

7 советов для улучшения измерений целостности питания

Джозл Вудворд (Rohde & Schwarz)

В статье представлены 7 советов, которые помогут быстро и точно определить характеристики шума в шинах питания и идентифицировать взаимосвязанные сигналы.

Современные специализированные (ASIC), программируемые логические (ПЛИС) и серийно выпускаемые интегральные схемы предъявляют исключительно строгие требования по электропитанию. Эти требования выливаются в необходимость тестирования шин питания, для которых характерны пониженные уровни рабочего напряжения и более жёсткие допуски. Для проведения таких испытаний используются осциллографы, однако в связи с ростом требований к точности реальной проблемой становятся погрешности измерений, величина которых приближается к измеряемому значению. Каждый милливольт погрешности измерения может иметь решающее значение, например при измерении параметров шин питания с напряжением 1,5 В с допуском 2%. Кроме того, в шинах питания могут присутствовать взаимосвязанные высокочастотные цифровые сигналы и сигналы других источников, для идентификации которых требуется полоса пропускания порядка 1 ГГц.

1. НАЧНИТЕ С МАЛОШУМЯЩЕГО ОСЦИЛЛОГРАФА

Точность результатов измерений ограничивается уровнем шума в измерительной системе. Все осциллографы вносят в неё собственный широкополосный шум. Выбор осциллографа, имеющего наименьший уровень собственного шума (см. рис. 1), обеспечивает получение более точных результатов измерения. Например, при измерении параметров шин питания с напряжением 1,8 В и допуском 2% уровень шума осциллографа и пробника 10 мВ является проблемой, поскольку этот шум добавляется к измеряемому сигналу.

Производители осциллографов измеряют и приводят среднее квадратическое значение (СКЗ) шума переменного напряжения для каждого значения ослабления по вертикали; как правило, это хороший первый критерий выбора малошумящего осциллографа. Однако с точки зрения целостности питания важно также наихудшее значение размаха напряжения. Это значение может

быть легко измерено с помощью осциллографа. Для этого нужно, не подключая входы, измерить размах амплитуды при используемых вертикальных настройках.

Ряд современных осциллографов обеспечивает 10- и 12-битное разрешение по вертикали. Однако дополнительное разрешение почти всегда затеняется шумом, если не используется режим усреднения или высокой чёткости. В представленных на рынке осциллографах шум входного каскада не позволяет безболезненно увеличивать разрешение по вертикали. Уровень шума является более важным показателем точности измерения, чем количество бит разрешения.

2. ИСПОЛЬЗУЙТЕ ТРАКТ 50 Ом

Во многих осциллографах представлены тракты 50 Ом и 1 МОм. Тракт 50 Ом, как правило, обладает более низким уровнем шума. Кроме того, этот тракт всегда задействуется при использовании активного пробника для измерений целостности питания. Измерение размаха напряжения шума осциллографа с помощью пробника, используемого в тракте 50 Ом, позволяет получить представление о погрешности измерения.

3. ВЫБИРАЙТЕ ЗНАЧЕНИЯ ПО ВЕРТИКАЛИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ МАКСИМАЛЬНУЮ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ

Шум осциллографа зависит от значений ослабления по вертикали. Чем меньше значения, тем ниже уровень шума. Большинство осциллографов не обеспечивает смещение, достаточное для использования значительного усиления по вертикали. Например, при разрешении 10 мВ на деление осциллограф может обеспечить лишь 120 мВ внутреннего смещения. Это вынуждает использовать более низкое значение по вертикали для отображения сигнала на экране, что, в свою очередь, приводит к снижению точности измерения.

Для компенсации ограниченного внутреннего смещения могут быть применены и другие методы. Использование подстроечного конденсатора



Рис. 1. Малошумящий осциллограф с широкой полосой пропускания R&S RTP (8 ГГц)

позволяет удалить смещение постоянной составляющей, что устраняет проблему недостаточного смещения, но не даёт увидеть низкочастотный дрейф, который может возникать при включении и выключении отдельных подсистем. Функция связи по переменному току также блокирует постоянную составляющую, однако она опять же ограничивает возможность отображения низкочастотного дрейфа. В случае большинства осциллографов эта функция представлена только для тракта 1 МОм.

4. ИСПОЛЬЗУЙТЕ ОСЦИЛЛОГРАФ С ШИРОКОЙ ПОЛОСой ПРОПУСКАНИЯ И ОГРАНИЧИВАЙТЕ ЕЁ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ УРОВНЯ ШУМА ПРИ ИЗМЕРЕНИИ

Осциллографы с широкой полосой пропускания становятся исключительно полезными благодаря возможности отображения взаимосвязанных сигналов, таких как высокочастотные тактовые сигналы, передаваемые по шинам питания. Поскольку плотности мощности шума осциллографа и пробника линейны по всей ширине полосы частот, использование максимальной полосы пропускания приведёт к завышению значений шума на шине питания.

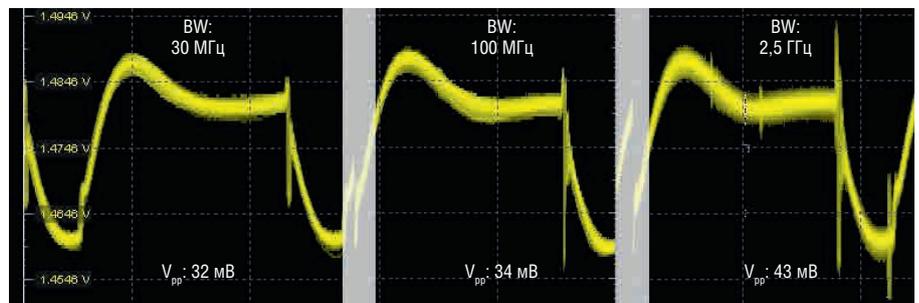
В случае отсутствия высокочастотных взаимосвязанных сигналов ограничьте полосу пропускания осциллографа для уменьшения уровня широкополосного шума. Использование этого метода позволяет значительно увеличить точность измерения. Типичным здесь является вопрос о том, насколько следует уменьшить ширину полосы измерения. Опытные пользователи, как правило, выполняют анализ результатов быстрого преобразования Фурье (БПФ) для определения того, насколько допустимо сузить полосу пропускания без ущерба для захвата и отображения периодических и случайных помех в шине питания (см. рис. 2). Как видно из результатов БПФ, полоса пропускания может быть сужена за счёт той области, где отсутствуют высокочастотные составляющие. Ещё одним способом является простой контроль формы сигнала. Изменение формы сигнала при уменьшении ширины полосы пропускания говорит о том, что полоса пропускания сужена чрезмерно (см. рис. 3).

5. ИСПОЛЬЗУЙТЕ ПРОБНИК ДЛЯ ШИН ПИТАНИЯ

Большинство производителей осциллографов предлагает специализирован-



Рис. 2. Использование функции БПФ



Примечание: при ширине полосы пропускания 2,5 ГГц наглядно видны взаимосвязанные сигналы, которые ослаблены и отсутствуют при более узкой полосе пропускания

Рис. 3. Измерение размаха напряжения с помощью осциллографа R&S RTP (8 ГГц) и пробника для шин питания R&S RT-ZPR40 (4 ГГц)

ные пробники, предназначенные для измерения параметров шин питания. Эти пробники обладают рядом возможностей, отсутствующих в других решениях. Большое значение встроенного смещения призвано компенсировать недостаток встроенного смещения осциллографа. Смещение позволяет пользователям выбирать наименьшее значение ослабления по вертикали для обеспечения минимального уровня шума. Пробники для шин питания, как правило, обладают коэффициентом деления 1:1, т.е. уровень собственных шумов этих пробников значительно ниже, чем у пробников с коэффициентом деления 10:1. Пробники для шин питания имеют высокий импеданс по постоянному току (обычно 50 кОм). Это значение является существенным, поскольку импеданс шины питания, как правило, составляет порядка нескольких миллиом.

Пробники для шин питания поддерживают множество вариантов подключения, включая короткий гибкий 50-омный коаксиальный кабель для выполнения высокоточных измере-

ний, а также штыревой пробник, основным преимуществом которого является универсальность применения. Для эффективного использования коротких гибких кабелей с SMA-разъёмами требуется предварительное планирование, поскольку наилучшим образом они работают лишь в том случае, если их применение предусмотрено проектом. Штыревые пробники обеспечивают большую универсальность, однако точность измерения при их использовании ниже, чем в случае коротких гибких кабелей с SMA-разъёмами.

Пробники для шин питания должны обладать полосой пропускания, ширина которой достаточна для захвата наведённых сигналов. Низкий уровень шума может быть достигнут при использовании пассивных пробников с коэффициентом деления 1:1, однако ширина полосы пропускания таких пробников не превышает 40 МГц. И хотя данный подход является достаточно удачным, поскольку подразумевает использование тракта с более высоким импедансом 1 МОм, характер-

ное для пробника ограничение полосы пропускания не позволяет захватывать важные составляющие сигнала и приводит к занижению результатов измерения размаха напряжения. Некоторые производители приводят гарантированную ширину полосы пропускания пробника для шин питания, тогда как другие указывают типовое значение. Например, пробник для шин питания R&S RT-ZPR40 имеет спад на 3 дБ (тип.) на частоте 4 ГГц.

Для получения информации о моделях осциллографов, поддерживающих работу с пробниками для измерения целостности питания, необходимо связаться с поставщиком осциллографа. Следует заметить, что в случае некоторых производителей пробники могут работать со всеми моделями осциллографов, оснащёнными интерфейсом пробников, тогда как для других производителей пробники будут работать только с отдельными моделями. В наихудшем случае подключение пробника к неподдерживаемой модели может привести к повреждению входов осциллографа.

6. Используйте высокий импеданс по постоянному току

Для получения точных значений постоянного напряжения требуется низкая измерительная нагрузка. Если 50-омный тракт осциллографа подсоединён непосредственно к шине питания, то 50-омная нагрузка приве-

дёт к изменению уровня постоянного напряжения шины питания. Для минимизации этого эффекта требуется более высокий измерительный импеданс. Тракт 1 МОм осциллографа обладает достаточно большим импедансом по постоянному току, однако имеет более высокий уровень шума и не поддерживается пробниками для шин питания. Пробники для шин питания, как правило, имеют импеданс по постоянному току 50 кОм, что более чем в миллион раз больше собственного импеданса шины питания. Это значит, что на постоянное напряжение шины питания в ходе измерения будет оказано минимальное влияние.

7. Выбирайте осциллограф с высокой частотой обновления данных

Даже самые высокоскоростные цифровые осциллографы невосприимчивы к сигналу более 90% времени. Перед захватом новой осциллограммы должен обработать текущую осциллограмму в интервале между выборками. При этом могут пропускаться редкие события – для шин питания это могут быть наихудшие значения размаха напряжения. Чтобы компенсировать этот эффект, следует включить режим бесконечного послесвечения, задействовать функцию автоматических измерений и дождаться обнаружения наивысших значений амплитуды. Это может занять разное количество

времени в зависимости от целевой системы. Осциллографы с высокой частотой обновления данных отобразят итоговую огибающую шума быстрее, при этом пользователи увидят лучшее графическое представление характеристик сигнала шины питания постоянного тока. В случае осциллографов с частотой обновления 1000 осциллограмм/с и задействованной функцией автоматических измерений пользователи получат результаты в 20 раз быстрее, чем при использовании осциллографа с частотой обновления 50 осциллограмм/с и той же задействованной функцией. Пользователи высокоскоростного осциллографа могут завершить выполнение измерительной задачи всего за минуту, тогда как при использовании медленного осциллографа получение результатов может занять до 20 мин. В связи с постоянным ростом количества входящих в системы шин питания, каждая из которых требует отдельной верификации, частота обновления данных осциллографа становится всё более важным критерием.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Значимость целостности питания продолжает возрастать по мере уменьшения размеров и ужесточения допусков для ПЛИС, ASIC и шин питания стандартных устройств. Выбор соответствующих средств измерения позволяет быстро и точно определять характеристики любых шин питания. 

НОВОСТИ МИРА

Стратегия РЭП до 2030 года

В рамках прошедшей в Геленджике выставки «Гидроавиасалон 2018» Департамент радиоэлектронной промышленности Минпромторга России совместно с ЦНИИ «Электроника» (входит в ГК «Ростех») провёл панельную дискуссию с отраслевыми экспертами по ключевым положениям Стратегии развития электронной промышленности Российской Федерации на период до 2030 года.

Широкой аудитории проект Стратегии был представлен впервые и вызвал живой интерес у участников мероприятия. Доработанная версия Стратегии учитывает актуальные приоритеты государственной технологической политики и существенные конъюнктурные изменения на рынке радиоэлектронной продукции, произошедшие с 2007 года, когда была утверждена предыдущая редакция отраслевой стратегии.

Изначально к разработке документа были привлечены эксперты более чем 50 отраслевых организаций, вузов, органов власти, аналитических компаний и ассоциаций. Благодаря открытому обсуждению Стратегии будет заложена основа для поддержки инновационного развития всех участников отрасли.

Модератором дискуссии выступила Алёна Фомина, генеральный директор ЦНИИ «Электроника» (основного разработчика проекта Стратегии).

В мероприятии приняли участие:

- директор Департамента радиоэлектронной промышленности Минпромторга России Сергей Хохлов;
- вице-президент по связям с промышленностью «Сколтех» Алексей Пономарёв;
- генеральный директор ПАО «Микрон» Гульнара Хасьянова;
- представители Ассоциации разработчиков и производителей электроники



(АРПЭ), а также эксперты отраслевых научных и производственных организаций.

В ходе панельной дискуссии были обсуждены подходы к структурированию отрасли; приоритеты долгосрочной государственной политики в области радиоэлектроники; цель, задачи и показатели стратегии; технологические тенденции развития отрасли; рыночные ниши, перспективные для освоения российскими организациями; развитие российской высокотехнологичной продукции на базе отечественной микроэлектроники; целевая модель развития отрасли; кадровое обеспечение отрасли.

Пресс-служба Минпромторга России



M 12

M 23

M 27

Сигнальные разъемы
Силовые разъемы

ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ РАЗЪЕМЫ

Промышленный Ethernet

M 16

TWILOCK

M 23 RJ-45

Монолитные кабельные сборки

M 40

M 23 Hybrid

-40...+125°C

> 1000 сочленений

IP67/69K

