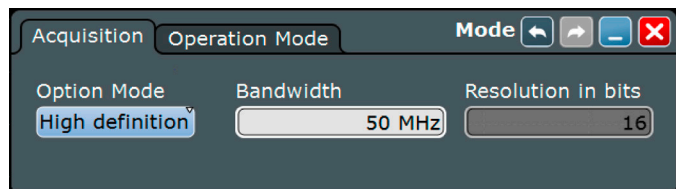
надежный контакт при минимальных шумах и помехах в измеряемом сигнале. Таким образом, можно выполнять измерения непосредственно на выводах и корпусе МОП-транзистора. Точная компенсация пробника также очень важна для измерений с высоким разрешением. Плохо скомпенсированный пробник является источником измерительных погрешностей, т.е. приводит к получению неточных результатов. Плохая компенсация также может повлиять на дифференциальные измерения, рассматриваемые в данных рекомендациях по применению. Для измерений на МОП-транзисторе, у которого отсутствует заземленный вывод, следует использовать активный дифференциальный пробник. В данном случае особенно полезным оказывается активный дифференциальный пробник R&S®RT-ZD10 (1 ГГц), поскольку он поставляется с дополнительным аттенуатором 10:1, который расширяет диапазон напряжений пробника до 70 В пост. тока/46 В перемен. тока (пик).

Анализ мельчайших деталей сигнала в режиме высокой четкости

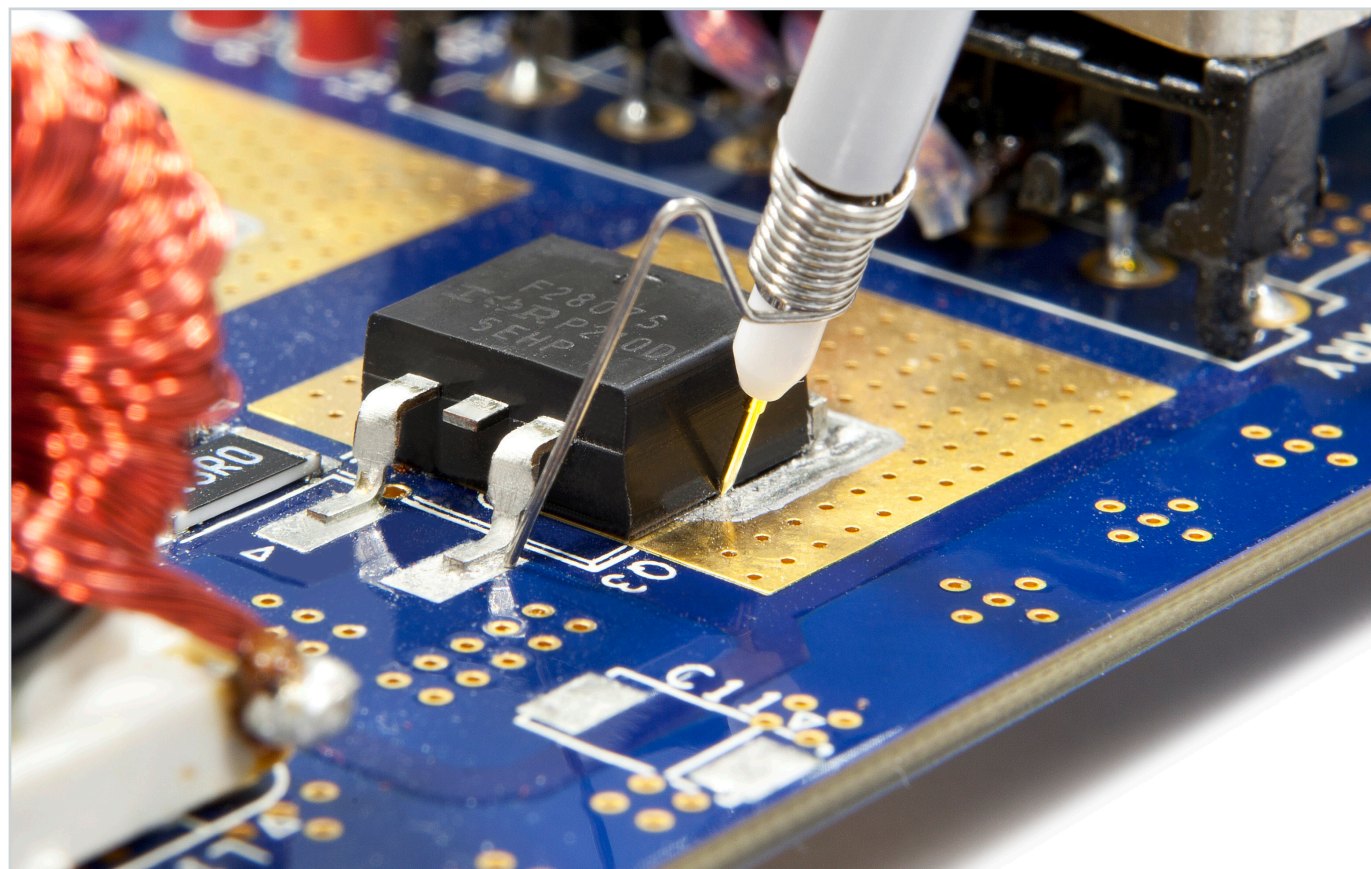
Режим высокой четкости обеспечивает очень гибкий способ повышения разрешения осциллографа R&S®RTO/R&S®RTE. В режиме высокой четкости (HD) для повышения разрешения осциллографа используется цифровая фильтрация. Максимально возможное 16-битное разрешение позволяет выполнять детальный анализ, даже в условиях чрезвычайно высокого динамического диапазона. Чтобы быстро настроить режим высокой четкости, требуется выполнить всего несколько действий:

- ▶ Нажмите кнопку «Mode» (Режим).
- ▶ На вкладке «Acquisition» (Сбор данных) нажмите кнопку «Option Mode» (Режим опции) и выберите вариант «High definition» (Высокая четкость).
- ▶ Отрегулируйте полосу пропускания. Полученное в результате разрешение отображается автоматически.

Выбранная ширина полосы пропускания должна быть как можно меньше, чтобы получить достаточное разрешение, но как можно больше, чтобы сократить до минимума искажение сигнала вследствие фильтрации. Идеальную полосу пропускания для измерений следует определять в каждом конкретном случае.



Быстрая и простая настройка режима высокой четкости.



Использование пружинного заземления сводит к минимуму шум и помехи, обеспечивая при этом наилучший съем сигнала.

Предотвращение проблем со смещением при расчете $R_{DS(on)}$

При измерении таких сильно отличающихся уровней напряжения требуются дополнительные действия, чтобы получить правильный результат. Точности смещения осциллографов уже недостаточно, чтобы для расчета сопротивления $R_{DS(on)}$ просто разделить напряжение сток-исток МОП-транзистора на ток стока. Когда для измерения тока через вывод стока МОП-транзистора используются пробники Роговского, можно измерить только переменную составляющую тока. Таким образом, в результатах измерения тока на осциллографе будет присутствовать смещение постоянной составляющей.

Эту проблему можно решить, так как наклон графика тока стока остается постоянным или почти постоянным в течение определенного интервала времени, когда МОП-транзистор открыт. Поэтому в режиме высокой четкости имеет смысл использовать дифференциальный метод для расчета $R_{DS(on)}$:

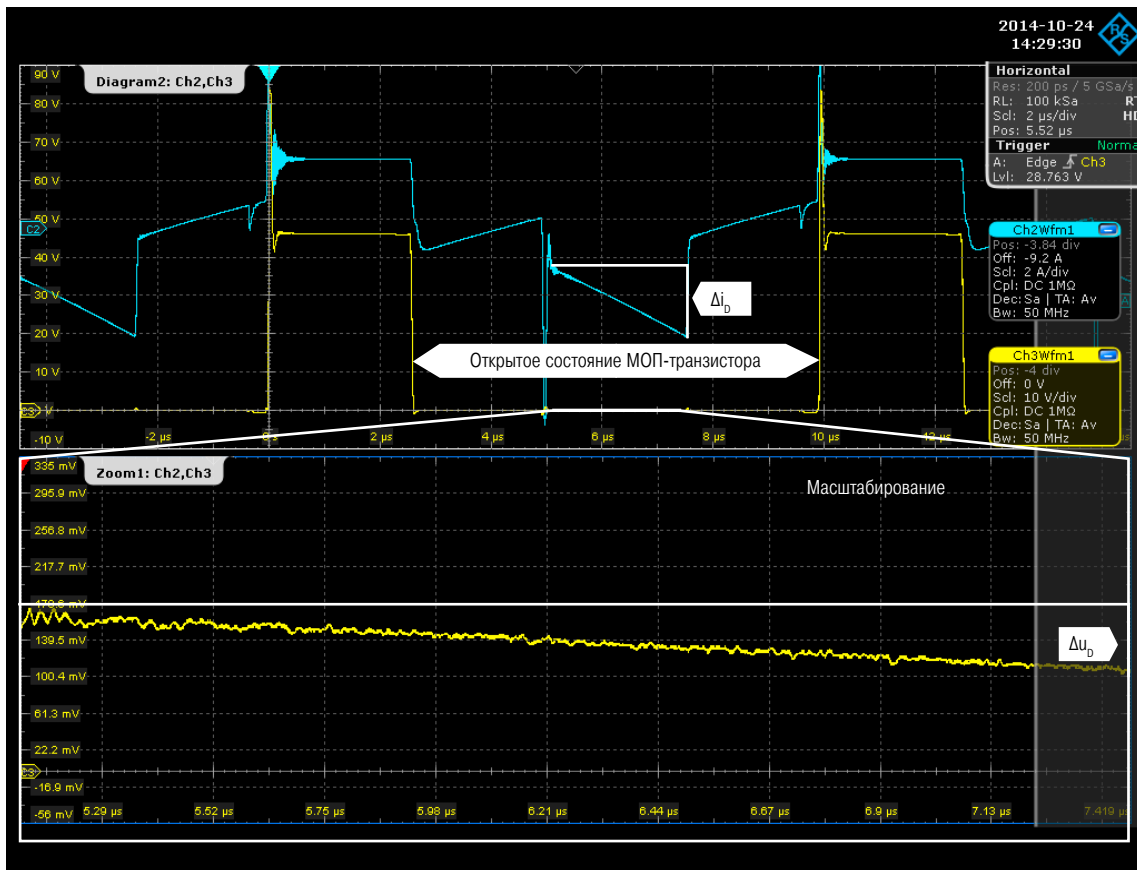
- ▶ Отрегулируйте вертикальный масштаб осциллографа, чтобы максимальное напряжение сток-исток, включая пики, не превышало диапазон входного напряжения осциллографа. В противном случае при перегрузке и насыщении будет снижаться точность измерений напряжения сток-исток.
- ▶ Посредством масштабирования отобразите напряжение сток-исток так, чтобы четко видеть наклон соответствующего графика.

- ▶ Включите усреднение сигналов, чтобы устранить оставшийся нежелательный шум или помехи.
- ▶ Измерьте наклон графика напряжения сток-исток, чтобы получить ΔU_D .
- ▶ Измерьте наклон графика тока стока МОП-транзистора в том же интервале времени, что и для ΔU_D , чтобы получить ΔI_D .
- ▶ Рассчитайте сопротивление $R_{DS(on)}$, разделив ΔU_D на ΔI_D .

На снимке экрана показаны соответствующие измерения.

Заключение

Режим высокой четкости осциллографов R&S®RTO/R&S®RTE позволяет измерять детали сигнала, которые теряются в шуме традиционных 8-битных осциллографов. Эта возможность является ключевой для проведения измерений $R_{DS(on)}$ в электронике электроприводов, когда измеряемый сигнал характеризуется высоким динамическим диапазоном. Особое внимание следует уделять использованию надлежащих способов подключения к цепи и точной компенсации пробника, поскольку оба этих фактора могут оказывать значительное влияние на результаты измерений. Рекомендуется проверить точность результатов таких измерений с широким динамическим диапазоном посредством выполнения измерений в различных условиях.



Использование усреднения сигнала в режиме высокой четкости с полосой пропускания 50 МГц для повышения разрешения по вертикали до 16 бит и очень четкого отображения сигналов даже при сильном увеличении.

Информация для заказа

Обозначение	Тип	Код заказа
Осциллографы		
1 ГГц, 10 млрд отсчетов/с, 50/100 млн. отсчетов, 2 канала	R&S®RTO2012	1329.7002.12
1 ГГц, 5 млрд. отсчетов/с, 10/20 млн. отсчетов, 2 канала	R&S®RTE1102	1317.2500.02
Пробники		
Пассивный пробник напряжения, 500 МГц, 10 МОм, 10:1	R&S®RT-ZP10	1409.7550.00
Дифференциальный пробник напряжения, 1 ГГц, 1 МОм, 10:1	R&S®RT-ZD10	1410.4715.02
Принадлежности		
Набор принадлежностей для R&S®RTM-ZP10/R&S®RT-ZP10	R&S®RT-ZA1	1409.7566.02