

Формирователи сверхширокополосных сигналов

В научно-исследовательском отделе №33 Московского Технического Университета Связи и Информатики (МТУСИ) разработаны формирователи сверхширокополосных сигналов (ФСШС). Структурная схема ФСШС приведена на рис. 1.



Рис. 1. Структурная схема ФСШС.

Основой формирователя является двухканальный цифровой вычислительный синтезатор (ЦВС) 1508ПЛ8Т разработки ГУП НПЦ «Элвис» и МТУСИ. Для программирования микросхемы цифрового вычислительного синтезатора и управления режимами работы ФСШС используется микроконтроллер с тактовой частотой 100 МГц. Микроконтроллер принимает управляющие сигналы, определяющие режим работы устройства по шине SPI и на их основе рассчитывает управляющие коды. Разработано несколько вариантов программного обеспечения для микроконтроллера формирователя сверхширокополосных сигналов. Временные параметры формируемого сигнала (длительность, период) формируются встроенными счетчиками микросхемы ЦВС 1508ПЛ8Т. Сигнал с квадратурных выходов ЦВС после низкочастотной фильтрации поступает на входы квадратурного модулятора. В качестве гетеродина на соответствующий вход квадратурного модулятора подается сигнал с генератора, управляемого напряжением, который синхронизирован системой фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ). После выхода квадратурного модулятора установлен ключ, управляемый в соответствии с временной диаграммой работы ФСШС.

Применение различных генераторов, управляемых напряжением позволяет формировать сигналы в диапазонах частот от 400 МГц до 6 ГГц. За счет использования ЦВС с 48-ми разрядным регистром фазы разрешение по точности установки частоты составляет 3 мГц при тактовой частоте ЦВС 1 ГГц. В микросхеме 1508ПЛ8Т применены специальные решения для формирования ЛЧМ сигнала с высокой точностью. Используя независимую подстройку амплитуды, фазы и постоянного смещения (т.н. «калибровку») в каждом канале можно обеспечить подавление несущей и зеркальной частот на выходе квадратурного модулятора до уровня -70 дБн в одной точке и уровня -55...-60 дБн во всей полосе частот ФСШС. Пример подавления несущей и зеркальной частот приведен на рис. 2. Слева спектр сигнала на выходе квадратурного модулятора без калибровки, справа после нее.

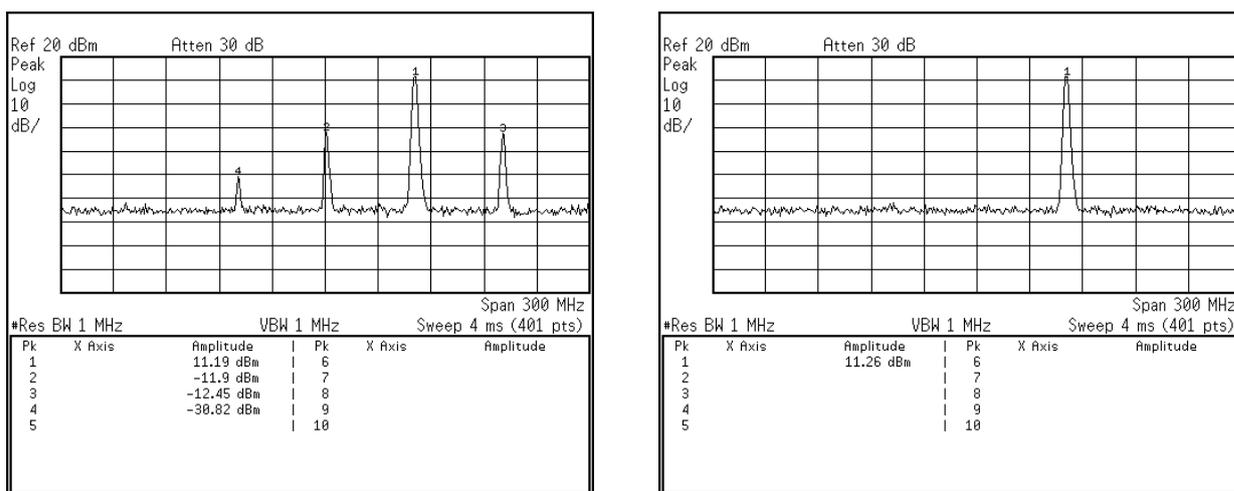


Рис.2. Спектры сигналов на выходе квадратурного модулятора до калибровки и после нее.

За счет применения микросхемы 1508ПЛ8Т на выходе формирователя сверхширокополосных сигналов обеспечивается полоса ЛЧМ сигнала до 600 МГц, а скорость перестройки до 50000 ГГц/с. Длительность импульса может изменяться от 10 мкс до 10^6 с.

Благодаря механизму коррекции, примененному в микросхеме 1508ПЛ8Т, амплитудная ошибка в полосе ЛЧМ сигнала может быть снижена до 1 дБ, а фазовая ошибка до 2 град. Суть механизма коррекции заключается в применении корректирующих поправок по амплитуде, фазе и постоянному смещению непосредственно в цикле формирования ЛЧМ сигнала. Микросхема 1508ПЛ8Т имеет 64 встроенных профиля для каждого канала, в которые могут записываться различные значения вышеприведенных параметров. Диапазон частот в котором формируется ЛЧМ сигнал разбивается на 64 отрезка, в каждом из которых автоматически применяются свои значения корректирующих поправок.

Наличие 64 профилей позволяет использовать ФСШС для формирования сигналов с псевдослучайной перестройкой рабочей частоты (ППРЧ), а также любых других сигналов с частотной, амплитудной и фазовой модуляцией.

Устройство выполнено на четырехслойной печатной плате с размерами 170x90 мм. Для снижения уровня паразитных составляющих печатная плата помещается в алюминиевый фрезерованный корпус высотой 20 мм. Внешний вид устройства приведен на рис. 3.

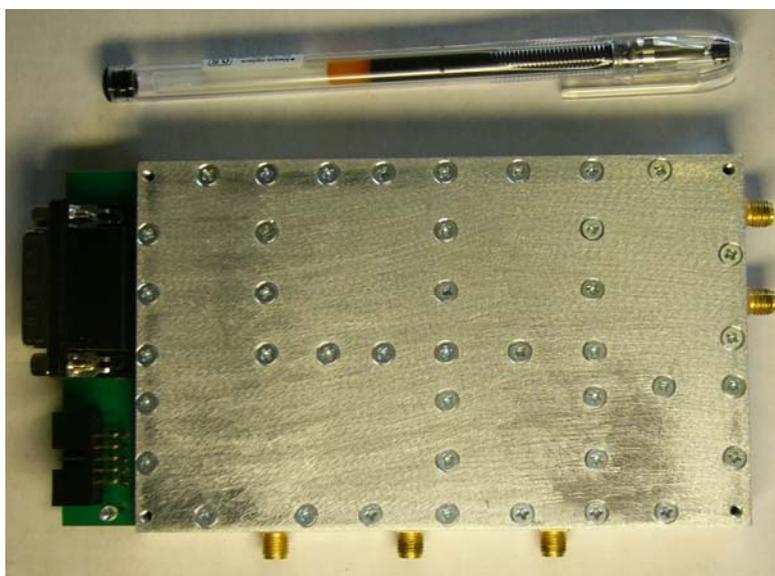


Рис 3. Формирователь сверхширокополосных сигналов

Формирователь сверхширокополосных сигналов может применяться в качестве составной части в различных устройствах формирования частот и сигналов для радиолокации и связи. Благодаря множеству разработанных программ для управляющего микроконтроллера, адаптация устройства к конкретным требованиям заказчика занимает немного времени.