

Измерение пульсаций шума в импульсных источниках питания постоянного тока

По мере увеличения частоты и скорости переключения, особое внимание должно уделяться точному измерению пульсаций напряжения на входе и выходе в импульсных источниках питания постоянного тока (SMPS). Для измерения пульсаций и шума в импульсных источниках питания не существует промышленных стандартов. Методология испытаний меняется от производителя к производителю, что может привести к значительному замешательству. Техники, описанные в данной пояснительной записке, обеспечивают воспроизводимые результаты и не требуют специального лабораторного оборудования, кроме высокочастотного вольтметра и осциллографа. В данной пояснительной записке обобщается подготовка, методология и руководство по проведению точных измерений пульсаций входного и выходного напряжения (или помех коммутации). Эти технологии измерений одинаково подходят для всех топологий импульсных источников постоянного тока, а также регуляторов с генератором подкачки (управляющим конденсатором). Другие технологии рекомендуются для уровней низкого шума, обычно относящихся к непереключаемым регуляторам напряжения с низким уровнем пропажи сигнала (LDO). Примеры измерений сфокусированы на низковольтных импульсных стабилизаторах напряжения с последовательным соединением ключевого элемента и дросселя (уменьшением тока).

Пульсации и шум

Пульсации и шум напряжения относятся к сигналу парного переменного напряжения, появляющемуся на входных и выходных конденсаторах постоянного стабилизатора напряжения постоянного тока. Выходной шум импульсных источников питания может быть охарактеризован как содержащий пульсации и помехи. Применительно к данному описанию, пульсация – это флуктуация выходного напряжения, связанная с зарядом и разрядом импульсного источника питания. Этот шум имеет низкое отношение пикового значения к среднему, проявляется на основной частоте переключения, и часто его называют «среднеквадратичным значением шума». Форма волны пульсации представляет зарядку и разрядку входных и выходных емкостей и в результате, наибольшие при максимальной нагрузке. Напряжение пульсации может быть уменьшено за счет увеличения входной и/или выходной емкости.

Высокочастотные шумовые выбросы возникают в импульсных источниках питания при их включении и выключении. Это можно точно измерить с помощью осциллографа (см. Рис. 1) при условии правильно собранного испытательного стенда. Хотя частота повторения шума определяется частотой переключения импульсного источника питания, частотная составляющая шумовых выбросов обычно намного больше, чем частота переключения. Амплитуда сильно зависит от топологии импульсных источников питания, паразитных компонентов цепи и разводки печатной платы. Так как они возникают при высокой частоте, шумовые выбросы легко можно определить с помощью датчиков и лабораторного оборудования.



Рис. 1. Типичный вид спаренных пульсаций и шума напряжения переменного тока

Установка датчика осциллографа

Напряжение пульсаций и шума появляется на входе и выходе конвертеров импульсных источников питания постоянного тока. Общий шум – это сумма компонентов пульсаций и шума. Необходимо предпринять простые меры, чтобы обеспечить минимальное снятие высокочастотных сигналов

датчиком осциллографа, которые могут быть увеличены за счет большого контура заземления, образуемого датчиком осциллографа. Это значит, что даже несколько дюймов провода заземления осциллографа, если его неправильно провести или подключить, могут дать сотни милливольт шумовых выбросов. Два следующих метода показывают неправильный способ (Рис. 2) и правильный способ (Рис. 3) измерения в осциллографе и точке измерения.

Над среднеквадратичными уровнями шума преобладают заряд и разряд входного и выходного конденсаторов. Размах шума зависит от звона паразитной индуктивности, емкости и сопротивления проявляющихся во время переключений импульсных источников питания.

Неправильный способ

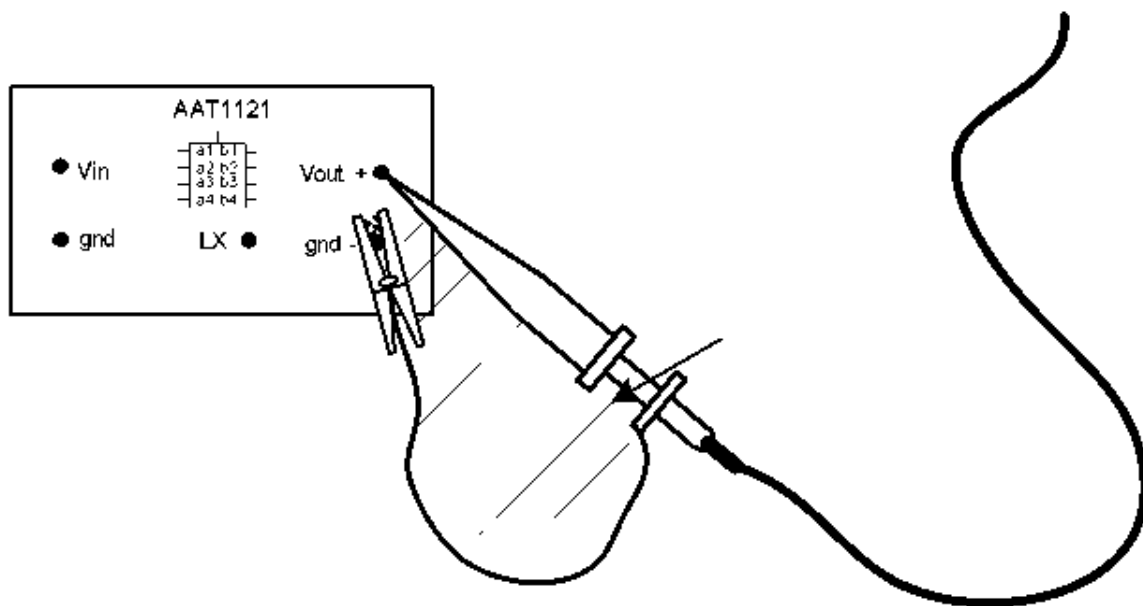


Рис. 2. Неправильный способ использования датчика для измерения пульсаций и шума

На Рис. 2 показан неправильный способ, так как шнур заземления с зажимом датчика получает и шум наводок. Также большим источником ошибок обычно является провод заземления с зажимом из-за его незэкранированной части датчика осциллографа. Контур, образующийся между выводом сигнала и проводом заземления датчика осциллографа, работает как антенна. Ошибки напряжения, производимые магнитным излучением в контуре, появляются на осциллографе. Чем больше площадь контура, тем больше шум, регистрируемый во время переключений.

Правильный способ

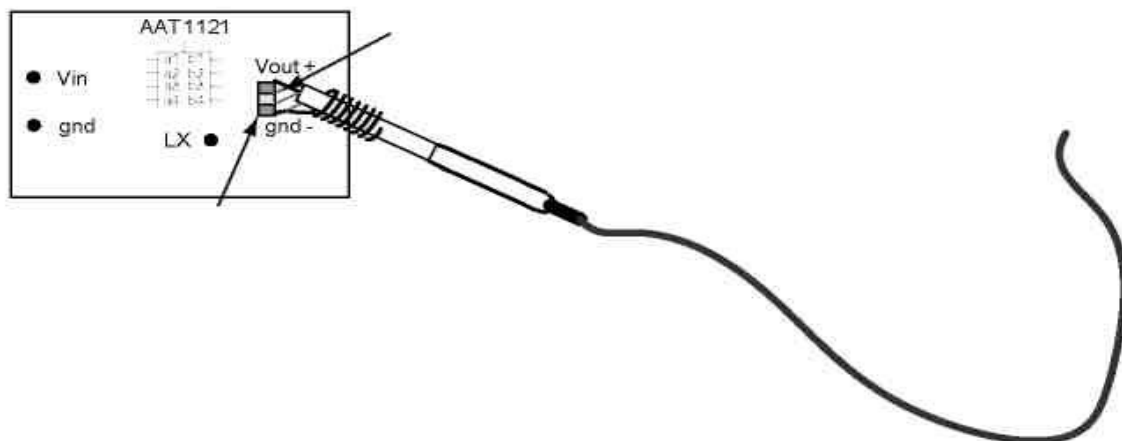


Рис. 3. Правильный метод использования датчика для измерения выходных пульсации и шума

Лучший способ минимизировать этот эффект – использовать очень короткие и прямые соединительные провода для датчика осциллографа. Для снижения помех измерений, нужно расположить датчик прямо возле внешнего конденсатора, как показано на Рис. 3. Общая площадь контура при подключении сигнала и заземления теперь самая наименьшая. Шум может быть устранен или уменьшен следующими способами:

1. Снимите провод заземления с зажимом и адаптер этого провода с датчика осциллографа, обеспечив доступ к металлическому проводнику заземления.
2. Оберните вывод датчика осциллографа (неэкранированную часть заземления) несколько раз луженой медной проволокой большого диаметра (20 AWG). Припаяйте конец луженого медного провода к выводу заземления выходного конденсатора.
3. Подключите конец датчика осциллографа к выходу (VOUT) выходного конденсатора. В этом случае, конец будет контактировать с выходным узлом конвертера постоянного тока. В результате, общая площадь контура проводов выходного сигнала и заземления будет очень маленькой.

Заключение

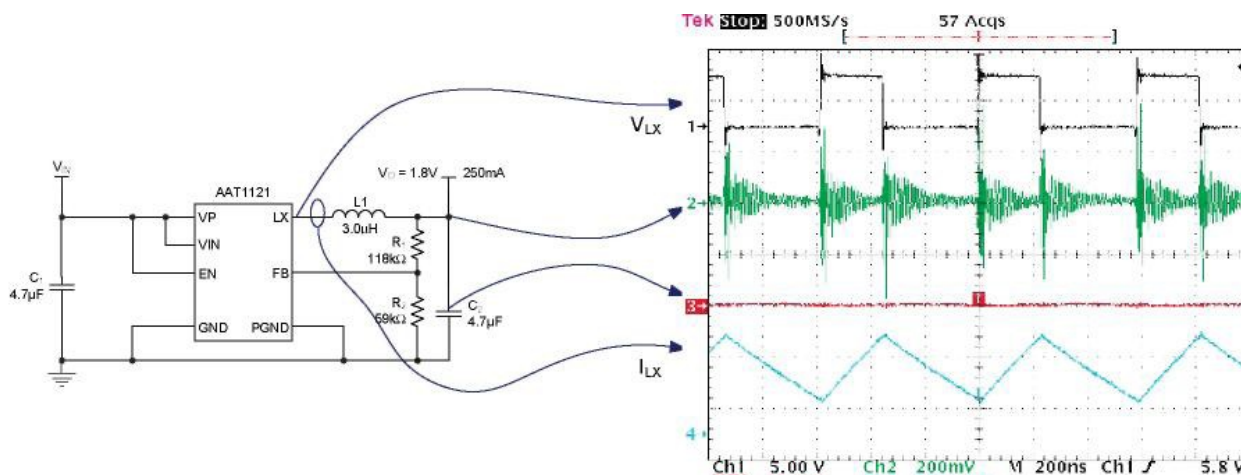


Рис. 4. Разница между двумя измерениями

Рис. 4 показывает два графика выходного напряжения VOUT при использовании двух методов измерения. Цепь – это импульсный преобразователь-стабилизатор напряжения с последовательным соединением ключевого элемента и дросселя (AAT1121, с уменьшением тока), работающий на частоте 1,5МГц. Выходное напряжение меняется до 1,8 В с нагрузкой 250 мА и измеряется в полном диапазоне. Нужно отметить, что на графике (2) зеленым цветом показан значительный высокочастотный шум и звон затухания при каждом переключении. Однако, на графике (3) красным показано отсутствие считываемого шума. Поэтому подготовка испытательного стенда и методология очень важны для обеспечения точных измерений.

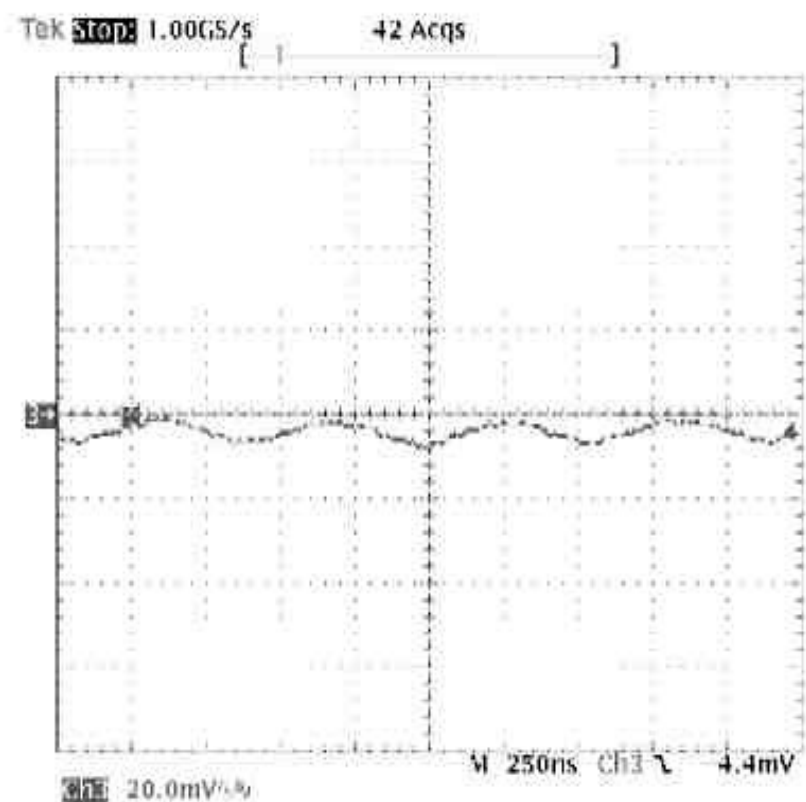


Рисунок 5. Фактическое измерение (увеличенное)

На Рис. 5 показан снимок, полученный при полосе фильтрации 20 МГц, встроенной во многие осциллографы для устранения нежелательного шума при обычном режиме из-за использования пассивного датчика. Вольтодобавочный преобразователь AAT1121 показывает пренебрежимо малые пульсацию и шум с размахом менее 10 мВ. Это благодаря низкому шуму на выходе, что свойственно вольтодобавочным преобразователям (с постепенным уменьшением) импульсных источников напряжения, хорошей разводке печатной платы и правильной технологии снятия показаний.