

Keysight Technologies

Моделирование переходных процессов и помех источников питания при разработке и тестировании систем спутниковой связи и систем оборонного назначения

Рекомендации по применению



Введение

На лабораторном столе обычный источник питания часто рассматривается как аккумулятор с ручкой регулировки выходного напряжения, который обеспечивает питание для разрабатываемой системы или подсистемы. Однако для комплексного исследования, оценки и устранения неполадок в работе узлов устройств, используемых в спутниковых системах и системах оборонного назначения, выгоднее использовать более совершенный измерительный прибор, способный имитировать множество возможных электрических помех.

Анализатор питания постоянного тока N6705 компании Keysight обладает всем необходимым для моделирования переходных процессов и шумов, которые могут возникнуть в цепях питания на борту самолетов, кораблей, наземных транспортных средств или спутников. Примеры переходных процессов включают процессы, возникающие в результате пуска двигателя, переключения режима работы источника питания, изменений нагрузки, ударов молнии, воздействия импульсов систем радиоэлектронной борьбы, солнечных вспышек и высокоэнергетических частиц. Примеры нежелательных шумов включают пульсации от сети питания переменного тока (например, на частоте 400 Гц) и паразитные связи с электромеханическими устройствами.

В данных рекомендациях по применению описываются возможные проблемы, в общих чертах излагаются потенциальные недостатки типовых решений, предлагаются схемы возможных решений, а также представляются примеры результатов моделирования.

Проблемы: переходные процессы и шумы

Переходные процессы и шумы на шинах питания могут вызвать неожиданные и нежелательные эффекты в системе или подсистеме. В данных рекомендациях по применению мы используем следующие определения этих терминов:

- **Переходный процесс:** переходный процесс источника питания – это непреднамеренное изменение величины напряжения или силы тока. Это однократный, непериодический сигнал или событие. Такие события часто называют выбросами, всплесками, выпадениями или прерываниями.
- **Шум:** шум источника питания – это модуляция в результате воздействия одного и нескольких нежелательных сигналов, наложенная на уровень постоянного тока. Как правило, это непрерывный периодический сигнал. Такие шумы часто называют пульсациями.

Переходные процессы могут создаваться предсказуемыми и непредсказуемыми источниками. Одним из примеров предсказуемого источника переходных процессов является резкое изменение импеданса нагрузки (Z_{load}), когда система с большой мощностью включается (Z_{load} резко уменьшается) или выключается (Z_{load} резко возрастает). Другим примером являются резкие, динамические изменения, возникающие в устройствах и системах, излучающих импульсные сигналы. Переходные процессы также возникают, когда, например, самолет переключается с наземного источника электропитания на бортовой источник, питаемый от двигателя.

Непредсказуемые источники включают в себя природные явления, такие как удары молний и солнечные вспышки. Антропогенные источники включают в себя запуск электромеханических устройств, таких как двигатели и генераторы, либо излучения систем радиоэлектронной борьбы.

Причиной шумов являются обычно внутренние или внешние источники. В устройствах, которые используют источник питания переменного тока, недостаточная фильтрация может привести к наведению помех в цепях постоянного тока на частотах сети питания 50, 60 или 400 Гц.

Проблемы: типовые решения для источников питания постоянного тока

Для моделирования переходных процессов и шумов источников питания обычно требуются разнообразные измерительные приборы: один или несколько источников питания постоянного тока, цифровой мультиметр, осциллограф и генератор сигналов произвольной формы. Кроме того, часто требуется персональный компьютер (ПК), снабжённый программным обеспечением для создания сигналов, которое способно загружать файлы в генератор сигналов произвольной формы.

Несмотря на значительную гибкость такого подхода, его недостатком является сложность использования, что связано с рядом аспектов: подключение приборов друг к другу и к испытываемому устройству, установка параметров измерения для каждого прибора, создание сигнала в ПК и передача его в генератор сигналов произвольной формы и так далее. Кроме того, если возникают проблемы, связанные с измерениями, потребуется время и усилия, чтобы точно определить, что является их причиной – испытательная система или тестируемое устройство.

МОДУЛИ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ СЕРИИ N6700

Серия N6700 включает четыре типа модулей источников питания постоянного тока: базовые, производительные (с высокими характеристиками), прецизионные, а также модули источников/измерителей. Базовые источники питания постоянного тока для N6705 включают модули с выходной мощностью 50, 100 и 300 Вт при напряжении до 150 В и силе тока до 20 А. Источники питания с высокими техническими характеристиками N6750 включают модули с выходной мощностью 50, 100, 300 и 500 Вт при напряжении до 60 В и силе тока до 50 А. Прецизионные источники питания N6760 включают модули с выходной мощностью 50, 100, 300 и 500 Вт при напряжении до 60 В и силе тока до 50 А. Модули источников/измерителей N6780 обеспечивают выходную мощность 20 Вт при напряжении до 20 В и силе тока до 3А.

Предлагаемое решение

Анализатор питания постоянного тока N6705 упрощает проведение комплексного тестирования. Ядром прибора является 4-слотовое шасси, в которое может быть установлено от 1 до 4 модулей источников питания постоянного тока с суммарной мощностью до 600 Вт. Шасси совместимо со всеми модулями источников питания серии N6700 компании Keysight (см. боковую врезку).

Встроенные дигитайзеры поддерживают измерения напряжения и силы тока, не требуя использования токовых шунтов, токовых пробников или токочувствительных резисторов. Встроенная функция осциллографа позволяет отображать оцифрованные данные на большом цветном дисплее.

Функция генератора сигналов произвольной формы позволяет моделировать переходные процессы и шумы средствами анализатора N6705. Создание сигнала упрощается благодаря простому в использовании интерфейсу пользователя, а качество сигналов повышается за счет широкой полосы пропускания.

С помощью анализатора N6705 сигналы могут генерироваться посредством задания только небольшого числа точек, поскольку используется алгоритм кодирования длин серий (кодирования повторов): каждая точка сигнала определяется установкой значения напряжения и времени выдержки. Например, для определения импульса требуется задать только три точки. В таблице 1 представлен полный список возможных вариантов форм сигналов, предлагаемых анализатором N6705. Каждый сигнал может быть настроен на постоянное повторение или на заданное число повторов. Определяемые пользователем формы сигналов могут быть введены с передней панели прибора или загружены в прибор в виде файла формата CSV (значения, разделённые запятыми)¹.

Форма сигнала	Число точек на сигнал
Синусоидальный	100 точек
Ступенчатый	2 точки
Линейно изменяющийся	100 точек
Импульсный	3 точки
Линейно изменяющийся по шагам	Определяется числом шагов
Экспоненциальный	100 точек
Определяемые пользователем формы сигналов напряжения (выход ведет себя как источник напряжения)	До 512 точек с регулируемым для каждой точки отдельно временем выдержки
Определяемые пользователем формы сигналов тока (выход ведет себя как источник тока)	До 64000 точек с программируемым временем выдержки (одинаковая длительность для всех точек)

Поставляемая с прибором прикладная программа управления и анализа 14585A компании Keysight обеспечивает управление работой до четырёх шасси N6705 с одного экрана ПК. За счёт графического интерфейса пользователя эта программа предоставляет улучшенные возможности визуализации и управления данными. Программа также поддерживает создание сложных сигналов произвольной формы посредством захвата и загрузки реальных сигналов для последующего воспроизведения до 16 сигналов (требуется четыре анализатора питания постоянного тока N6705). Для получения более подробной информации, пожалуйста, обращайтесь на сайт компании Keysight по ссылке: www.keysight.com/find/14585.

¹ Файлы могут быть загружены через интерфейс ввода-вывода или с помощью устройств запоминания данных с интерфейсом USB.

Результаты: генерация сигнала переходного процесса

В качестве примера, Вы можете применять N6705 для имитации прерывания питания, как это определено в стандарте RTCA DO-160F для испытаний электронного оборудования, применяемого в самолетах. Ключевые параметры:

- Номинальное значение напряжения = 28 V
- Минимальное значение напряжения = 4,2 V
- Время линейного спада напряжения (T_f) = 17 мс
- Время выдержки (T_i) = 8 мс
- Время линейного нарастания напряжения (T_r) = 4 мс

Эти параметры могут быть введены с использованием интерфейса передней панели прибора и встроенной функции "trapezoid waveform" (трапециевидный сигнал), как показано на рисунке 1. Результирующий сигнал, представленный на рисунке 2, был захвачен с использованием N6705 в режиме осциллографа.

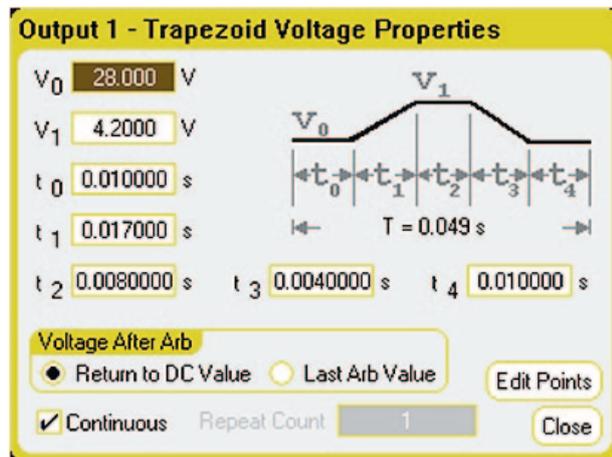


Рисунок 1. Интерфейс передней панели облегчает создание различных типов сигналов

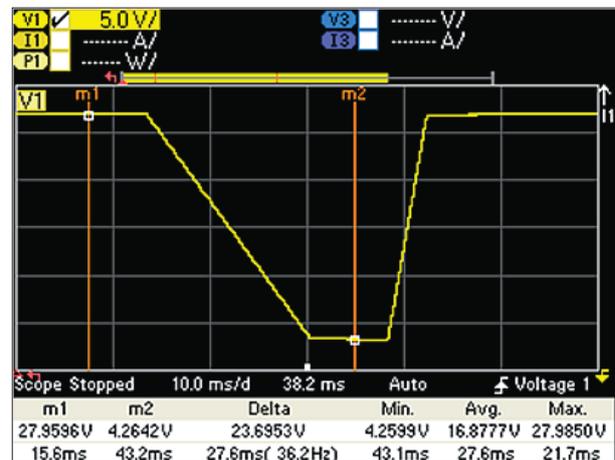


Рисунок 2. Маркеры измерений показывают уровни напряжения сигнала с прерыванием

Очень сложные сигналы переходных процессов также могут быть созданы с помощью функции генератора сигналов произвольной формы. Например, функция осциллографа может быть использована для захвата переходного процесса в цепи питания, возникающего при запуске двигателя. Захваченные реальные сигналы можно затем сохранить в виде файла формата CSV в устройстве запоминания данных с интерфейсом USB и передать в анализатор N6705 для последующего воспроизведения в качестве испытательного сигнала.

Результаты: генерация шумового сигнала

Пульсации от сети питания переменного тока, наложенные на уровень постоянного тока, можно легко смоделировать. На рисунке 3 показан пример такого сигнала, заданного с передней панели анализатора N6705. На рисунке 4 показан сигнал постоянного тока с пульсациями, захват и измерение параметров которого были выполнены с использованием N6705.

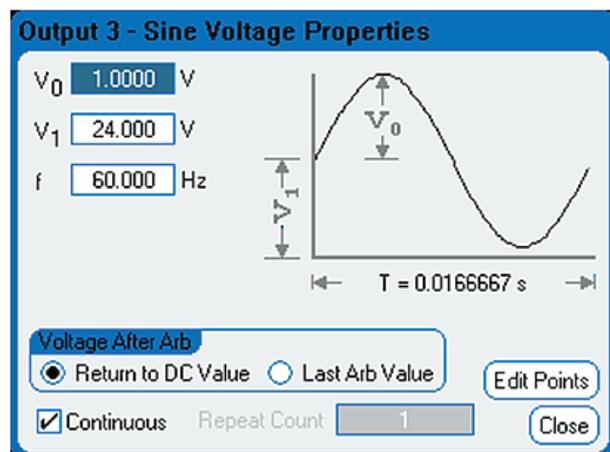


Рисунок 3. Задается синусоидальный сигнал с амплитудой 1 В и частотой 400 Гц, наложенный на сигнал постоянного тока с напряжением 24 В

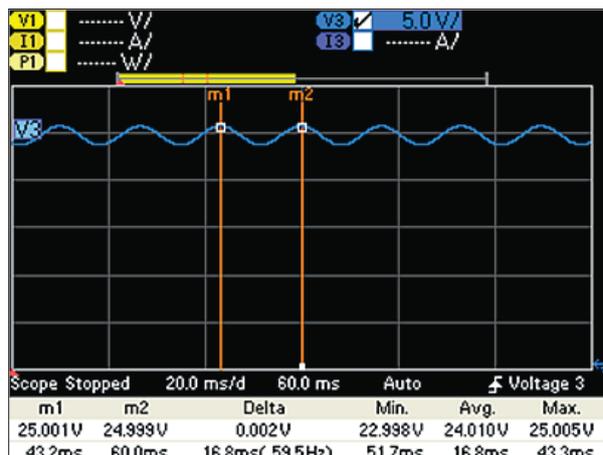


Рисунок 4. Дельта-маркеры показывают амплитуду и период шума, источником которого является сеть питания переменного тока

Заключение

N6705 является единым, многофункциональным прибором, позволяющим легко моделировать широкий диапазон переходных процессов и шумовых сигналов, от простейших до сложных. Различные простые сигналы могут быть быстро определены с передней панели прибора, а сложные сигналы произвольной формы могут быть загружены как файлы формата CSV без написания какого-либо кода. Такие возможности упрощают процесс комплексного тестирования, испытания и проверки зависимости характеристик узлов и субблоков, используемых в спутниковых, аэрокосмических системах и системах оборонного назначения, от сети питания.

Литература

- Keysight DC Power Analyzer technical overview (анализатор питания постоянного тока компании Keysight, технический обзор), номер публикации 5989-6319EN
- Keysight N6700 Modular Power System Family brochure (модульная система источников питания серии N6700 компании Keysight), номер публикации 5990-9550EN
- Keysight 14585A Control and Analysis Software quick start guide (краткое руководство по вводу в эксплуатацию программы управления и анализа 14585A компании Keysight), доступно на сайте компании Agilent по ссылке: www.keysight.com

	<p>myKeysight www.keysight.com/find/mykeysight Персонализированное представление наиболее важной для Вас информации.</p>	<p>Российское отделение</p>
	<p>www.axistandard.org AXIe представляет собой открытый стандарт, основанный на AdvancedTCA, с расширениями для контрольно-измерительных приложений. Компания Keysight входит в число основателей консорциума AXIe.</p>	<p>Keysight Technologies 115054, Москва, Космодамианская наб., 52, стр. 3</p>
	<p>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.</p>	<p>Тел.: +7 (495) 7973954 8 800 500 9286 (Звонок по России бесплатный)</p>
	<p>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.</p>	<p>Факс: +7 (495) 7973902 e-mail: tmo_russia@keysight.com</p>
	<p>Трехлетняя гарантия www.keysight.com/find/ThreeYearWarranty Keysight обеспечивает высочайшее качество продукции и снижение общей стоимости владения. Единственный производитель контрольно-измерительного оборудования, который предлагает стандартную трехлетнюю гарантию на все свое оборудование.</p>	<p>www.keysight.ru Сервисный Центр Keysight Technologies в России 115054, Москва, Космодамианская наб., 52, стр. 3</p>
	<p>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.</p>	<p>Тел.: +7 (495) 7973930 Факс: +7 (495) 7973901 e-mail: tmo_russia@keysight.com</p>
	<p>www.keysight.com/quality Система управления качеством Keysight Electronic Measurement Group сертифицирована DEKRA по ISO 9001:2008</p>	<p>(BP-06-09-14)</p>
	<p>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.</p>	
	<p>www.keysight.com/find/ad</p>	