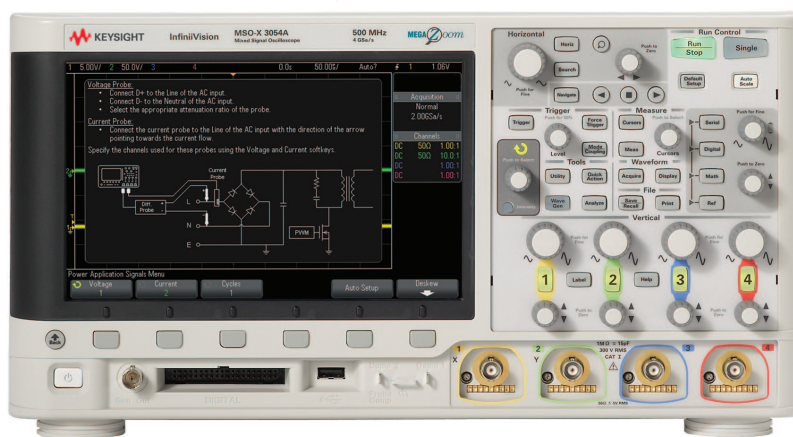


Keysight Technologies

7 рекомендаций инженерам по измерению сигналов встроенных источников питания с помощью осциллографа

Рекомендации по применению



7 рекомендаций инженерам по измерению сигналов встроенных источников питания с помощью осциллографа

Достижение максимального динамического диапазона измерений

1. Используйте усреднение для повышения разрешающей способности измерений
2. Используйте режим захвата с высоким разрешением для обеспечения более высокой разрешающей способности
3. Используйте связь по переменному току для исключения постоянной составляющей
4. Ограничьте полосу пропускания осциллографа и пробников

Пробники для обеспечения оптимальной целостности сигнала

1. Используйте дифференциальные пробники для безопасного и точного измерения плавающего напряжения без заземления
2. Не используйте пробники и принадлежности, которые взаимодействуют с излучаемой мощностью
3. Выбирайте пробники, которые позволяют не использовать настройки осциллографа с максимальной чувствительностью

1 совет. Использование режима усреднения для повышения разрешающей способности измерений

Для некоторых задач измерения сигналов встроенных источников питания нужен широкий динамический диапазон, в то же время для измерения малых изменений исследуемых параметров требуется высокое разрешение. Для уменьшения случайного шума и расширения динамического диапазона измерений вместо дигитайзера с высоким разрешением можно использовать альтернативные методы сбора данных: режим захвата с усреднением и режим захвата с высоким разрешением.

Для использования режима захвата с усреднением исследуемый сигнал должен быть периодическим. Суть метода заключается в получении среднего значения напряжения в каждый момент времени по нескольким захватам. Метод позволяет уменьшить случайный шум и, тем самым, повысить вертикальное разрешение.

Сколько усреднений требуется для получения дополнительного бита вертикального разрешения? Каждые четыре усреднения выборки добавляют один дополнительный бит. Количество дополнительных битов рассчитывается по формуле:

$$N_b = 0,5 \log_2 N,$$

где N_b — количество дополнительных битов; N — количество усреднений выборок.

Так, например, усреднение по 16 осциллограммам даст 2 дополнительных бита:

$$N_b = 0,5 \log_2 16 = 2.$$

Таким образом, эффективное вертикальное разрешение осциллографа будет равно: $8 + 2 = 10$ бит.

Этот алгоритм позволяет повысить вертикальное разрешение примерно до 12 бит, потому что потом начинают доминировать другие факторы, такие как погрешность усиления по вертикали или погрешность смещения. Достоинством режима усреднения является то, что он не ограничивает полосу пропускания осциллографа. Недостаток метода заключается в том, что для его использования требуется периодический сигнал, а также в том, что он снижает скорость обновления сигналов.

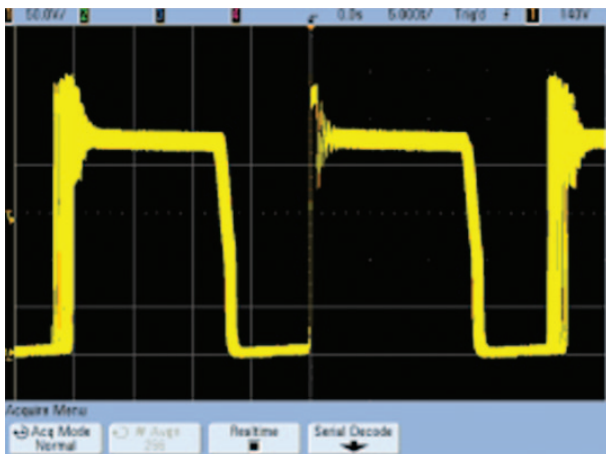


Рис. 1. Сигнал напряжения V_{ds} импульсного источника питания, захваченный в нормальном режиме.

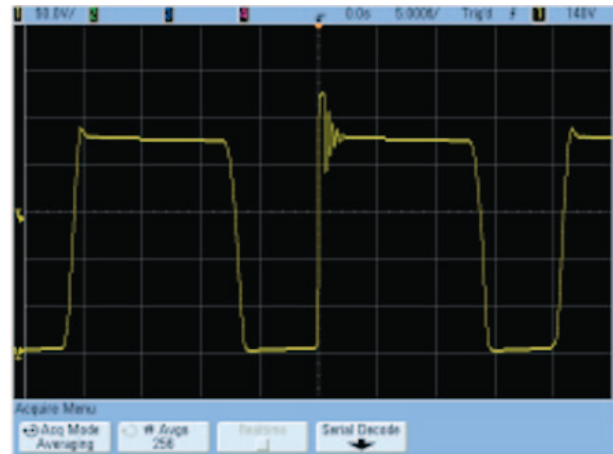


Рис. 2. Сигнал напряжения V_{ds} импульсного источника питания, захваченный в режиме усреднения.

2 совет. Использование режима захвата с высоким разрешением для повышения разрешающей способности измерений

Другой метод уменьшения уровня шумов, который может использоваться и с непериодическими сигналами, называется режимом захвата с высоким разрешением. Большинство современных цифровых осциллографов, включая осциллографы Keysight серии InfiniiVision 3000X, в нормальном режиме захвата обеспечивают вертикальное разрешение 8 бит. Вместе с тем, режим высокого разрешения, также как и режим усреднения, позволяет повысить вертикальное разрешение осциллографа до 12 бит.

В режиме высокого разрешения усреднение осуществляется по нескольким последовательным точкам в пределах одного захвата, в отличие от режима усреднения, в котором производится усреднение значений напряжения по нескольким захватам. В режиме высокого разрешения нельзя непосредственно контролировать количество усреднений. Число дополнительных битов вертикального разрешения зависит от установленного значения горизонтальной развертки осциллографа.

При работе на медленных развертках осциллограф последовательно фильтрует точки данных и отображает результаты на дисплее. Увеличение объема памяти для отображаемых данных позволяет увеличить количество усредняемых точек. Режим высокого разрешения менее эффективен на высоких скоростях развертки, на которых количество захваченных и отображаемых точек меньше. На низких скоростях развертки эффективность этого метода значительно выше.

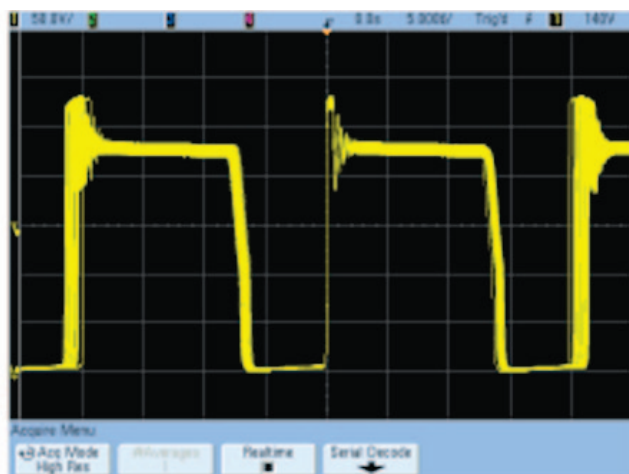


Рис. 3. Сигнал напряжения V_d импульсного источника питания, захваченный в режиме высокого разрешения.

3 совет. Использование связи по переменному току (закрытый вход) для исключения постоянной составляющей

При исследовании пульсаций сигнала постоянная составляющая интереса не представляет. Обычно уровень шумов и пульсаций существенно ниже по сравнению с напряжением источника питания. Если динамический диапазон осциллографа используется для определения величины смещения, то вряд ли удастся тщательно изучить мелкие подробности сигнала. Использование осциллографа с закрытым входом (режим «АС») позволяет устранить влияние постоянной составляющей на измерения, повышая линейность и расширяя динамический диапазон измерений.

4 совет. Ограничение полосы пропускания осциллографа и пробников

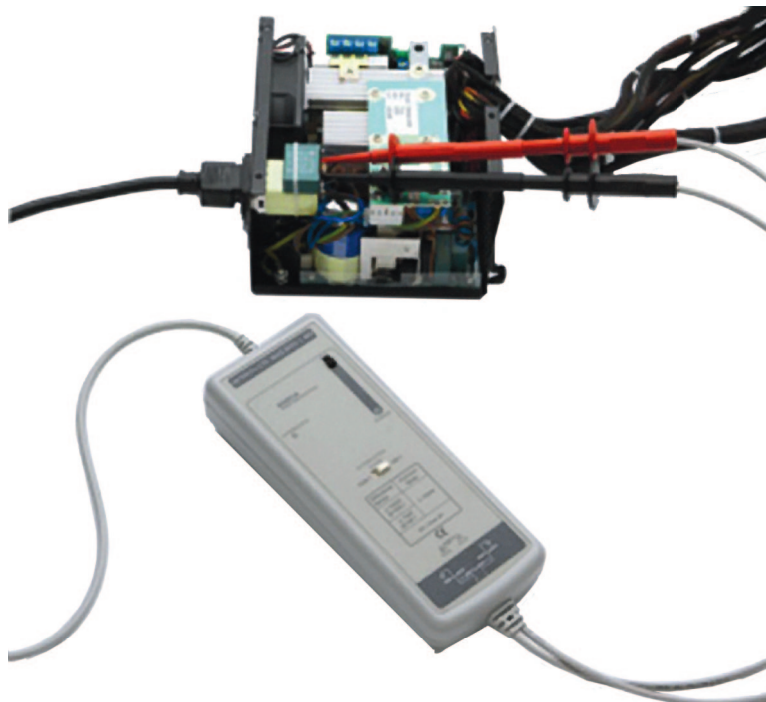
Ограничение полосы пропускания — это простой, но зачастую недооцениваемый способ уменьшения уровня шумов и расширения динамического диапазона. Частота сигнала мощности намного меньше (от килогерц до десятков мегагерц), чем номинальная полоса пропускания осциллографа. Излишне широкая полоса пропускания не способствует получению дополнительной информации о сигнале, но вносит искажения в результаты измерений.

Именно для этой цели — ограничение полосы пропускания — большинство осциллографов имеют специальные аппаратные фильтры нижних частот с полосой 20-25 МГц. Преимущество аппаратных фильтров по сравнению с программными состоит в том, что они не оказывают влияния на скорость обновления сигналов.

Другой подход заключается в использовании пробников для ограничения полосы пропускания. Как известно, полоса пропускания измерительной системы равна полосе пропускания «самого слабого звена». Осциллограф с полосой 500 МГц при использовании совместно с пробником, имеющим полосу 10 МГц, будет иметь полосу пропускания 10 МГц. Компания Keysight предлагает широкий набор пассивных, активных токовых и дифференциальных пробников, полосы пропускания которых позволяют проводить любые специфические виды измерений.

5 совет. Использование дифференциальных пробников для безопасного и точного измерения плавающего напряжения без заземления

Заземляющий проводник пробника осциллографа подключается к шасси через корпус соединителя BNC. В целях безопасности корпус осциллографа подключается к системе заземления через провод заземления кабеля питания. Заземление осциллографа может не соответствовать способу заземления источника питания. Потенциал многих исследуемых сигналов измеряется не относительно «земли», а относительно другой точки (является «плавающим»). Для преодоления этого ограничения разработчики источников питания используют несколько методов.



Самым распространенным способом является изолирование осциллографа либо путем отключения провода защитного заземления кабеля питания, либо путем использования развязывающего трансформатора в линии питания. Однако следует иметь в виду, что этот прием может быть опасным из-за возможного наличия высокого напряжения на корпусе осциллографа. Кроме того, результаты измерений при изолированном корпусе могут быть неточными.

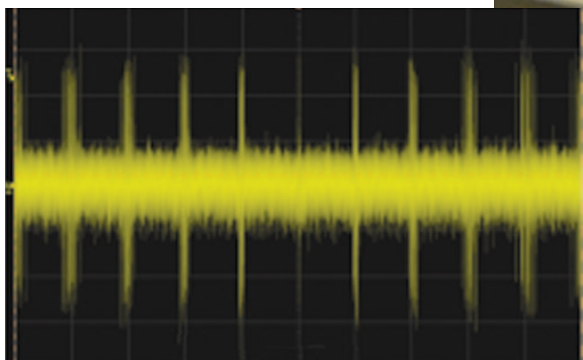
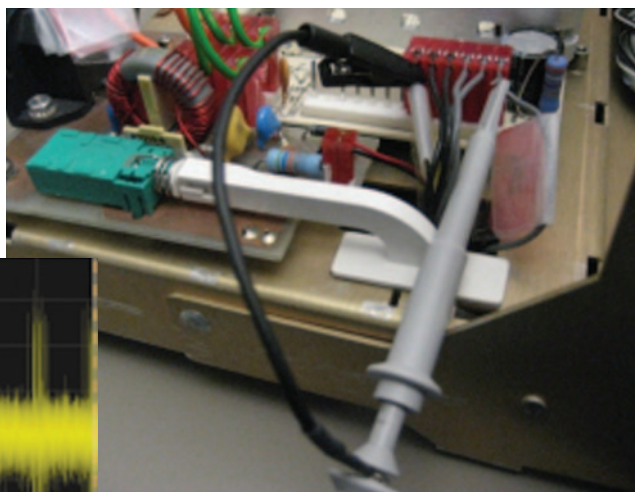
Другой метод измерения «плавающих» сигналов источника питания заключается в вычитании значения сигнала по каналу А из сигнала по каналу В с использованием двух несимметричных пробников напряжения. Для измерения интересующего сигнала применяются два входных канала и два пробника. Затем с помощью функции математических операций осциллографа осуществляется вычитание сигналов двух каналов с отображением результирующей осциллограммы.

Этот способ является относительно безопасным, так как осциллограф остается заземленным. Однако из-за рассогласования коэффициентов усиления применяемых пробников использование этого метода ограничено в случаях, когда синфазный сигнал сравнительно мал, а коэффициент ослабления синфазного сигнала имеет величину менее 20 дБ (10:1).

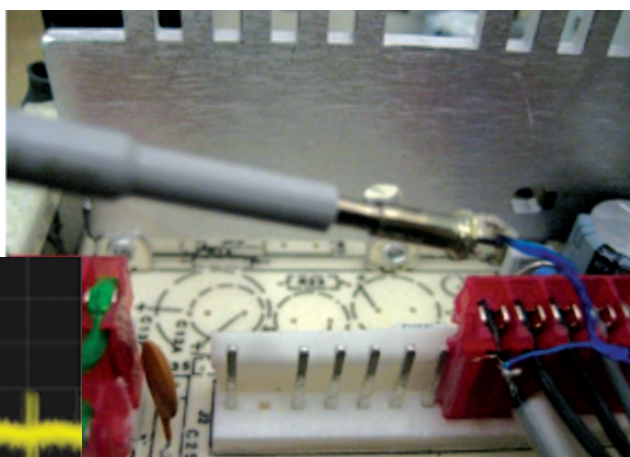
Лучшим решением для измерения «плавающего» напряжения является использование дифференциального пробника или дифференциального усилителя. Дифференциальные пробники обеспечивают высокое значение коэффициента ослабления синфазного сигнала (обычно не менее 80 дБ или 10 000:1), что позволяет проводить измерение малых величин разностных сигналов с высокой чувствительностью и точностью. Для выполнения безопасных и точных измерений «плавающего» напряжения рекомендуется использовать дифференциальные пробники с подходящим для данного приложения динамическим диапазоном и соответствующей полосой пропускания.

6 совет. Не рекомендуется использовать пробники и принадлежности, которые взаимодействуют с излучаемой мощностью

Следует быть очень внимательным при выборе пробников и принадлежностей. Дело в том, что 15-сантиметровый провод заземления и наконечник в виде крючка, входящие в стандартный комплект поставки пассивных пробников общего назначения, способны воспринимать наводки помех, излучаемых в эфир источником питания или другими устройствами. Кроме того, индуктивная нагрузка, обусловленная длинным проводом заземления, добавляет «звон» (затухающие колебания) в измеряемый сигнал.



С другой стороны, более тонкий наконечник пробника и более короткий провод заземления — такие, какие используются в BNC адаптере или заземляющей насадке байонетного типа — позволяют существенно снизить уровень шумов. Это достигается путем минимизации контура подключения и уменьшения индуктивной нагрузки.

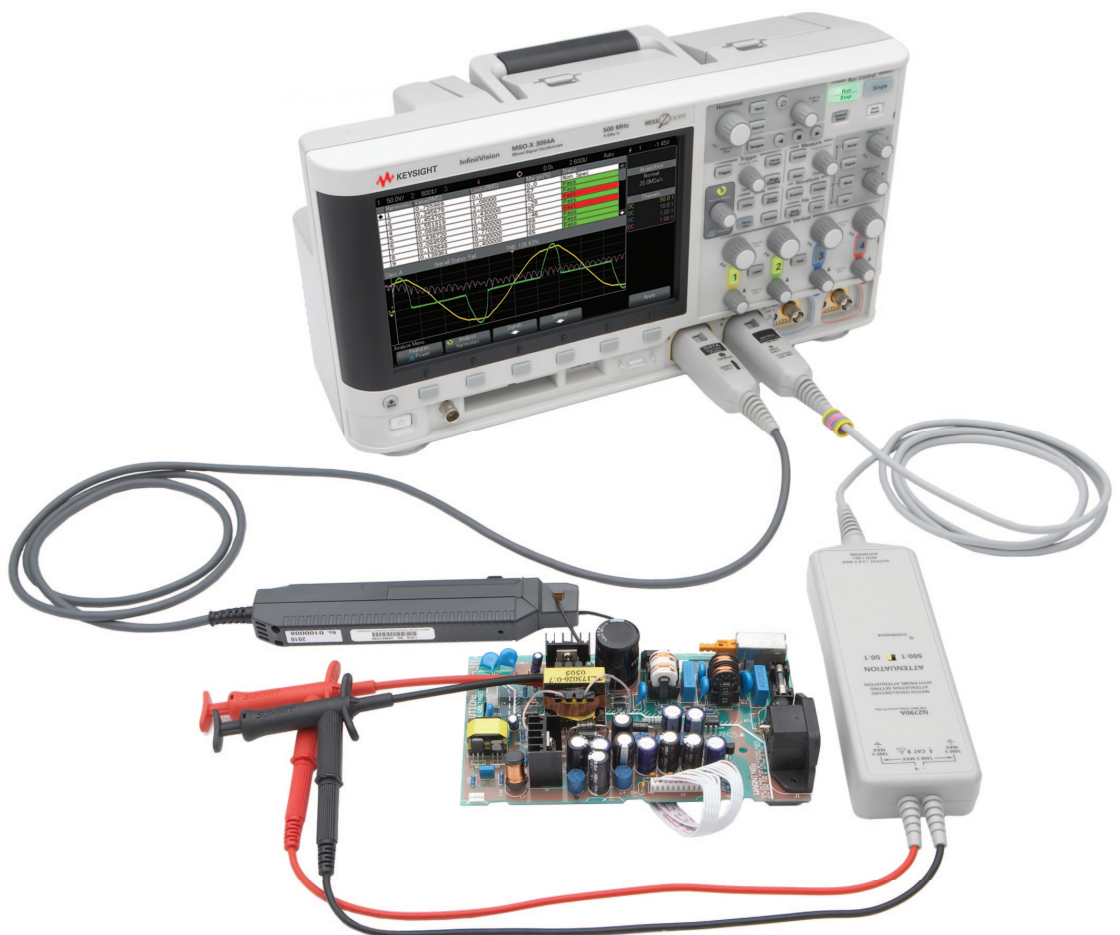


7 совет. Выбор пробников, которые позволяют не использовать настройки осциллографа с максимальной чувствительностью

При измерении амплитуды шумов и пульсаций источника питания может возникнуть необходимость использования осциллографа с настройками, обеспечивающими максимальную чувствительность по вертикали (В/дел.). В этом случае усилитель будет работать на пределе своих возможностей. Даже если параметры функционирования прибора находятся в рамках спецификации, то все равно не всегда удастся добиться его оптимальных характеристик.

Вместо стандартных пассивных пробников с коэффициентом деления 10:1, поставляемых в комплекте с осциллографами, рекомендуется применять пробники с коэффициентом деления 1:1. При использовании пробника 10:1 не только в 10 раз увеличивается базовый уровень собственных шумов осциллографа, но и минимальные значения настроек коэффициента вертикального отклонения (В/дел.) также в 10 раз больше, чем с пробником 1:1.

Уменьшение величины отношения сигнал/шум приводит к сужению динамического диапазона измерений. Использование пробника с меньшим коэффициентом ослабления, при условии, что при этом не превышает максимальный уровень входного напряжения, позволяет достичь исключительно высокой целостности сигнала.





Осциллографы Keysight Technologies

Различное конструктивное исполнение | Верхняя граница полосы пропускания от 20 МГц до 90 ГГц и более
Лучшие в отрасли характеристики | Приложения с широкими возможностями

myKeysight

myKeysight

www.keysight.com/find/mykeysight
Персонализированное представление наиболее важной для Вас информации.

AXIe

www.axiestandard.org
AXIe представляет собой открытый стандарт, основанный на AdvancedTCA, с расширениями для контрольно-измерительных приложений. Компания Keysight входит в число основателей консорциума AXIe.

LXI

www.lxistandard.org
LXI представляет собой сетевой интерфейс, пришедший на смену интерфейсу GPIB и обеспечивающий более быстрый и эффективный обмен данными. Компания Keysight входит в число основателей консорциума LXI.

PXI

<http://www.pxisa.org>
PXI (PCI eXtensions for Instrumentation) – это формат модульного высокопроизводительного вычислительного и контрольно-измерительного оборудования, предназначенного для работы в жестких производственных условиях.



Планы Технической Поддержки Keysight
www.keysight.com/find/AssurancePlans
До пяти лет поддержки без непредвиденных расходов гарантируют, что ваше оборудование будет работать в соответствии с заявленной производителем спецификацией, а вы будете уверены в точности своих измерений.



www.keysight.com/quality
Система управления качеством Keysight Electronic Measurement Group сертифицирована DEKRA по ISO 9001:2008

Торговые партнеры компании Keysight
www.keysight.com/find/channelpartners
Получите двойную выгоду: богатый опыт и широкий выбор продуктов Keysight в сочетании с удобствами, предлагаемыми торговыми партнерами.

www.keysight.com/find/power-meas

Российское отделение

Keysight Technologies

115054, Москва, Космодамианская наб.,
52, стр. 3

Тел.: +7 (495) 7973954
8 800 500 9286 (Звонок по России бесплатный)

Факс: +7 (495) 7973902
e-mail: tmo_russia@keysight.com

www.keysight.ru

Сервисный Центр
Keysight Technologies в России
115054, Москва, Космодамианская наб.,
52, стр. 3

Тел.: +7 (495) 7973930
Факс: +7 (495) 7973901

e-mail: tmo_russia@keysight.com

(BP-06-06-14)