

Двухчастотные генераторы серии DGSR для измерения интермодуляционных искажений

Виктор Безруков, Владимир Алексеенков (Московская обл.)

Радиотракты с высокой степенью линейности – на уровне 100 дБ – требуют измерительных средств, для контроля. В статье описаны двухчастотные генераторы серии DGSR с динамическим диапазоном более 100 дБс, предназначенные для измерения интермодуляционных искажений элементов радиотракта.

ПАРАМЕТРЫ НЕЛИНЕЙНОСТИ РАДИОТРАКТА

Для описания нелинейных искажений устройств широкого диапазона применения производители наиболее часто используют следующие величины:

- P1dB (1dB compression point) – выходная мощность устройства при компрессии усиления на 1 дБ; точка передаточной характеристики $P_{\text{вых}} = f(P_{\text{вх}})$, в которой выходной сигнал уменьшается на 1 дБ относительно идеальной характеристики (см. рис. 1);
- IMD (intermodulation distortion) – интермодуляционные искажения для заданного выходного уровня

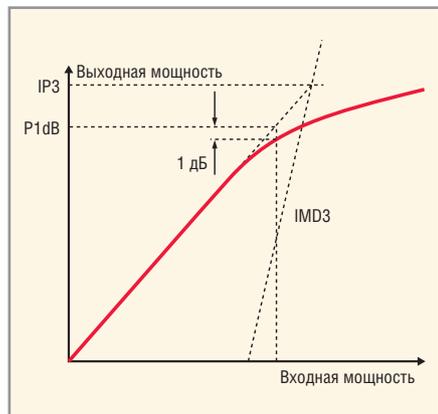


Рис. 1. Точка компрессии P1dB и точка пересечения 3-го порядка IP3

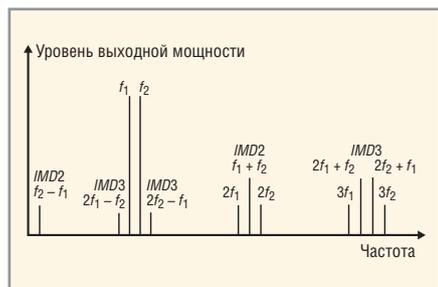


Рис. 2. Интермодуляционные искажения 2-го и 3-го порядка

мощности. Обычно измеряют двухтональные искажения, подавая на вход устройства два чистых синусоидальных сигнала с близкими частотами (обычно с разницей в 1 МГц). На выходе устройства можно наблюдать результат искажения этих сигналов (см. рис. 2). Значение IMD выражается в децибелах относительно уровня любой из двух тестовых частот (дБс) и, как правило, относится к составляющим третьего порядка $2f_2 - f_1$ и $2f_1 - f_2$, т.к. их трудно отфильтровать из-за близкого расположения к исходным сигналам f_1 и f_2 ;

- IMD2 – интермодуляционные искажения 2-го порядка $-f_2 - f_1, 2f_1, f_1 + f_2, 2f_2$;



Рис. 3. Конструкция двухчастотного генератора типа DGSR2300M2700N

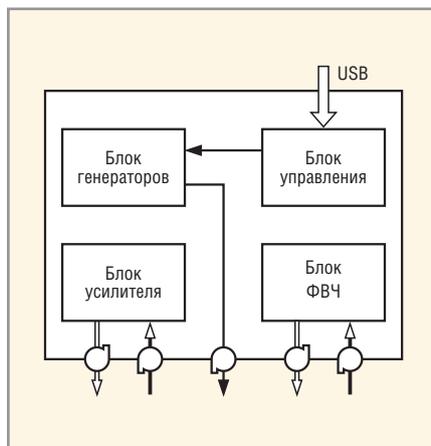


Рис. 4. Структурная схема двухчастотного генератора типа DGSR2300M2700N

- IMD3 – интермодуляционные искажения 3-го порядка $-2f_1 - f_2, 2f_2 - f_1, 3f_1, 2f_1 + f_2, 2f_2 + f_1, 3f_2$;
- IP3 – точка пересечения 3-го порядка (см. рис. 1) – точка пересечения линейного графика зависимости выходной мощности от входной и графика зависимости IMD3 от входной мощности. Данная характеристика носит оценочный характер, позволяя делать неплохие оценки в отношении линейности.

Для устройств с повышенными требованиями к линейности используется такая характеристика, как SFDR (spurious free dynamic range, динамический диапазон, свободный от гармоник) – отношение среднеквадратичного значения амплитуды сигнала к среднеквадратичному значению пикового побочного спектрального состава в заданной полосе частот и измеряемого в дБс [1].

Для измерения P1dB, IMD, SFDR нужно иметь источник сигнала с искажениями значительно меньшими, чем требуется от разрабатываемого изделия. В [3] описаны двухчастотные генераторы DGS, измерение их характеристик. Здесь описаны генераторы DGSR, являющиеся развитием серии DGS в направлении увеличения их функциональности и расширения частотного диапазона.

Генераторы выпускаются с 20-% (относительно центральной частоты) перестройкой частот (для каждой литеры) и в целом охватывают диапазон частот от 40 до 6000 МГц. В обозначении генераторов первое число обозначает нижнюю, а второе – верхнюю границу перестройки частоты. Например, генератор на диапазон частот от 2300 до 2700 МГц обозначается как DGSR2300M2700N.

ОПИСАНИЕ ГЕНЕРАТОРА DGSR2300M2700N

Приведём краткое описание и параметры генератора типа DGSR. Конструкция генератора показана на рисунке 3, а структурная схема – на рисунке 4. Корпус генератора металлический с двойным экраном. Пита-

ние на генератор подаётся от персонального компьютера через USB-разъём; СВЧ-разъёмы – типа N или SMA.

Функционально генератор состоит из четырёх блоков, как показано на рисунке 4. Блок генераторов имеет два независимых канала формирования частоты. Источники сигналов – микросхемы PLL с высокостабильными кварцевыми резонаторами, что обеспечивает точность установки частоты не более $0,5 \times 10^{-6}$ с шагом 1 МГц. Уровень фазового шума при отстройке на 10 кГц не превышает –90 дБс. Сигналы генераторов далее усиливаются, фильтруются и объединяются на одном выходе. В результате на выходе DGSR – чистый двухчастотный сигнал с уровнем гармонических составляющих каждого из сигналов не более –100 дБс и уровнем IMD3 не более –100 дБс. В тракте каждого сигнала – аттенюатор, позволяющий устанавливать его выходную мощность в пределах от –30 дБм до 1 дБм с шагом 0,5 дБ, и амплитудный модулятор с регулируемой частотой.

Порядок работы с генератором DGSR иллюстрирует окно интерфейса (см. рис. 5). Блок управления позволяет управлять всеми функциями генератора от персонального компьютера под ОС Windows через USB-порт:

- включать и выключать сигналы генераторов;
- устанавливать частоты сигналов;
- включать, выключать и устанавливать частоту модуляции сигналов;
- устанавливать уровень выходной мощности сигналов.

В корпусе генератора DGSR также размещены, с отдельными входным и выходным разъёмами каждый, усилитель мощности, позволяющий увеличить выходную мощность до 100 мВт и блок фильтра верхних частот (ФВЧ); ФВЧ подавляет сигналы DGSR на 40 дБ, а его полоса пропускания включает частоты, соответствующие нелинейным искажениям этих сигналов второго порядка и выше. Это даёт снижение собственных гармонических искажений анализатора спектра, поскольку основные сигналы DGSR на его входе уменьшены на 40 дБ. Результат – возможность измерения нелинейных искажений сигналов самого генератора и увеличения динамического диапазона измерений нелинейных искажений широкополосных устройств однотонным сигналом.

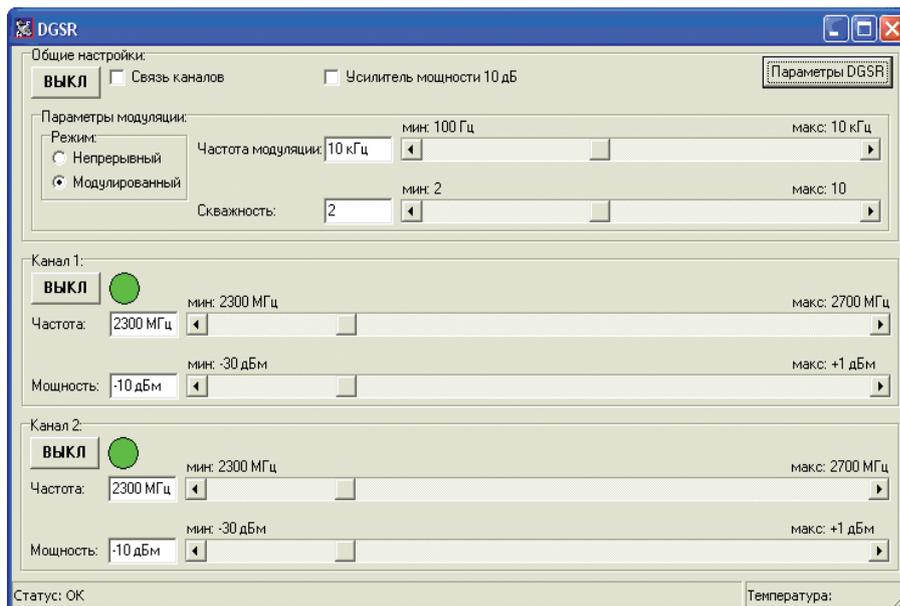


Рис. 5. Окно интерфейса генератора серии DGSR

Процедура и результаты подобных измерений приведена в [3].

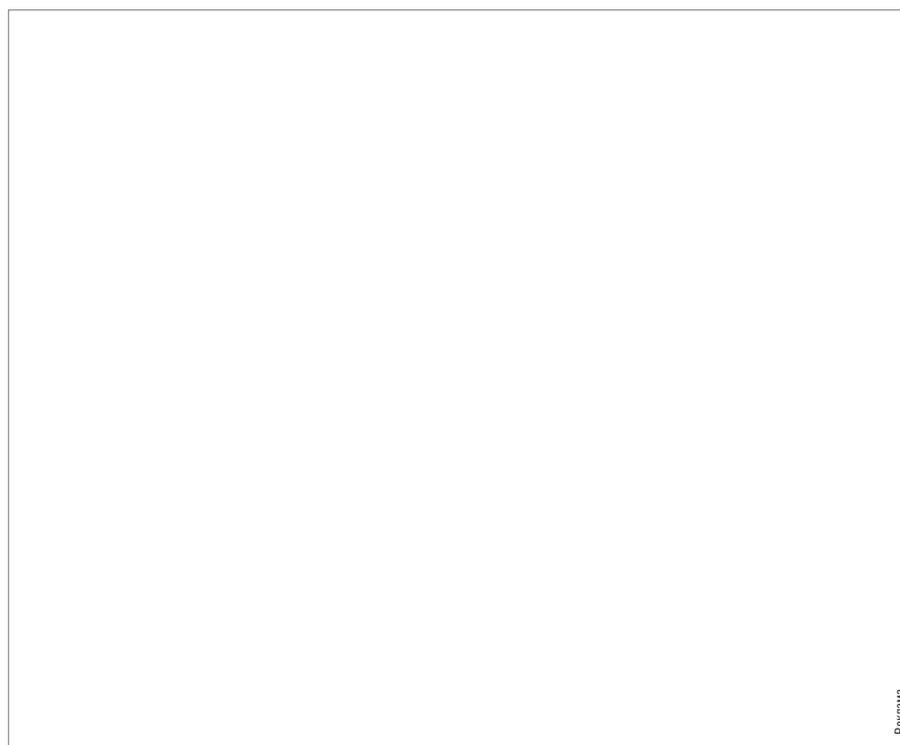
В корпусе генератора DGSR кроме ФВЧ установлен усилитель мощности, также с отдельными входным и выходным разъёмами, который позволяет увеличить выходную мощность до 100 мВт.

В заключение следует отметить, что приводимые производителями данные на составляющие тракт компоненты в отношении нелинейных искажений чаще всего могут дать только приближённые оценки ожидаемых результатов. Переходы от этих данных к конкретным приложениям часто затруднительны и не дают достаточно точных результа-

тов. Генераторы серии DGSR позволяют производить измерение нелинейных искажений радиочастотных трактов с динамическим диапазоном, обеспечивающим все возможные приложения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аналого-цифровое преобразование. Под ред. У. Кестера. Техносфера, 2007.
2. Лаборатория широкополосных сигналов, ООО «Деловой Прогресс», www.wbsl.ru.
3. Двухчастотные генераторы сигналов для испытаний устройств с высоким динамическим диапазоном по интермодуляционным искажениям. Современная электроника, 2009. № 5.



Реклама