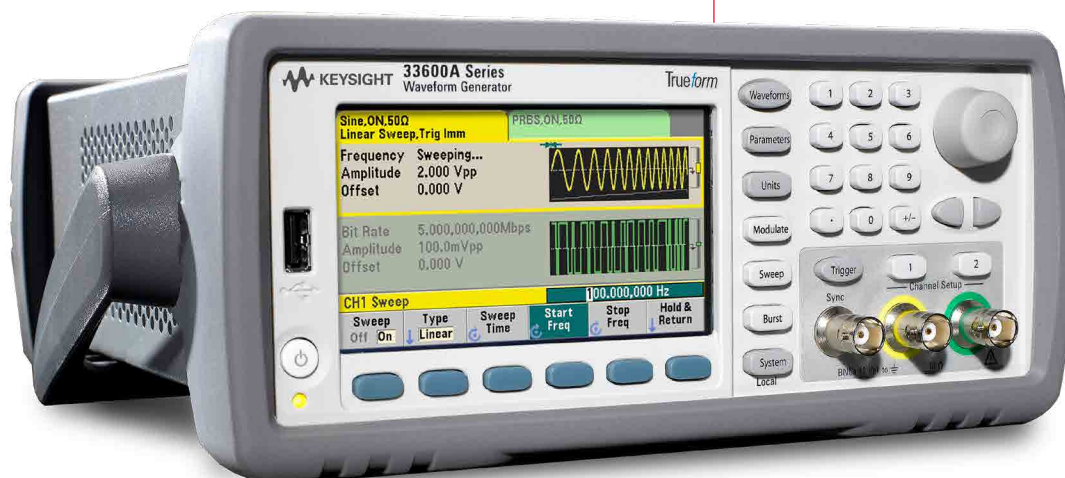


Keysight Technologies

Решение различных испытательных задач с помощью генераторов сигналов

Рекомендации по применению



Шесть примеров применения генераторов серии 33600A в ходе испытаний устройств

Введение

Формирование сигналов, необходимых для измерений, может быть трудоемкой задачей, отнимающей немало времени. Задача еще более усложняется, если вы не уверены в том, что ваш генератор способен правильно воспроизводить заданные вами сигналы. Может ли он формировать сигналы для самых сложных испытаний? При использовании генераторов на основе технологии прямого цифрового синтеза (DDS), зачастую обнаруживается, что они не могут формировать сигналы, необходимые для полноценных испытаний устройств.

В этой брошюре мы расскажем, как справиться с наиболее распространенными задачами по формированию сигналов с помощью генераторов *Trueform* компании Keysight.

Формирование сигналов с максимальным уровнем целостности сигнала	3
Повышение эффективности формирования сигналов произвольной формы	6
Формирование сигналов по множеству точек	8
Связывание или синхронизация двух сигналов	11
Создание псевдослучайных двоичных последовательностей (двоичных ПСП)	14
Создание дифференциального сигнала	17

Формирование сигналов с максимальным уровнем целостности сигнала

Задачи	Чем может помочь технология Trueform
– Воспроизведение сигнала произвольной формы с заданными аномалиями – Запуск одного и того же сигнала произвольной формы с более высокой частотой – Имитация сложного сигнала – Потребность в сигналах наивысшего качества	– Генераторы сигналов стандартной/произвольной формы Trueform обеспечивают лучшую в отрасли целостность сигнала благодаря следующим характеристикам и возможностям: – Джиттер < 1 пс – Воспроизведение каждой точки сигнала согласно изначально заложенной форме, без необходимости «уложиться» в определенное число выборов – Подача выходного напряжения с учётом настроек нагрузки – Отсутствие недостатков, свойственных DDS (например, искаженные сигналы и растянутые точки) – Разрешение 14 бит

Генератор сигналов часто требуется для испытаний различных устройств и измерений их характеристик. И на стадии проектирования, и на производстве инженерам необходим хороший генератор, способный формировать контролируемые и предсказуемые сигналы. Многие производители контрольно-измерительных приборов предлагают генераторы сигналов, основанные на технологии прямого цифрового синтеза (DDS), которые используют фиксированную тактовую частоту для формирования сигнала. Это технология с фиксированной тактовой частотой увеличивает или уменьшает число точек в сигнале, чтобы обеспечить соответствие тактовой частоте. В результате прибор может сформировать сигнал, не соответствующий вашим ожиданиям. Генераторы на основе технологии Trueform, напротив, воспроизводят каждую точку сигнала именно так, как вы планировали.

Ниже приведены примеры задач, которые можно решить с помощью точных сигналов, сформированных генераторами Trueform.

Воспроизведение сигнала произвольной формы с заданными аномалиями

Вам нужно проверить надежность спроектированной схемы. Вы создаете испытательный сигнал, позволяющий проверить спроектированную вами схему, с шумами, положительными выбросами, быстрыми скачками напряжения и провалами, то есть со всеми аномалиями, которые можно ожидать в реальных условиях. Вы пытаетесь воспользоваться для этого генератором сигналов на основе DDS, но обнаруживаете, что он не может воспроизвести аномалии в том виде, в котором вы их задали. Это происходит потому, что генераторы на основе DDS добавляют или пропускают точки в сигнале в соответствии со своими жесткими правилами формирования сигналов. Генераторы на основе технологии Trueform не имеют подобных ограничений и поэтому могут достоверно воспроизводить созданный вами сигнал даже с заданными аномалиями.

Имитация сложного сигнала

Вы создали очень сложный сигнал со множеством точек и очень быстрыми переходами, играющими чрезвычайно важную роль. Естественно, вы ожидаете от своего генератора сигналов произвольной формы точного воспроизведения того, что вы создали. К сожалению, генератор на основе DDS не способен воссоздать быстрые переходы, имеющиеся в задуманном сигнале. И это вызвано не только полосой выходного сигнала, но и самой схемой генератора на основе DDS. Фактически, сигнал различается от периода к периоду. Генераторы Trueform позволяют имитировать самые сложные сигналы. Генератор серии 33600A имеет частоту ЦАП 1 Гвыб/с и может воспроизводить сигналы абсолютно точно благодаря своей патентованной революционной технологии.

Запуск одного и того же сигнала произвольной формы с более высокой частотой

С традиционным генератором на основе DDS невозможно сделать так, чтобы каждая конкретная точка сигнала произвольной формы воспроизводилась, как задумано. Технология DDS обеспечивает хорошую аппроксимацию заданных сигналов произвольной формы, но может непредсказуемым образом пропускать и/или повторять точки сигнала. Это может вносить дополнительный джиттер или значительные искажения при более высоких частотах воспроизведения сигнала. Более того, искажение может различаться от периода к периоду, в результате форма сигнала станет неповторяющейся, а искажение к тому же будет разным на разных частотах. Генераторы сигналов на основе запатентованной технологии Trueform воспроизводят каждую точку сигнала произвольной формы так, как было задано. Таким образом, полученный сигнал произвольной формы будет более точным, будет иметь джиттер менее 1 пс и будет меньше искажен, чем при использовании генераторов на основе DDS.

Потребность в сигналах наивысшего качества

Главным критерием выбора генератора сигналов справедливо считается его способность формировать сигналы наивысшего качества для текущих и будущих задач. Генераторы Trueform формируют синусоидальные сигналы, гармонические искажения которых в пять раз меньше, чем у других генераторов. А джиттер приборов серии 33600A меньше джиттера генераторов на основе DDS в 200 раз! Кроме того, если вы создаете собственные сигналы произвольной формы, генераторы Trueform – единственные в своем классе приборы, способные воспроизвести абсолютно все точки в вашем сигнале так, как вы задали, причём на любой выбранной частоте. Никаких компромиссов! Генераторы Trueform предлагают три настройки выходного фильтра (Normal, Step, None – нормальный, прямоугольный, нет), что позволяет оптимизировать выходной сигнал. По своим возможностям они соперничают со значительно более дорогими генераторами на основе поточечного построения сигнала (PPC – «точка на такт»). С полосой выходного сигнала до 120 МГц и частотой ЦАП до 1 Гвыб/с генераторы Trueform обеспечивают универсальность и производительность, превосходя тем самым приборы на основе DDS того же ценового диапазона.

Формирование сигналов с максимальным уровнем целостности сигнала (продолжение)

Trueform или DDS?

Генераторы подают сигнал нужной формы, формируя его пошагово по заданным точкам данных. Поскольку генераторы DDS имеют фиксированную тактовую частоту, и, если они выдают одну уникальную точку данных за один такт, вы получаете только одну частоту воспроизведения. Когда нужна более низкая частота воспроизведения, генератору нужно использовать много периодов тактовой частоты, чтобы выдать одну точку и повторить точки. Когда нужна более высокая частота воспроизведения, генератор не сможет вывести все точки из памяти формы сигнала и будет вынужден пропустить некоторые из них. Чем выше частота, тем больше точек пропускается, и тем меньше сигнал становится похожим на исходный. Более того, генераторы DDS используют внутренний алгоритм, определяющий, какие точки нужно пропустить. Эти алгоритмы ставят в приоритет фазу сигнала, и в результате в выходных сигналах могут пропускаться неидентичные точки в каждом периоде.

Генераторы Trueform используют уникальную технологию, позволяющую воспроизводить сигналы абсолютно одинаковой формы независимо от того, какая частота ЦАП используется – 1 выб/с или максимальная 1 Гвыб/с. Разработчики, работающие со сложными сигналами, могут использовать генераторы Trueform для подачи сигналов со сложными видами модуляции и аномалиями (естественно, с соблюдением физических ограничений). Цифровые сигналы с переходными процессами и импульсами всегда воспроизводятся с одинаковыми характеристиками, а основанные на DDS генераторы сигналов произвольной формы будут искажать ваш сигнал от периода к периоду.

На рис. 1 показан один и тот же сигнал с одинаковой частотой, но формируемый разными генераторами. Канал 1 (желтая трасса) измеряет сигнал от генератора DDS, а канал 2 (зеленая трасса) измеряет сигнал от генератора Trueform. Обратите внимание на то, что в сигнале, сформированном генератором DDS, присутствуют искажения, и его форма различается от периода к периоду. На осциллограмме сигнала от генератора Trueform ясно видны три небольших всплеска. На осциллограмме сигнала от генератора DDS эти небольшие всплески искажены или отсутствуют.

Другим преимуществом генератора Trueform является уровень джиттера. Для генераторов 33600A джиттер между периодами не превышает 1 пс для всех сигналов, включая сигнал произвольной формы, синусоидальный и прямоугольный. Это почти в 200 раз

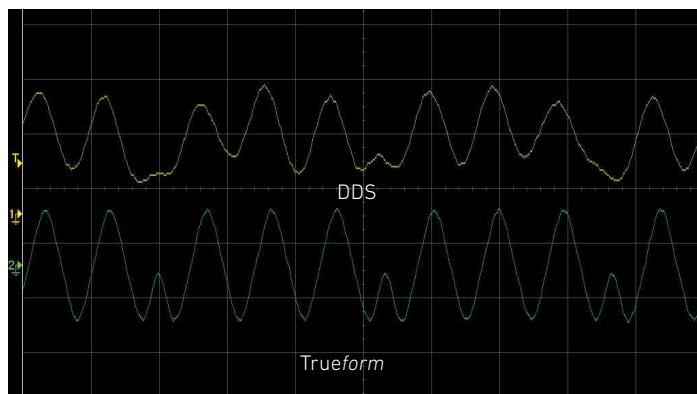


Рисунок 1. Два сигнала с одинаковой частотой воспроизведения, формируемые разными генераторами

меньше джиттера генераторов на основе DDS. На рис. 2 показан снимок экрана анализатора источников сигналов. Анализатор источников сигналов – это один из приборов, способный измерять джиттер менее 1 пс (хотя он измеряет среднеквадратический джиттер). Анализатор измеряет синусоидальный сигнал частотой 40 МГц с джиттером менее 800 фс.



Рисунок 2. Снимок экрана анализатора источника сигнала

В качестве другого наглядного примера мы создали образец сигнала произвольной формы, чтобы показать точки, которые пропускаются генераторами DDS. На рис. 3 показан простой прямоугольный сигнал с семью всплесками уменьшающейся амплитуды. На частоте 1 кГц генератор DDS (желтая трасса) и Trueform (зеленая трасса) воспроизводят все семь всплесков.

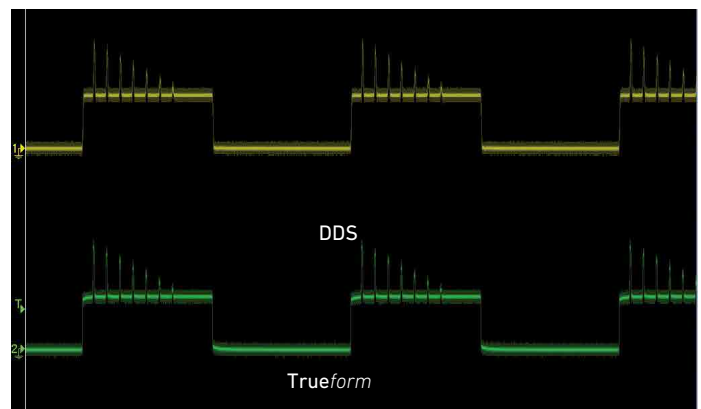


Рисунок 3. Один и тот же сигнал произвольной формы на частоте 1 кГц

Полезный совет

Даже если вам нужен простой генератор сигналов синусоидальной формы, прибор серии 33600A превосходно подойдет для этой роли и благодаря минимальному значению коэффициента гармоник (< 0,03 %) позволит вам получать сигналы исключительной чистоты.

Формирование сигналов с максимальным уровнем целостности сигнала (продолжение)

Однако при увеличении частоты сигнала произвольной формы до 2 МГц на желтой трассе сигнала от генератора DDS первые три всплеска исчезают (рис. 4). Генератор Trueform продолжает воспроизводить все семь всплесков. На еще более высоких частотах генератор DDS будет воспроизводить всплески не на всех импульсах или вообще перестанет их воспроизводить.

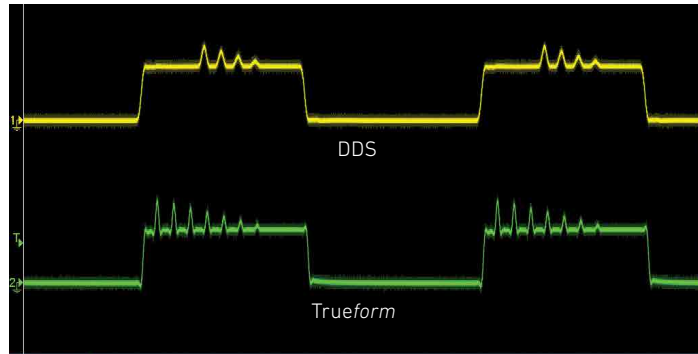


Рисунок 4. Пропущенные фрагменты сигнала на частоте 2 МГц.

Заключение

Технология DDS применялась в генераторах сигналов десятилетиями. Она обеспечивала хорошее качество сигнала при невысоких затратах, особенно по сравнению с генераторами на основе поточечного построения сигнала, которые в десятки раз дороже. Однако, создав генераторы семейства Trueform, компания Keysight смогла снизить значение джиттера и улучшить целостность сигнала, а также обеспечила воспроизведение всех заданных точек сигнала произвольной формы. И все эти возможности предлагаются теперь в ценовом диапазоне генераторов на основе DDS.

Дополнительная информация и видеоролик по этой теме доступны на сайте www.keysight.com/find/trueformTC

Полезный совет

На сигналы произвольной формы оказывает влияние настройка выходного фильтра. Для цифровых сигналов на генераторе серии 33600A устанавливают настройку «None», чтобы получить более крутые перепады. Это ограничивает частоту выборки до 50 Мвыб/с – значения, совместимого с быстродействием выходного аналогового каскада генератора.

Полезный совет

Генерация файлов сигналов произвольной формы так же проста, как создание файла .csv в САПР или другом ПО. Созданный файл .csv можно импортировать в генератор Trueform с соответствующей настройкой входа/выхода. Также не забудьте о том, что можно захватить сигнал осциллографом, а затем воспроизвести его на генераторе Trueform.

Повышение эффективности формирования сигналов произвольной формы

Задачи	Чем может помочь технология Trueform
– Возможность изменения одного фрагмента сигнала произвольной формы без переделки всего сигнала – Повторное использование созданных ранее сигналов с подачей в различном порядке – Непрерывное воспроизведение одного сигнала до запуска другого сигнала по определенному событию – Возможность свипирования сигнала произвольной формы по набору заданных частот	– Создание последовательностей сигналов произвольной формы – Совокупность условий сигналов произвольной формы – Частота ЦАП 1 Гвыб/с – Изменение амплитуды, частоты выборки и настроек фильтра с метаданными сигнала произвольной формы – Глубокая память сигналов – Простая файловая система с возможностью перетаскивания мышью

Исторически так сложилось, что созданию и применению сигналов произвольной формы не хватало гибкости. Вы просто задаете форму сигнала и затем воспроизводите сигнал на генераторе. А если вам нужно изменить форму сигнала, то вы создаете сигнал заново. Хотя вы, возможно, и смогли бы быстро изменить одну или две точки вручную, но для изменения больших участков сигнала его нужно переделывать полностью. Генераторы Trueform делают формирование сигналов произвольной формы более гибким, упрощая вашу работу благодаря функции создания последовательностей и списков частот.

Ниже приведены примеры задач, которые можно решить с помощью расширенных возможностей формирования сигналов произвольной формы генераторов Trueform.

Модификация одного сегмента сигнала произвольной формы без изменения всего сигнала

Допустим, вы создали сигнал произвольной формы для подачи на исследуемое устройство (ИУ), и всё действует точно так, как вам нужно. Используя этот сигнал, вы обнаружили неожиданные отклонения в работе ИУ. Теперь вам хочется использовать этот сигнал повторно и при этом добавить в него несколько аномалий, чтобы посмотреть, как ИУ прореагирует на переходные процессы. С генераторами Trueform (серий 33500B и 33600A) вам не понадобится создавать сигнал полностью заново. Функция создания последовательности в сигнале произвольной формы позволяет гибко изменять некоторые характеристики сигнала, не меняя его форму полностью. Кроме того, добавленные аномалии будут сразу отображаться в вашем сигнале, что не всегда гарантируется при работе с генераторами на основе DDS.

Непрерывное воспроизведение одного сигнала до запуска другого сигнала по определенному событию

При испытаниях ИУ часто требуется подавать различные сигналы по определенным событиям. Это сделать так же просто, как переключить уровень постоянного напряжения. Предположим, вам нужно перейти от пакета передаваемых данных к пакету принимаемых данных. Раньше такую задачу было выполнить очень трудно. Возможно, вам бы потребовалось подавать команды на генератор всякий раз, когда был нужен новый сигнал. Знаете ли вы, что тоже самое можно сделать без контроллера и с лучшими временными характеристиками, воспользовавшись генератором Trueform серии 33500B или 33600A? Благодаря функции создания последовательностей вы можете запускать другой сигнал или несколько сигналов по различным событиям. Следовательно, с генератором Trueform вы сможете смоделировать больше ситуаций.

Повторное использование созданных ранее сигналов с подачей в различном порядке

Вы обладаете достаточным опытом работы с измерительными приборами и уже создали ряд сигналов произвольной формы. Но поскольку нужные вам сигналы, как правило, очень похожи, то поэтому иногда лучше просто изменить порядок их подачи, чтобы протестировать различные характеристики вашего ИУ. Как и большинство инженеров, вы пытаетесь повысить эффективность своей работы. Почему бы не сократить время формирования сигналов произвольной формы? Генераторы Trueform серий 33500B и 33600A позволяют создать библиотеку сигналов произвольной формы и объединять их в последовательности, создавая тем самым новые сигналы. А их чередование в этих последовательностях вы всегда можете изменять по своему усмотрению. Благодаря большой глубине памяти сигнала в генераторах Trueform вы можете сохранить множество сигналов произвольной формы и изменять их значительно быстрее.

Возможность свипирования по набору заданных частот

Вы создали сигнал на ПК и загрузили его в генератор сигналов. При этом вы хотите, чтобы он сохранял свою форму на различных частотах дискретизации или частотах воспроизведения. Примером могут служить испытания механической конструкции на резонанс, при котором требуется автоматически подавать набор меняющихся частот. В большинстве генераторов DDS вам понадобится вручную изменять частоту для каждого теста. Генераторы Trueform позволяют более эффективно решать эту задачу с помощью списка частот. Теперь вы можете экономить время на перестройку частот, вводя список частот и выдержку времени прямо в прибор.

Повышение эффективности формирования сигналов произвольной формы (продолжение)

Эффективное формирование сигналов произвольной формы

Инженеру всегда хочется как можно чаще применять собственные наработки. И при программировании, и при разработке схемы всегда эффективнее пользоваться собственными, уже проверенными решениями. Это в равной степени касается и формирования сигнала произвольной формы. Если вы его создали ранее, а теперь хотите изменить небольшую часть, то зачем переделывать его полностью? С генераторами Trueform необходимость в этом отпадает. Вы можете использовать сигнал повторно, изменять последовательность его участков и значения параметров, получив в результате полностью новый сигнал. Этот подход не только экономит время, но и укрепляет вашу уверенность в качестве нового сигнала, поскольку вы повторно используете части сигнала, которым уже пользовались ранее.

Создание последовательности сигналов

Если вы хотите повысить эффективность процесса создания сигналов произвольной формы, формирование последовательностей сигналов поможет значительно упростить вашу работу. Вы можете разработать библиотеку сигналов произвольной формы, а затем формировать последовательности из них, создавая таким образом совершенно новые сигналы. Последовательность представляет собой упорядоченный список сигналов произвольной формы, которые запускаются один за другим с заданной частотой выборки.

В генераторах Trueform сигналы произвольной формы сохраняются в виде файлов с расширениями .arb, .csv или .dat. Последовательность сохраняется в файле с расширением .seq. Она может включать в себя до 512 шагов. Для повышения производительности прибора в его энергозависимую память можно загрузить до 32 последовательностей с 1024 сегментами.

Полезный совет

Память сигнала в генераторе серии 33600А достигает до 64 Мвыб (опция). С функцией создания последовательностей вы можете экономить объем используемой памяти, воспроизводя более короткие сигналы в различных частях своего сигнала по необходимости.

В следующем примере для создания нового сигнала произвольной формы из библиотечных сигналов используется ПО BenchLink Waveform Builder Pro компании Keysight.

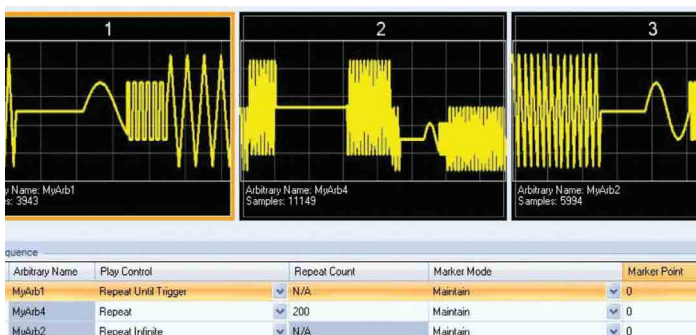


Рисунок 1. Меню создания последовательности в программе BenchLink Waveform Builder Pro.

При создании последовательности следует задать четыре параметра сигнала произвольной формы:

- Управление воспроизведением (настройка повтора и запуска)
- Счетчик повторов (сколько раз воспроизводить сигнал)
- Режим маркера (поведение синхросигнала)
- Маркерная точка (точка сигнала, в которой синхросигнал изменяется)

Как видно в таблице на рис. 1, эта последовательность будет воспроизводить сигнал «MyArb1», пока не будет получен сигнал запуска. Затем 200 раз будет воспроизведен сигнала «MyArb4», а в конце будет воспроизводиться «MyArb2» бесконечное число раз. Синхросигнал будет сохранять свой текущий уровень на протяжении всей последовательности.

Полезный совет

Для построения сложных последовательностей воспользуйтесь ПО BenchLink Waveform Builder Pro компании Keysight (программой, которую вы можете приобрести для работы на ПК).

Списки частот

Большинство генераторов могут осуществлять свипирование по списку частот. Они позволяют подавать заданные сигналы на различных частотах, изменяющихся линейно или логарифмически. Генераторы Trueform позволяют вам задавать список частот и выдержку времени на определенной частоте. Теперь вы можете включить в список до 128 частот и настроить выдержку времени. Генератор будет последовательно перебирать все частоты из списка, оставаясь на каждой из них в течение заданной выдержки времени. Эта функция используется для всех типов формы сигналов, включая произвольную.

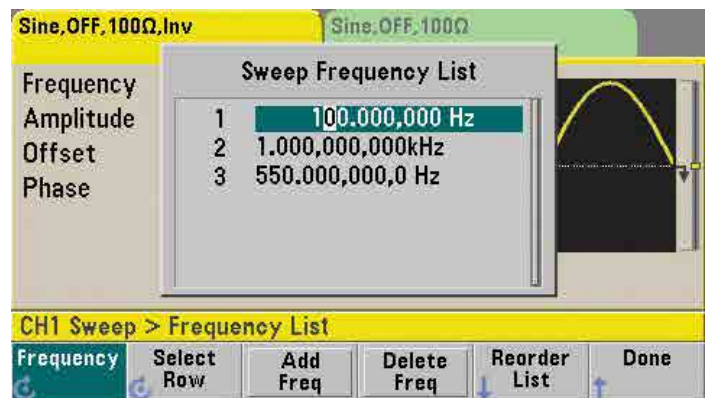


Рисунок 2. Меню списка частот генератора сигналов Trueform.

Закключение

Генераторы Trueform серии 33600А обладают всеми возможностями своих предшественников из серии 33500В. Создание последовательностей и списков частот – всего лишь две из множества новых уникальных возможностей генераторов сигналов Trueform.

Формирование сигналов по множеству точек

Задачи	Чем может помочь технология Trueform
– Формирование длинных неповторяющихся сигналов – Формирование сигналов, требующих высокого разрешения по времени – Имитация протокола передачи данных – Имитация несущей с цифровой модуляцией	– Глубокая память сигнала – Частота выборки сигнала произвольной формы 1 Гвыб/с – Высокая точность генератора Trueform – Глубокая встроенная память для загрузки сигналов

Наверняка, вы не задумывались над тем, какова должна быть глубина памяти генератора сигналов. Но современные разработки требуют всё более сложных сигналов, для сохранения которых памяти современных генераторов может не хватить. Генераторы сигналов Trueform имеют наибольшую глубину памяти в своем классе.

Ниже приведены примеры задач, которые можно решить с помощью генераторов Trueform, имеющих достаточную глубину памяти для сохранения длинных и сложных сигналов.

Длинные неповторяющиеся сигналы

Для того чтобы генератор мог воспроизводить длинные неповторяющиеся сигналы, ему понадобится больше памяти. Такие сигналы могут быть не очень сложными, но из-за отсутствия повторов число выборок будет очень большим. Некоторые традиционные настольные генераторы на основе технологии прямого цифрового синтеза (DDS) могут предложить память сигнала всего 128 Квыб. А генераторы Trueform серии 33600A имеют по 4 Мвыб на один сигнал с возможностью дополнительного расширения памяти сигнала до 64 Мвыб. Это означает, что с генератором Trueform ваш сигнал может быть в 500 раз длиннее, чем с традиционным генератором DDS.

Имитация протокола цифровой последовательной шины

Если вы имитируете сложный цифровой сигнал передачи данных, содержащий множество бит, например сигнал шины USB, потребность в глубокой памяти сигнала совершенно очевидна. Каждый бит занимает одну и более выборок в памяти сигнала генератора. Чем больше данных содержит сигнал, тем больше памяти нужно. Опция наращивания памяти генераторов Trueform поможет вам воспроизводить сигналы более полно и без ущерба их длине. Кроме того, поскольку джиттер между периодами не превышает 1 пс, вы можете быть уверены в том, что синхронизация сигнала остается абсолютно точной.

Простые сигналы, требующие высокого разрешения по времени

Большая глубина памяти также востребована, когда вам нужно иметь очень высокое разрешение по времени. Сигнал может быть очень простым, например, меандр, но для испытаний вашего ИУ может понадобиться очень кратковременный провал напряжения, требующий разрешения в 1 наносекунду. Генераторы Trueform серии 33600A предлагают для сигналов произвольной формы разрешение 1 Гвыб/с. Кроме того, запатентованная технология, которая никогда не добавляет и не пропускает точки в вашем сигнале (в отличие от всех традиционных генераторов на основе DDS), гарантирует, что этот провал напряжения будет точно воспроизведен.

Имитация несущей с цифровой модуляцией

Вам нужен сигнал, имитирующий несущую с цифровой модуляцией для беспроводной передачи данных? Для цифрового сигнала нужно много памяти, поскольку протокол соединения требует множества бит данных. Для имитации каждого бита данных эфирного сигнала требуется множество выборок в памяти. Генераторы Trueform идеально подходят для подобного сценария. С 14-битным разрешением по вертикали, глубокой памятью и замечательной целостностью сигнала они способны воспроизводить эфирные сигналы с очень низким модулем вектора ошибок (EVM).

Формирование сигналов по множеству точек (продолжение)

Более глубокая память

Преимущества наличия большого объема памяти очевидны и для жесткого диска в компьютере, и для смартфона. Это касается и генераторов сигналов. Большой объем памяти сигналов позволяет создавать более длинные сигналы и предоставляет больше возможностей управления разрешением по времени.

Рассмотрим пример разрешения по времени для случая, когда для имитации падения напряжения в проектируемом устройстве используется прямоугольный сигнал с очень коротким глитчем (рис. 1). Имея разрешение 1 нс, мы понимаем, насколько для этого важна глубина памяти. Для такого разрешения нужна частота ЦАП 1 Гвыб/с. Если генератор имеет память сигнала всего 128 Квыб, то длина вашего сигнала не превысит 128 мкс. А располагающие памятью сигнала в 64 Мвыб генераторы Trueform серии 33600A позволяют вам иметь сигнал длиной 64 мс – в 500 раз больше. Более длительный сигнал предоставит исследуемому устройству (ИУ) достаточный запас времени для установления и удержания, чтобы обнаружить подаваемый уровень.

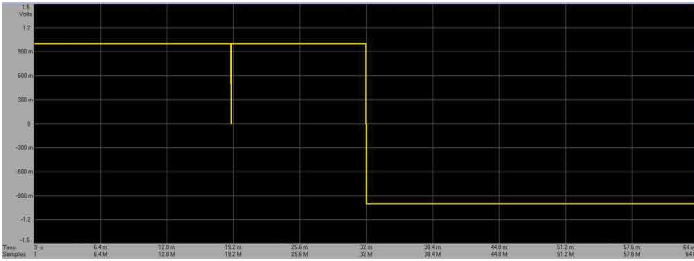


Рисунок 1. Прямоугольный сигнал с кратковременным провалом напряжения.

Другое ограничение генератора DDS касается его возможности воспроизводить сигналы произвольной формы. Поскольку в генераторах DDS используется фиксированная тактовая частота, то им приходится добавлять или пропускать точки, чтобы обеспечить соответствие частоты дискретизации заданной вами выходной частоте. В результате переходы в сигнале пропускаются, причём непредсказуемым и произвольным образом. Это может привести к тому, что нужный вам провал напряжения будет пропущен генератором DDS. Причины, по которым генератор DDS пропускает или добавляет точки, выходят за рамки нашего документа, однако вы можете обратиться к брошюре «Технология генерации сигналов Trueform» (номер документа 5991-0852RURU).

Технология Trueform также превосходно подходит для имитации цифровых сигналов. И это связано не только с более глубокой памятью, позволяющей иметь достаточно точек для имитации длинного цифрового сигнала, но и с производительностью, не доступной для генераторов DDS того же ценового диапазона. Недостаток генераторов DDS заключается в том, что они могут вводить джиттер длительностью один период выборки, когда формируют сигналы с крутыми перепадами (сигналы с более сглаженными перепадами, такие как синусоидальные, этому не подвержены). Это означает, что генераторы DDS с частотой ЦАП 1 Гвыб/с будут вносить в ваш сигнал джиттер 1 нс. Для запатентованной технологии Trueform эта проблема не актуальна, поскольку здесь джиттер не превышает 1 пс. Это означает, что данный показатель для сигналов произвольной формы лучше в 1000 раз.

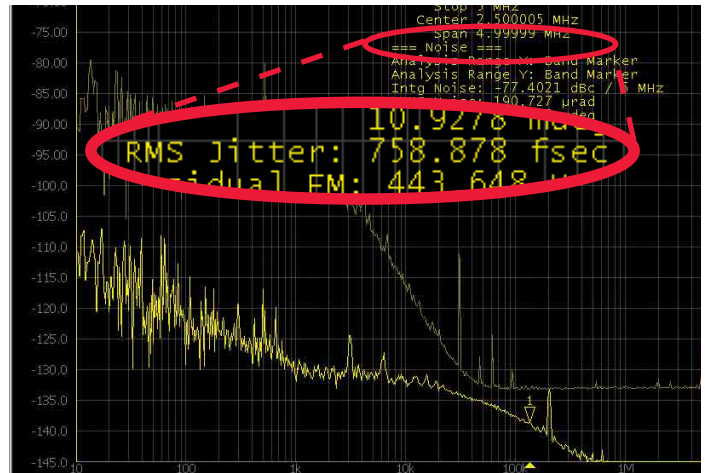


Рисунок 2. Фемтосекундный джиттер.

Обычно приборы с такими характеристиками стоят очень дорого. Но генераторы Trueform сравнимы по цене с генераторами на основе DDS.

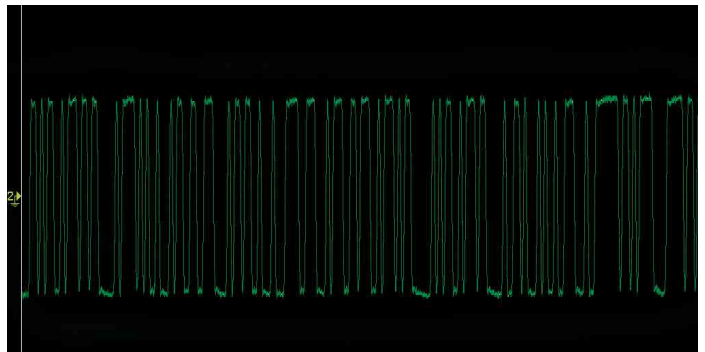


Рисунок 3. Состоящий из множества точек сигнал произвольной формы, имитирующий передачу цифровых данных.

Полезный совет

Даже если вам нужен простой генератор синусоидальной формы, прибор серии 33600A превосходно подойдет для этой роли и благодаря выдающемуся значению коэффициента гармоник (< 0,03 %) позволит вам получать сигналы исключительной чистоты.

Упрощенный импорт сигналов произвольной формы

Перенос сигнала с ПК на генератор традиционно был сложной задачей, нередко требующей от вас написания собственного программного кода или использования специального ПО. Генераторы Trueform серии 33600A обеспечивают простой и интуитивно понятный перенос файлов.

Подключите генератор к ПК с помощью USB-кабеля, а затем перетащите файлы мышью, как на обычный USB-накопитель (например флешку). Прибор будет отображаться в окне файлового менеджера ПК как стандартный накопитель, позволяя записывать и считывать данные обычным образом. Генераторы сигналов Trueform – первые приборы, которые стали предлагать такую возможность.

Формирование сигналов по множеству точек (продолжение)

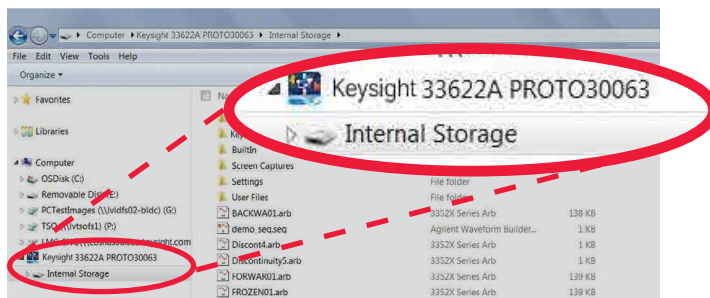


Рисунок 4. Отображение подключенного генератора 33622A в проводнике Windows Explorer.

На передней панели генератора имеется порт USB. Вы можете просто вставить свой USB-накопитель в порт генератора и перенести файлы с помощью интерфейса передней панели.

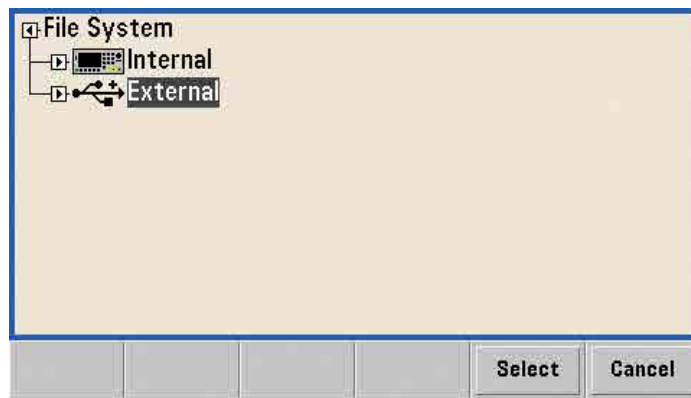


Рисунок 5. Доступ к порту USB через экранный интерфейс.

Конечно, генераторы сигналов Trueform также поддерживают традиционные методы ввода-вывода файлов. Например, для перемещения программных файлов поддерживаются команды SCPI. Кроме того, ПО BenchLink Waveform Builder Pro позволяет легко переносить файлы сигналов произвольной формы через интерфейсы USB, GPIB или LAN.



Заключение

Генераторы сигналов Trueform предлагают выдающиеся характеристики, инновационные технологии и удобство использования по конкурентоспособной цене. Более глубокая память позволяет сохранять сигналы без потери качества, а технология Trueform воспроизведёт их точно так, как вы задали. К тому же перенос файлов в генераторы Trueform стал простым, как никогда. Из предлагаемых четырех моделей вы всегда сможете выбрать наиболее подходящую вам по цене.

Дополнительная информация и видеоролик по этой теме доступны на сайте www.keysight.com/find/trueformTC

Связывание или синхронизация двух сигналов

Задачи	Чем может помочь технология Trueform:
– Сигнал с IQ-модуляцией – Подача сигнала запуска или воздействия на ИУ – Имитация сигнала дифференциальной пары – Создание связи по частоте между двумя сигналами	– Два канала – Простое связывание по частоте – Простое связывание по амплитуде – Копирование или инвертирование сигналов двух каналов

Связывание двух сигналов по фазе, амплитуде или частоте всегда было очень сложной задачей. Нужно, чтобы параметры синхронно изменялись в обоих сигналах. И хотя сами сигналы могут быть простыми, отслеживать их одновременно довольно затруднительно. Двухканальные генераторы Trueform значительно упрощают отслеживание двух сигналов. С помощью этих приборов связывание двух сигналов стало более простым и точным.

Ниже приведены примеры задач, которые можно решить с помощью расширенных возможностей связывания или синхронизации двух сигналов генераторов Trueform:

Сигнал с IQ-модуляцией

Вам необходимо сгенерировать сигнал IQ для тестирования ВЧ-компонента или системы, например преобразователей или схемы обработки сигналов. Тестирование включает в себя определение ряда параметров, таких как разбаланс усиления IQ, частотная характеристика или квадратурная ошибка. Вам хотелось бы сформировать сигнал просто и быстро, без значительных финансовых затрат, не тратя много времени на обучение работе с прибором. Двухканальные генераторы Trueform с полосой до 120 МГц могут легко имитировать сигналы I/Q благодаря встроенной функции связывания и чрезвычайно низкому уровню джиттера. Дополнительное ПО генерации сигналов I/Q для генераторов облегчает процесс моделирования и вывода сигналов.

Имитация сигнала дифференциальной пары

Подавать сигнал дифференциальной пары с генератора сигналов не очень просто. Для формирования дифференциальной пары сигналов нужно дополнительно создать комплементарный сигнал для передачи данных, который помогает подавить внешние помехи. С другой стороны, выходы генератора сигналов сконфигурированы для подачи несимметричного сигнала с общей "землей". Двухканальные генераторы Trueform можно легко сконфигурировать для подачи дифференциальной пары сигналов. В генераторах Trueform комплементарные сигналы создаются с помощью всего одной настройки. Благодаря 14-битному разрешению по амплитуде подаваемые сигналы обладают достаточной точностью для имитации реально применяемых сигналов.

Подача сигнала запуска или воздействия на ИУ

При тестировании полупроводникового прибора (например интегральной схемы приемника RFID) нужно подать сигнал запуска, инициирующий выполнение теста. Вы должны иметь возможность сгенерировать сигнал теста и запуска одновременно. Генераторы сигналов, благодаря своим возможностям регулировки амплитуды, задержки и длительности сигнала запуска, идеально подходят для решения этой задачи. Функции двухканальной синхронизации и согласования фазы в генераторах Trueform сделали подачу запускающих и воздействующих сигналов простой, как никогда.

Создание связи по частоте между двумя сигналами

Допустим, что вам нужно сгенерировать два тактовых сигнала, частота одно из которых кратна частоте другого. Вы можете сделать это с помощью двух отдельных генераторов сигналов, но если вы захотите изменить частоту, сохраняя связь между тактовыми сигналами, то вам понадобится выполнить большой объем ручной работы или программирования. С генераторами Trueform в двухканальном режиме вы можете легко сохранить связь между двумя тактовыми сигналами, значительно сэкономив время. Благодаря полосе 120 МГц генераторы Trueform можно использовать для тестирования компонентов на всех этапах проектирования и производства.

Связывание или синхронизация двух сигналов (продолжение)

Синхронизация по фазе или поддержание фазового сдвига 90° в сигналах IQ

Если требуется точная синхронизация по времени между двумя каналами, очень важно иметь возможность регулировки фазы между ними. В предыдущем примере с запускающими и воздействующими сигналами ключевым фактором являлась синхронизация по времени между этими сигналами. Если подавать с выхода обоих каналов стандартные сигналы (например синусоидальный, прямоугольный, импульсный, треугольный или псевдослучайный), то вы можете легко синхронизировать каналы, нажав кнопки **parameters**, затем **> phase >**, а затем **sync internal**. Теперь каналы будут запускаться одновременно. Чтобы получить задержки между каналами, вы можете легко изменить фазу.

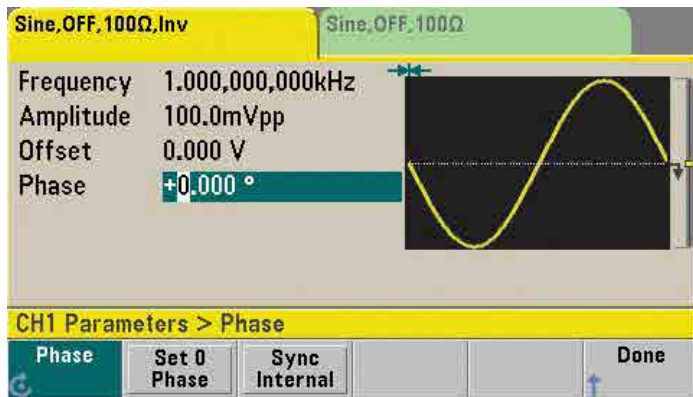


Рисунок 1. Меню внутренней синхронизации фазы генератора серии 33600A

Аналогичным образом, для пользовательских сигналов IQ вы можете поддерживать 90-градусный фазовый сдвиг между каналами I и Q. Для этого просто задайте одновременный запуск сигналов, а затем загрузите оба сигнала произвольной формы в каналы 1 и 2. И наконец, перейдите в меню **Parameters** и нажмите кнопку **SYNC ARBS** (на второй странице с кнопками).

В генераторах Trueform серии 33600A вы даже можете менять единицы измерения фазы. Для этого следует перейти в меню **units** и выбрать пункт **phase**, в котором можно выбрать в качестве единиц измерения градусы, радианы, секунды или число выборок (для сигналов произвольной формы).

Полезный совет

Опция IQP для генераторов Trueform значительно упростила формирование сигналов IQ. Эта опция воспроизведения сигналов IQ конфигурирует и контролирует оба канала, как один. Она также поддерживает фазу каждого канала в номинальном диапазоне IQ. Более подробная информация приведена в рекомендациях по применению «Генерация высококачественных IQ-сигналов» (номер документа 5991-1048EN на английском языке и 5991-1048RURU на русском языке).

Создание дифференциальных сигналов

Генераторы Trueform позволяют легко инвертировать два канала относительно друг друга для создания дифференциального сигнала. Для этого нужно воспользоваться функцией инвертированного отслеживания, которая доступна в двухканальном режиме работы генератора. В этом режиме сигнал в канале 2 будет зеркальным отображением сигнала в канале 1, то есть вы получите дифференциальный сигнал. Перейдя в этот режим, следует настроить сигнал в канале 1, который будет инвертирован в канале 2 для получения дифференциального сигнала. Более подробную информацию можно получить в брошюре «Создание дифференциального сигнала с помощью генератора» (номер документа 5991-3992EN)

Связывание по частоте и амплитуде

Связывание по частоте позволяет задать, каким образом частота одного канала зависит от частоты другого канала: через коэффициент (умножение) или сдвиг (сложение). Для перехода к этой настройке нажмите кнопку с номером над выходным разъёмом одного или другого канала. Затем нажмите **More > Dual Channel** в меню программных клавиш. Включив эту функцию и настроив сдвиг частоты или коэффициент, вы значительно сократите время настройки прибора. С генератором сигналов Trueform вам не придется каждый раз настраивать оба канала. Он будет самостоятельно отслеживать их частоты. Другим словами, изменение частоты в канале 2 повлечет изменение частоты в канале 1 для поддержания заданного сдвига или коэффициента.

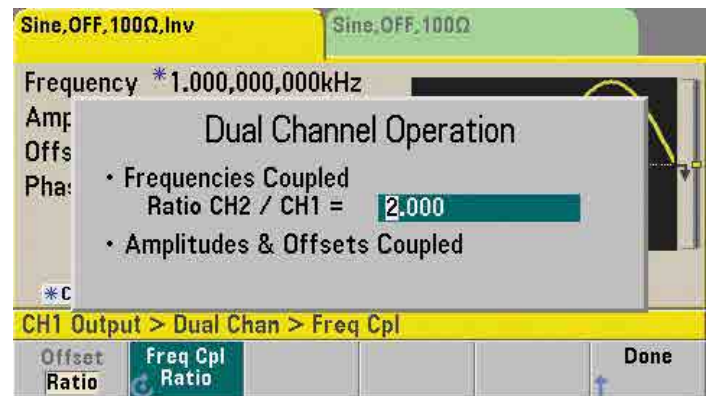


Рисунок 2. Связывание по частоте для генератора в двухканальном режиме работы

Аналогичным образом, связывание по амплитуде гарантирует, что амплитуды и смещения в обоих каналах будут одинаковы, даже если вы изменяете амплитуду только в одном канале.

Связывание или синхронизация двух сигналов (продолжение)



Заключение

Использование двухканальных генераторов Trueform значительно ускоряет имитирование сигналов. Если вам нужно создать сигнал IQ, дифференциальный сигнал или установить взаимосвязь между двумя каналами, генераторы Trueform будут идеальным решением. Благодаря им процесс генерирования сигналов будет как никогда простым, быстрым и удобным.

Дополнительная информация и видеоролик по этой теме доступны на сайте www.keysight.com/find/trueformTC

Создание псевдослучайных двоичных последовательностей (двоичных ПСП)

Задачи	Чем может помочь технология Trueform:
– Тестирование линии передачи – Акустическое тестирование – Имитация шума – Генерация воздействующего сигнала для построения глазковой диаграммы	– Встроенные функции двоичных ПСП – от PN3 до PN32 – Скорость передачи до 200 Мбит/с – Джиттер < 1 пс – Синхронизированный выход для внешнего тактирования – Связывание двух каналов

Псевдослучайные двоичные последовательности (двоичные ПСП) очень полезны при испытаниях цифровых коммуникационных устройств. Они могут быть созданы с помощью регистра сдвига с линейной обратной связью (LFSR), пример которого показан на рис. 1. Показанные на рисунке линии после ячеек 5 и 9 называются отводами. Конфигурация LFSR и его отводов определяет сигнал двоичной ПСП.

Генераторы сигналов Trueform 33600A легко формируют сигналы двоичной ПСП для широкого круга приложений. Ниже перечислены задачи, которые можно решить с помощью сигналов псевдослучайных двоичных последовательностей и технологии Trueform.

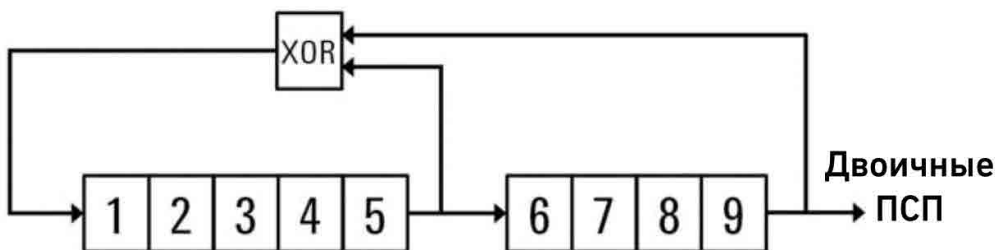


Рисунок 1. Регистр сдвига с обратной связью.

Создание псевдослучайных двоичных последовательностей (двоичных ПСП) (продолжение)

Тестирование линии передачи

При проверке целостности цифровой передающей системы нужно определить, способна ли ваша система устойчиво передавать данные с заданной скоростью. В отрасли принято использовать двоичные ПСП для проверки целостности соединения. Сигнал двоичной ПСП имеет случайные и автокорреляционные характеристики, помогающие определить качество соединения. Если в вашей разработке отсутствует источник сигнала, способный генерировать такой испытательный сигнал, вы можете купить прибор, способный имитировать нужные сигналы. Но специализированный генератор двоичных ПСП может оказаться очень дорогим. Генераторы сигналов Trueform серии 33600A вдвое дешевле специализированного генератора двоичных ПСП. Кроме того, они генерируют сигналы двоичной ПСП от PN3 до PN32 и обладают лучшими в своем классе показателями погрешности и джиттера.

Имитация шума

Если вам нужно симитировать шум в линии передачи цифровых данных, одним из способов имитации широкополосного шума является использование сигнала двоичной ПСП. Сигналы двоичной ПСП могут имитировать белый шум, длина периода последовательности N становится большой. Эти сигналы могут перекрывать различные диапазоны частот, что регулируется путем изменения длины последовательности и скорости передачи. Если вам нужно рассчитать автокорреляционные функции, то сигналы двоичной ПСП идеально подойдут для решения этой задачи благодаря своей цифровой природе. Генераторы Trueform серии 33600A упрощают подачу сигналов двоичной ПСП. Сгенерировав сигнал, вы можете изменять длину последовательности и скорость передачи для имитации шума в различных полосах.

Акустическое тестирование

Вам нужно проверить акустические свойства конструкции. Ею может быть комната, резонатор или внутреннее пространство акустической системы. Для тестирования акустики используют громкоговоритель в паре с микрофоном. Сигнал двоичной ПСП можно передать через громкоговоритель, чтобы симитировать белый шум детерминированным образом. Микрофон подключают к осциллографу, чтобы сигнал можно было отобразить на экране и определить потери в конструкции. С генератором Trueform серии 33600A формировать сигнал двоичной ПСП стало как никогда просто. Встроенная функция генерации сигналов двоичной ПСП легко доступна для настройки с передней панели, через интерфейс программирования или веб-интерфейс пользователя.

Формирование воздействующего сигнала для построения глазковой диаграммы

Одним из важнейших способов определения качества цифровой системы передачи является измерение коэффициента битовых ошибок (BER). BER вычисляется путем сравнения переданной и принятой последовательностей бит с подсчетом числа ошибок. BER – это отношение числа бит, принятых с ошибкой, к общему числу принятых бит. На эту величину влияет множество факторов, включая отношение сигнал/шум, искажения и джиттер. Использование сигнала двоичной ПСП позволяет выявлять пропущенные биты. А его случайная природа позволяет определить слабые места в вашей системе. Генераторы Trueform 33600A имеют встроенную функцию генерации двоичных ПСП, упрощающую формирование тестовых сигналов. Благодаря крайне малому джиттеру (менее 1 пс) можно легко отделить ошибки источника сигнала от ошибок при передаче.

Генерация двоичных ПСП

Серия 33600A является новейшим пополнением семейства универсальных генераторов Trueform, способным формировать как традиционные (синусоидальный, прямоугольный, треугольный, пилообразный, импульсный и произвольной формы) сигналы, а также генерировать шум и двоичные ПСП.

Сигналы двоичной ПСП генераторов серии 33600A могут иметь максимальную скорость до 200 Мбит/с и минимальную длительность положительного и отрицательного перепада 2,9 пс. Диапазон амплитуд от 1 мВ_{пик-пик} до 10 В_{пик-пик} позволяет использовать сигналы генератора для широкого круга задач.

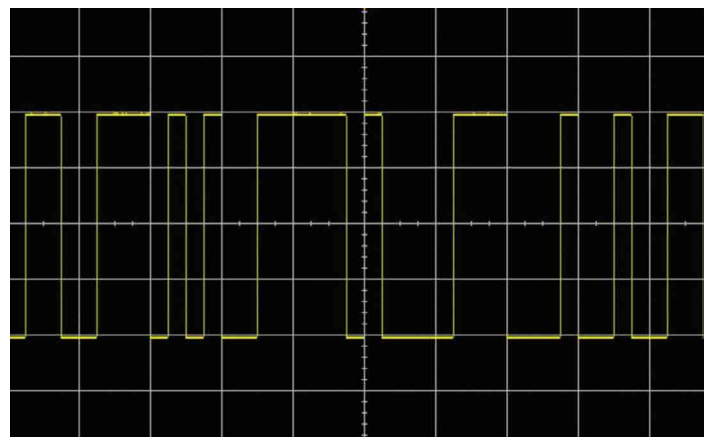


Рисунок 2. Сигнал двоичной ПСП

Создание псевдослучайных двоичных последовательностей (двоичных ПСП) (продолжение)

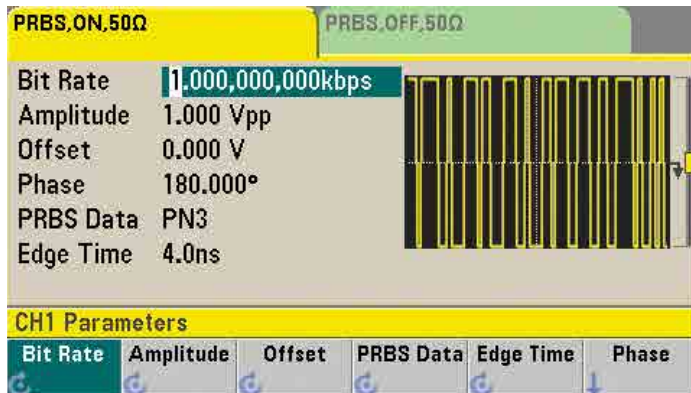


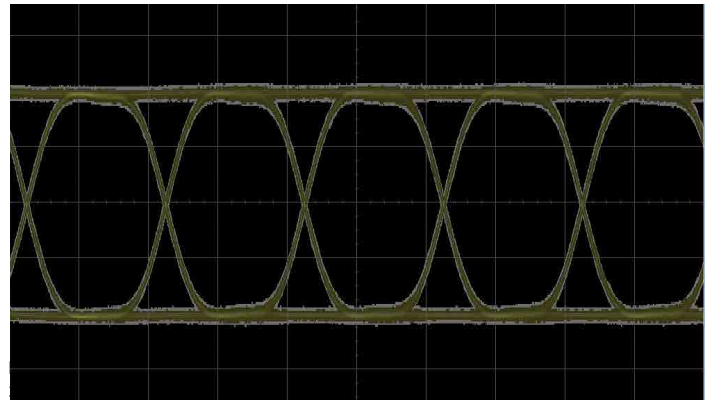
Рисунок 3. Изменение скорости передачи сигналов двоичной ПСП и полиномиальной функции.

Генераторы сигналов серии 33600A формируют сигналы двоичной ПСП, используя полиномиальные функции от 23-1 до 232-1 (или от PN3 до PN32). Сигналы соответствуют рекомендациям МККТТ (МСЭ-0), общим для тестирования цифровых линий передачи. Изменение скорости передачи и полиномиальной функции позволяет генерировать шум с различными частотным спектром. Генераторы сигналов серии 33600A имеют отдельную шумовую функцию для генерирования аналогового шума.

Для упрощения тестирования линии передачи генераторы Trueform имеют выход синхросигнала, который можно использовать как внешний источник тактовой частоты. Это особенно полезно для анализа джиттера или построения глазковых диаграмм. Всё, что требуется, – это соединить выход синхросигнала с измерительным прибором и включить этот выход.

Благодаря запатентованной технологии Trueform, серия 33600A предлагает выдающуюся стабильность сигнала с джиттером всего 1 пс, а наличие стабильного источника сигнала исключительно важно для анализа любой системы.

В двухканальных моделях серии 33600A (33612A и 33622A) также можно связать каналы для двух выходов двоичной ПСП. Для этого включите отслеживание канала, и с двух выходов будет подаваться один и тот же сигнал или дифференциальная пара сигналов. В генераторах Trueform также легко связать каналы по амплитуде или битовой скорости передачи. Например, вы можете связать два канала так, чтобы амплитуда в канале 2 была вдвое больше амплитуды в канале 1. Изменение амплитуды в одном канале будет приводить к вдвое большему изменению амплитуды в другом.



Заключение

Сигналы двоичной ПСП широко используются в отрасли для тестирования цифровых передающих систем. Приборы Trueform серии 33600A могут генерировать сигналы двоичной ПСП с битовой скоростью до 200 Мбит/с. Передавая близкий к случайному поток битов через цифровые каналы, вы можете имитировать множество условий для выявления недостатков. Другими полезными особенностями генераторов серии 33600A, облегчающими формирование сигнала двоичной ПСП, являются малый джиттер (менее 1 пс), выход синхросигнала и функция отслеживания двух каналов.

Дополнительная информация и видеоролик по этой теме доступны на сайте www.keysight.com/find/trueformTC

Создание дифференциальных сигналов

Задачи	Чем может помочь технология Trueform
– Имитация выходного сигнала интегральной схемы – Имитация выходного сигнала для симметричной витой пары – Имитация биомедицинского сигнала – Генерация воздействующего сигнала LVDS	– Два канала – Связывание по амплитуде или частоте – Одинаковые или инвертированные сигналы в двух каналах – Несвязанные с землей выходы до 42 В – Выходное напряжение от 1 мВ до 10 В_{пик-пик}

Дифференциальные сигналы имеют много преимуществ над несимметричными, а именно: меньшее число временных ошибок, более хорошее отношение сигнал/шум и более хорошая стойкость к электромагнитным помехам. Однако создавать дифференциальные сигналы с помощью генераторов сигналов Keysight предыдущего поколения с несимметричными выходами было или очень сложно, или вообще невозможно. С генераторами Trueform эта задача решается значительно проще и дешевле.

Ниже приведены примеры задач, которые можно решить с помощью дифференциальных сигналов, сформированных генераторами Trueform.

Имитация выходного сигнала интегральной схемы

Испытательные сигналы используются для проверки спроектированных схем. Генератор сигналов – это первое, что понадобится для тестирования аналоговых и цифровых схем или воспроизведения выходного сигнала разрабатываемой интегральной схемы. Использование генератора для создания дифференциального сигнала также поможет вам получить дополнительную информацию. Двухканальные приборы Trueform могут имитировать нужные вам испытательные сигналы, в том числе дифференциальные. Вы можете захватить сигналы осциллографом, а затем воспользоваться генератором Trueform для точного воспроизведения формы этого сигнала в дифференциальном виде. В отличие от генераторов на основе DDS, генераторы Trueform создают сигналы произвольной формы, не пропуская и не добавляя точки.

Имитация биомедицинского сигнала

Для имитации биомедицинского сигнала, например пульса, в ходе испытаний разрабатываемых устройств нужно использовать гальванически развязанный дифференциальный сигнал с небольшой амплитудой. Двухканальные генераторы Trueform могут создавать низкоуровневые дифференциальные сигналы без использования внешнего аттенюатора. Минимальный выходной уровень составляет 1 мВ_{пик-пик}. Во встроенной библиотеке сигналов произвольной формы генератора также содержится стандартный кардиосигнал. Используя генераторы Trueform серии 33600A, вы не только упрощаете процесс разработки, но и можете более точно создавать универсальные испытательные сигналы.

Имитация выходного сигнала для симметричной витой пары

Вам нужно симитировать дифференциальный сигнал симметричной витой пары. Дифференциальные сигналы витой пары должны быть равными по амплитуде, иметь противоположную полярность и быть жестко синхронизированы по времени. Для инженера важно, чтобы имитация была точной, время расходовалось эффективно, а финансовые затраты были минимальными. Благодаря универсальности генераторов сигналов Trueform все эти требования теперь выполнимы. Двухканальные модели облегчают создание дифференциальных сигналов витой пары, а программные инструменты генерации сигналов произвольной формы значительно сокращают время разработки. Кроме того, задав соответствующую настройку полного сопротивления нагрузки на генераторе, вы можете согласовать выход прибора с сопротивлением цепи нагрузки и получить правильную амплитуду сигнала.

Формирование воздействующего сигнала LVDS

Вам нужно сгенерировать испытательный сигнал низковольтной дифференциальной передачи данных? Такой сигнал обычно представляет собой импульсы тока 3,5 мА, подаваемые на нагрузку 100-120 Ом. Генераторы сигналов Trueform позволяют имитировать сигналы LVDS, хотя обычно такие приборы подают сигналы напряжения. Всё, что нужно сделать, – изменить настройку нагрузки генератора в соответствии с полным сопротивлением вашей нагрузки. С полосой выходных частот до 120 МГц и диапазоном настройки выходного напряжения от 1 мВ до 20 В_{пик-пик} (для высокоимпедансной нагрузки), генераторы Trueform идеально подходят для воспроизведения всех нужных вам сигналов.

Создание дифференциального сигнала (продолжение)

Создание дифференциальных сигналов

Говоря простым языком, один дифференциальный сигнал состоит из пары взаимно инвертированных сигналов, передаваемых по отдельным линиям. При этом потенциал одной линии относительно другой получается выше, чем потенциал каждой из них относительно земли. Выходы двухканальных генераторов Trueform имеют гальваническую развязку. Чтобы объединить два канала в дифференциальную пару, следует соединить общие проводники (корпуса разъемов) обоих каналов. Центральный (сигнальный) контакт одного канала используется как линия "+" дифференциального сигнала, а центральный контакт другого канала – как линия "-". Чтобы обеспечить дополнительное экранирование или соединение с землей, можно соединить корпуса разъемов с экраном кабеля.

Двухканальные генераторы Trueform серий 33500B и 33600A легко инвертируют один сигнал относительно другого для создания дифференциальной пары. Для этого нужно просто воспользоваться функцией инвертированного отслеживания, которая доступна в двухканальном режиме работы генератора. Этот режим можно активировать через меню Output (выход) для канала 1 или канала 2.

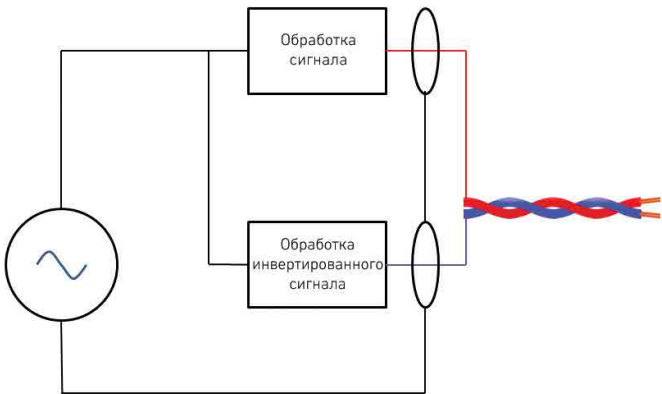


Рисунок 1. Структурная схема формирования дифференциального сигнала

В режиме инвертированного отслеживания сигнал в канале 2 будет зеркальным отображением сигнала в канале 1, то есть вы получите нужный дифференциальный сигнал. Включив этот режим, следует задать сигнал только для канала 1. Он затем будет автоматически инвертирован в канале 2 для создания дифференциального сигнала.

Таблица 1. Двухканальные генераторы Trueform33500B/33600A

Серия 33500B Двухканальные модели	Серия 33500A Двухканальные модели
33510B (20 МГц)	33612A (80 МГц, произвольн.)
33512B (20 МГц, произвольн.)	33622A (120 МГц, произвольн.)
33520B (30 МГц)	
33522B (30 МГц, произвольн.)	



Рисунок 2. Меню отслеживания канала.

Полезный совет

Не забывайте задать полное сопротивление нагрузки для выходных каналов. Это нужно, чтобы генератор точно установил выходное напряжение в соответствии с полным сопротивлением вашей нагрузки. Чтобы ввести его значение, перейдите в меню **Channel 1 > Output Load**.

Воспроизведение дифференциальных сигналов от разрабатываемого устройства

Воспроизведение реального сигнала от разрабатываемого устройства поможет вам оптимизировать измерительную схему. Использование для этой цели генераторов Trueform сулит ряд важных преимуществ, таких как возможность изменения частоты, амплитуды и смещения в сигналах. Генераторы Trueform способны воспроизвести сигналы произвольной формы так, что будут переданы даже глитчи от разработанной вами схемы.

Для воспроизведения сигнала его сначала следует захватить на осциллографе с функцией сохранения осциллограмм. Генераторы Trueform серии 33600A воспроизводят сигналы с разрешением 1 Гвыб/с. Современные осциллографы Keysight могут сохранять осциллограмму сигнала в файл .csv. Сохраненный файл можно перенести в генератор серии 33600A с помощью съемного USB-накопителя или просто перетащить его мышью, подключив генератор Trueform кабелем USB. Затем вы можете импортировать данные с использованием меню **Waveforms > Arbs**. Для дифференциального сигнала данные будут представлять собой одноканальный сигнал произвольной формы. Описанный выше процесс можно затем использовать для подачи дифференциального сигнала.

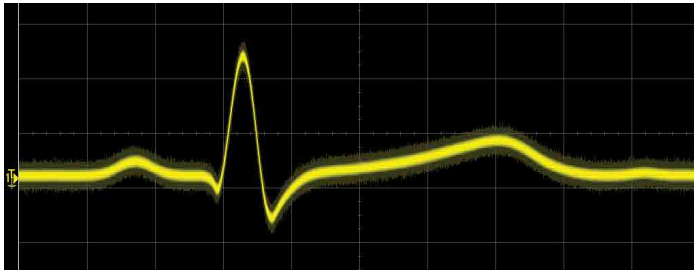


Рисунок 3. Воспроизведение реального сигнала разрабатываемой схемы

Создание дифференциального сигнала (продолжение)

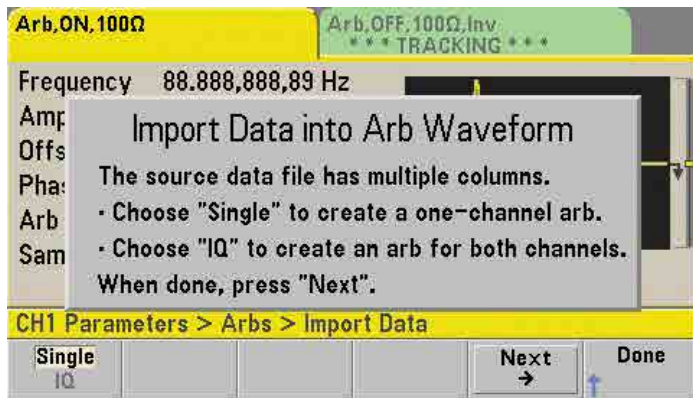


Рисунок 4. Импорт данных в файл сигнала произвольной формы

Полезный совет

Вы можете напрямую выводить файлы осциллограмм из осциллографа, изменив их расширение с .csv на .dat. Генераторы Trueform распознают файлы .dat как файлы сигналов произвольной формы, не используя процедуру импорта данных.

Полезный совет

Если вы хотите создать сигнал, воспользуйтесь ПО BenchLink Waveform Builder Pro компании Keysight. Для получения дополнительной информации об этом ПО перейдите по ссылке www.keysight.com/find/33503.

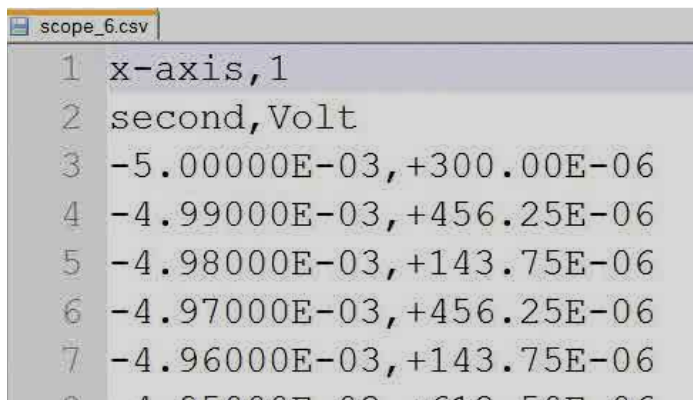


Рисунок 5. Сохранение сигнала в файл .csv



Заключение

Имитация дифференциальных сигналов значительно упрощается при использовании генераторов Trueform. Нужный сигнал можно захватить осциллографом, загрузить его в генератор Trueform, а затем воспроизвести. Эта процедура обеспечивает большую гибкость генерирования сигналов.

Дополнительная информация и видеоролик по этой теме доступны на сайте www.keysight.com/find/trueformTC.



Дополнительная информация и видеоролики по этой теме доступны по ссылке www.keysight.com/find/trueformTC

Дополнительную информацию о генераторах Trueform 33600A можно получить по ссылке www.keysight.com/find/function-generators

myKeysight

myKeysight

www.keysight.com/find/mykeysight

Индивидуальная подборка наиболее важной для вас информации.

http://www.keysight.com/find/emt_product_registration

Зарегистрировав свои приборы, вы получите доступ к информации о состоянии гарантии и уведомления о выходе новых публикаций по приборам.

KEYSIGHT SERVICES
Accelerate Technology Adoption.
Lower costs.

Услуги ЦСМ Keysight

www.keysight.com/find/service

Центр сервиса и метрологии Keysight готов предложить вам свою помощь на любой стадии эксплуатации средств измерений – от планирования и приобретения новых приборов до модернизации устаревшего оборудования. Широкий спектр услуг ЦСМ Keysight включает услуги по поверке и калибровке СИ, ремонту приборов и модернизации устаревшего оборудования, решения для управления парком приборов, консалтинг, обучение и многое другое, что поможет вам повысить качество ваших разработок и снизить затраты.



Планы технической поддержки Keysight

www.keysight.com/find/AssurancePlans

ЦСМ Keysight предлагает разнообразные планы технической поддержки, которые гарантируют, что ваше оборудование будет работать в соответствии с заявленной производителем спецификацией, а вы будете уверены в точности своих измерений.

Торговые партнеры

Keysight www.keysight.com/find/channelpartners

Получите лучшее из двух миров: глубокие профессиональные знания в области измерений и широкий ассортимент решений компании Keysight в сочетании с удобствами, предоставляемыми торговыми партнерами.

www.keysight.com/find/trueformTC

www.keysight.com/find/33600A

Для получения дополнительных сведений о продукции, приложениях и услугах Keysight Technologies обратитесь в местное представительство компании Keysight. Полный перечень представительств приведен на сайте:

www.keysight.com/find/contactus

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-9-7-17)



www.keysight.com/go/quality

Система управления качеством Keysight Technologies, Inc. сертифицирована DEKRA по ISO 9001:2015