

Программируемые кварцевые генераторы. Джиттер.

Введение.

Термин «тактовый джиттер» стал популярным в течение последних нескольких лет как термин, определяющий кратковременную нестабильность источников частоты. Кварцевый тактовый генератор является сердцем любой цифровой системы связи. Чрезмерный тактовый джиттер может увеличить битовый показатель ошибки (bit error rate BER) в коммуникационных системах. Кратковременная нестабильность любой системы цифровой связи определяется в основном кварцевым генератором, все остальные обработки сигналов процессором только ухудшают кратковременную нестабильность. Обычно, кратковременная нестабильность тактовых кварцевых генераторов составляет около 10 % от общей величины джиттера системы.

Частотная нестабильность тактовых кварцевых генераторов – это непреднамеренная модуляция генерированного сигнала. Непреднамеренная (случайная) модуляция является следствием шума каскада генератора, буферных каскадов, шума кварца и шума источников питания. Тактовая частота может изменяться в пределах ширины резонансного промежутка кварцевого резонатора в генераторе. Ширина резонансного промежутка кварцевого резонатора чрезвычайно узкая, тем не менее, частота генерации кварцевого генератора имеет некоторую нестабильность.

Кратковременная частотная нестабильность измеряется и выражается различными способами. В частотной области вблизи основной частоты при отстройке кратковременная нестабильность определяется как фазовый шум и измеряется на анализаторе спектра в дБ/Гц. Во временном интервале определяется как изменение выходной частоты к номинальной частоте за определенное время измерения (вариация Алана). Дополнительно, частотный джиттер может измеряться осциллографом, позволяющим фиксировать очень малые изменения в пикосекундах. В данной статье описывается методика и оборудование для измерения частотного джиттера и результаты этих измерений.

Измерение частотного джиттера.

Наблюдая выходной сигнал на экране осциллографа (рис.1) и, измеряя величину изменения периода сигнала за доли секунды, вычисляем тактовый джиттер. Определяем как отношение переходных выходных характеристик по сравнению с идеальной формой и позицией.

Измерения могут быть проведены различными путями.

Периодический джиттер – это самый популярный способ измерения. Измеряют различия в течение периода между последовательными несмежными фронтами импульса. В данной работе при измерении используется этот метод.

Циклический джиттер. Определяется как отклонение периода тактового выходного сигнала от одного цикла к следующему.

Проектные соображения.

Системный разработчик должен рассматривать несколько показателей при использовании кварцевых тактовых генераторов в цепях, которые чувствительны к тактовому джиттеру. Существует два типа джиттера в тактовом сигнале. Один тип – произвольный случайный джиттер, а другой тип – джиттер, вызванный не случайными процессами. Произвольный внутренний шум и внутренняя модуляция вызваны сгенерированными случайно внутренними частотами – это ответственность изготовителя генераторов.

Произвольный шум и случайные частоты присутствуют на заземлении системного оборудования и в источниках питания, они должны быть минимизированы изготовителями систем и блоков оборудования.

JITTER MEASUREMENT BLOCK DIAGRAM

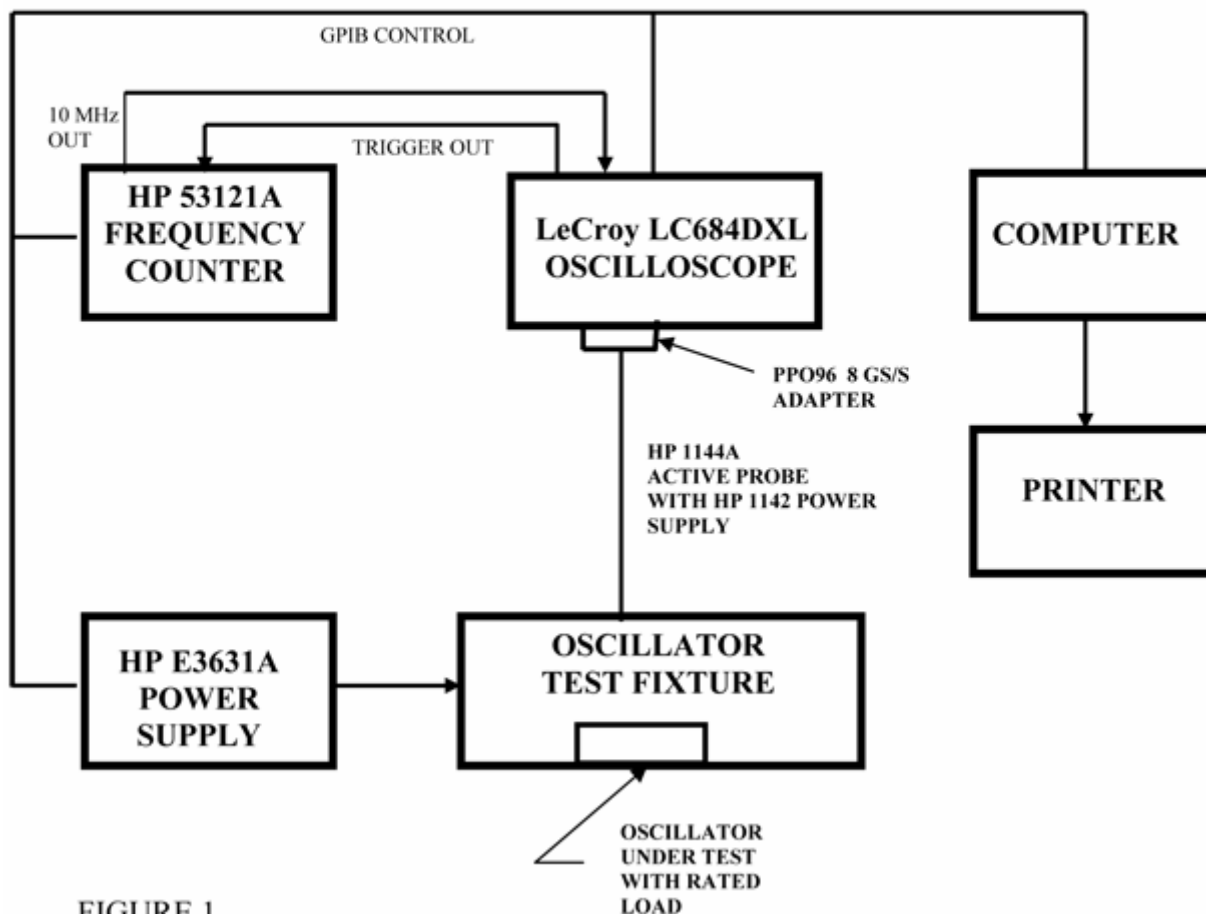


FIGURE 1

Несколько существенных особенностей конструкции могут значительно снизить шумы, которые модулируются в тактовом генераторе.

1. Надежно заземлить как можно ближе к земляной шине генератор, чтобы предохраниться от скачков напряжения и случайной генерации.
2. Генераторы с частотой свыше 100 МГц и длительностью фронта/спада импульса в 1 наносекунду и менее, генерируют дополнительные нечетные гармоники в сверхвысокочастотном диапазоне. Энергия ВЧ и СВЧ излучений не должна наводиться на генераторы. Рекомендуется для отвода ВЧ и СВЧ наводок на шине питания генератора ставить параллельно фильтрующие две емкости номиналом 4,7 мкФ и 0,01 мкФ.
3. Сигнальные линии от генератора к нагрузке должны быть минимально короткие и иметь малую индуктивность. Если имеется индуктивность, то это вызовет звон формы выходного сигнала из-за паразитной монтажной емкости.
4. Источник питания не должен иметь системных ложных сигналов, пульсаций и шумового напряжения при регулировании.

5. Необходима уверенность, что тактирование идет правильно, и ложные сигналы не должны отражаться на тактовом выходе генератора. Форма выходного тактового импульса должна иметь ровные и чистые фронты нарастания и спада импульса.

Оборудование и методика измерения джиттера.

При измерении джиттера должно быть учтено несколько факторов.

1. Использование высококачественного широкополосного осциллографа с программным обеспечением для анализа высокочастотного тактового джиттера.
2. Использование частоты дискретизации осциллографа 8 Гигавыборок в секунду для захвата множества образцов фронтов подаваемого сигнала.
3. Использовать большое количество измеряемых образцов генераторов (больше чем 25 тыс.) для измерений сигмы полного размаха (peak to peak), принимающей значение +/- 4.
4. Использование хорошо разработанных тестовых пробников с соответствующей нагрузкой, чтобы сохранить чистоту фронтов тактового сигнала.
5. При испытании кварцевого генератора нужно применять источник питания с низким уровнем шума. Рекомендуется использовать конденсатор емкостью 4,7 мкФ параллельно с 0,01 мкФ на шине питания генератора.

Результаты измерения джиттера программируемых генераторов

Типовая осциллограмма измерения джиттера показана на (рис.2.) Здесь представлено нормальное распределение Гаусса для случайного джиттера. В этих условиях значение сигмы это среднеквадратическое отклонение нормального распределения (RMS) джиттера, и диапазоном (range) джиттера является полный размах (peak to peak).

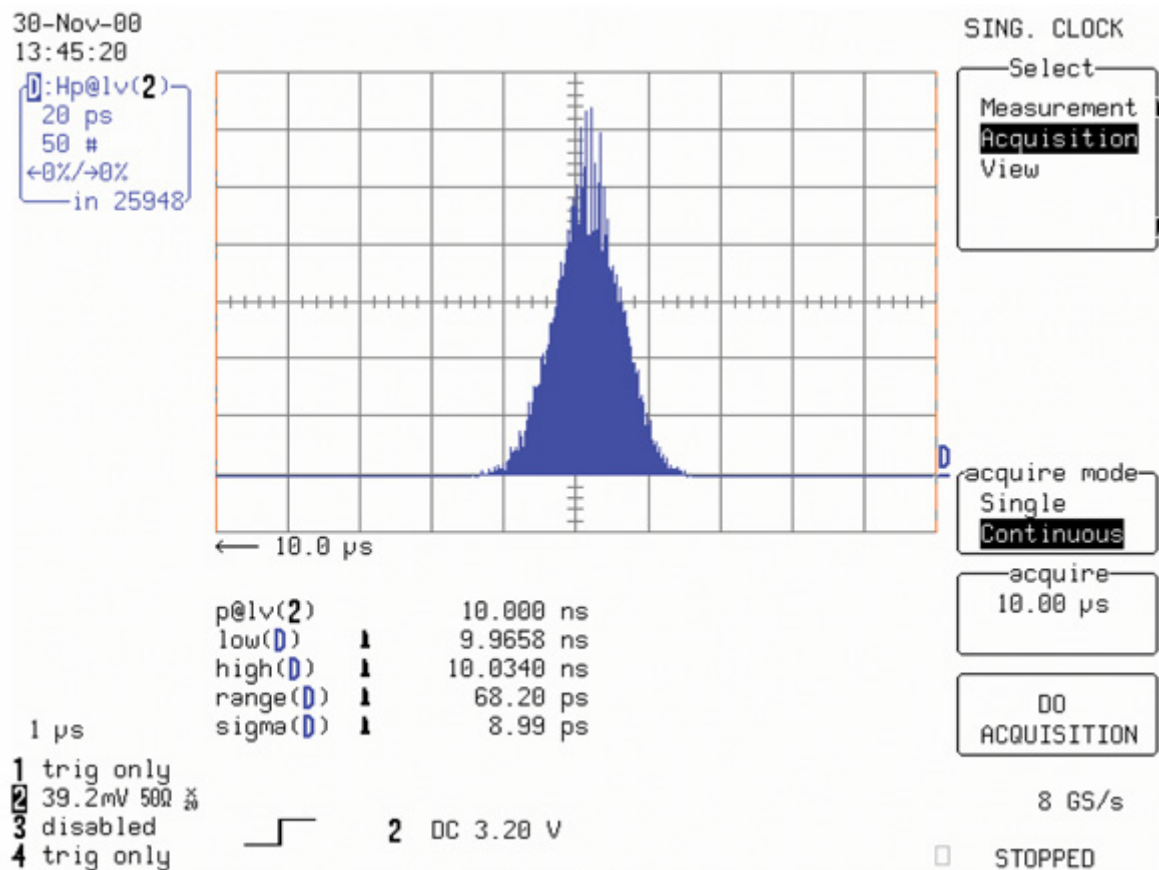


FIGURE 2

RMS JITTER MEASUREMENT RESULTS

PROGRAMMABLE OSCILLATORS

CARDINAL COMPONENTS MODEL CPPC SERIES COMPARED TO COMPETITION PROGRAMMABLE OSCILLATORS

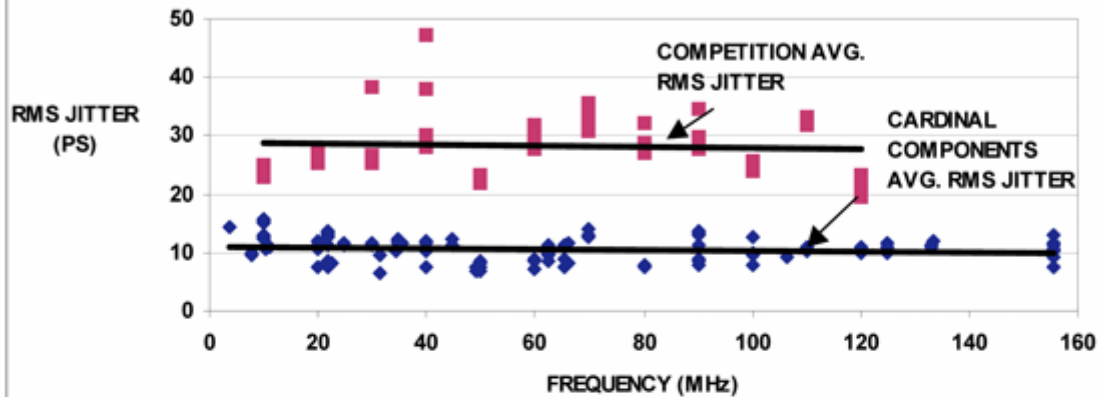


FIGURE 3

PEAK-TO-PEAK JITTER RESULTS

PROGRAMMABLE OSCILLATORS

CARDINAL COMPONENTS MODEL CPPC SERIES COMPARED TO COMPETITION PROGRAMMABLE OSCILLATORS

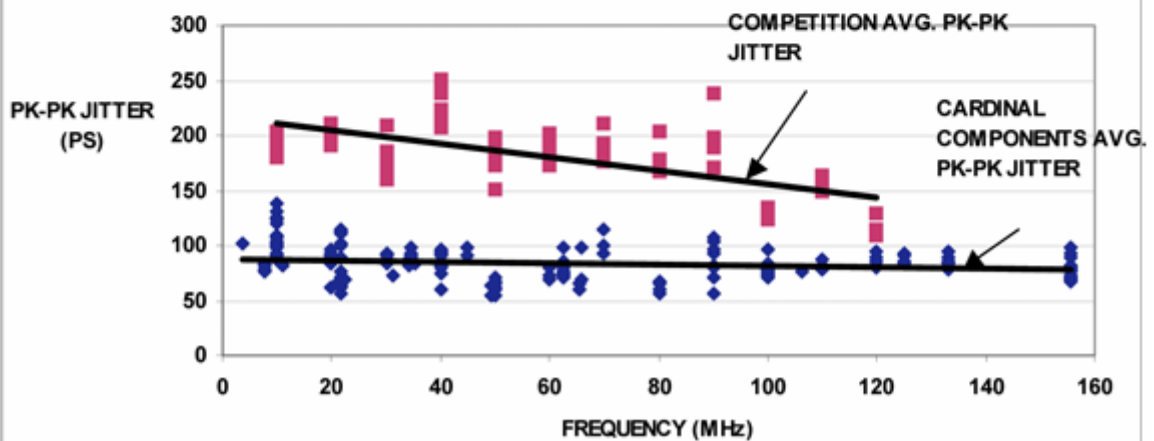


FIGURE 4

На рис.3 показан RMS джиттер, а на рис 4 показан полный размах джиттера изделий серии ССРС, производства Cardinal Components по сравнению с программируемыми генераторами конкурентов.

На графике представлена совокупность данных 176 образцов Cardinal Components и 60 образцов других производителей. Протестированные образцы генераторов были изготовлены в различных корпусах DIL-14, DIL-8, SMD корпусах 7x5 мм, с различным напряжением питания (3.3 В и 5.0В) в широком диапазоне частот от 3.74 МГц до 155.520 МГц.

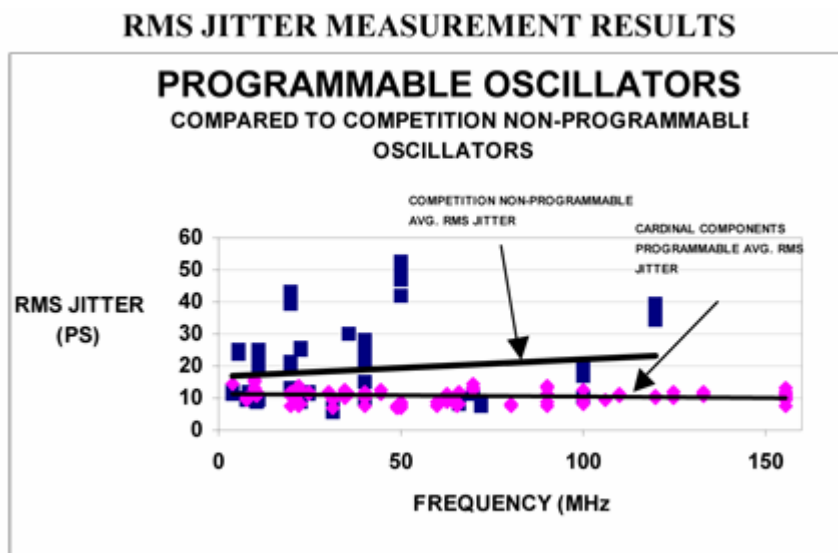


FIGURE 5

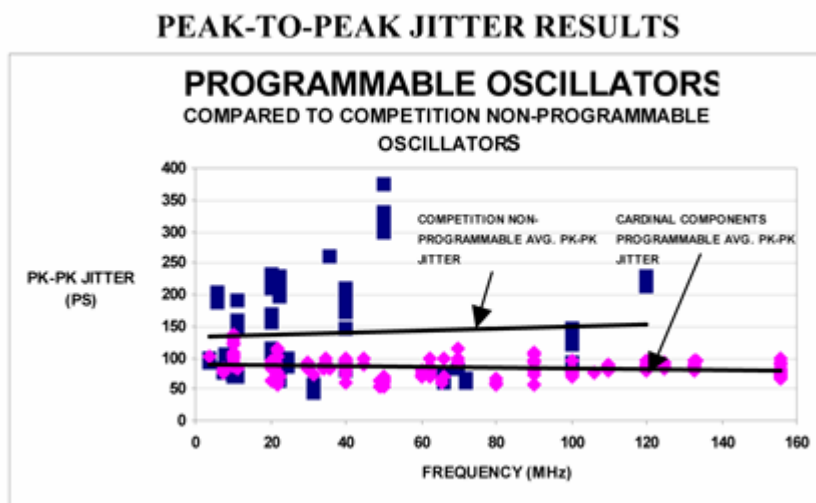


FIGURE 6

На рис.5 показан RMS джиттер, а на рис 6 показан полный размах джиттера (peak to peak) программируемых кварцевых генераторов серии ССРС, производства Cardinal Components по сравнению с непрограммируемыми генераторами конкурентов.

На графике представлена совокупность данных 176 образцов программируемых генераторов производства Cardinal Components и 82 образцов непрограммируемых кварцевых генераторов 9 различных других производителей. Протестированные образцы генераторов были изготовлены в различных корпусах DIL-14, DIL-8, SMD корпусах 7x5 мм, с различным напряжением питания (3.3 В и 5.0В) в широком диапазоне частот от 3.74 МГц до 155.520 МГц.

Вывод и итоги

За последние годы несколько производителей разработали программируемые генераторы. Но с этими генераторами были проблемы, так как величина частотного джиттера была достаточно большой. Много разработчиков системной аппаратуры не могли использовать программируемые кварцевые генераторы из-за их плохой кратковременной частотной нестабильности. Тем не менее, рынок испытывал потребность в стабильных программируемых кварцевых генераторах.

Представленные в данной работе экспериментальные данные убедительно доказывают, что новые программируемые генераторы, разработанные фирмой Cardinal Components, не только превосходят программируемые генераторы других изготовителей по такому важному параметру как кратковременная частотная нестабильность (джиттер). Программируемые генераторы, разработанные фирмой Cardinal Components сравнимы или даже лучше по этому показателю непрограммируемых кварцевых генераторов (изготовленных на дискретные частоты, используя фундаментальную частоту или гармоники кварца) в широком частотном диапазоне.