

ПРОГРАММНО-УПРАВЛЯЕМЫЙ ШИРОКОПОЛОСНЫЙ ГЕНЕРАТОР СВЧ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Ляшук Ю.А.

Корнеевский С.А. – к.т.н., доцент

В работе проведен анализ различных схем построения широкополосных высокостабильных генераторов СВЧ. Разработаны схемы построения СВЧ генераторов, программного обеспечения микроконтроллера для управления работой генератора. Проведено изготовление, настройка и исследование параметров широкополосного СВЧ генератора.

Стремительное развитие элементной базы порождает возможность разработки широкополосных генераторов СВЧ (ШГСВЧ) частот, работающих в диапазоне от нескольких мегагерц до 10 – 15 ГГц. Такой генератор может быть использован в качестве источника тактирования АЦП, ЦАП, гетеродина широкополосного приема-передатчика и т.д.

К ШГСВЧ предъявляются следующие требования:

- диапазон частот: 10 – 15000 МГц;
- шаг сетки частот 1 Гц;
- время установления фазы выходного сигнала, не более 20 мкс;
- уровень ПСС, в диапазоне частот 7.5 – 15 ГГц, не менее 30 дБн;
- шаг перестройки мощности 0.25 дБ;
- цифровым управлением по интерфейсам USB, CAN;
- малым энергопотреблением для возможности питания от USB 2.0;
- малыми габаритами.

Структурная схема ШГСВЧ, соответствующая выше перечисленным требованиям, изображена на рисунке 1.

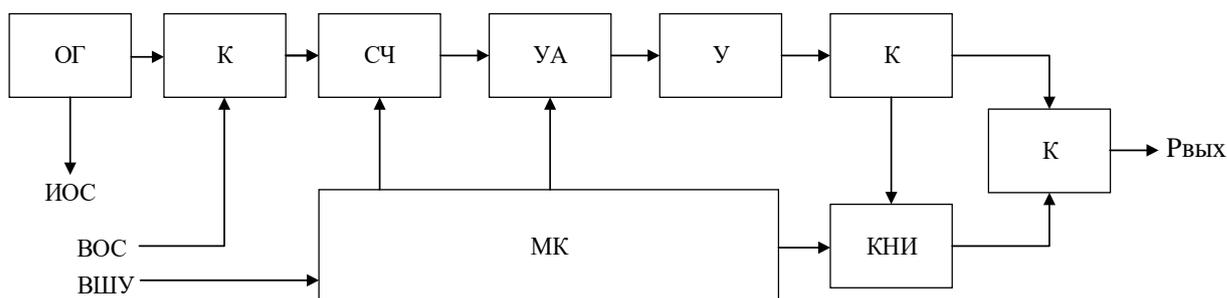


Рисунок 1 – Схема структурная ШГСВЧ

Микроконтроллер (МК) получает команды управления по внешней шине управления (ВШУ) и преобразовывает эти команды в коды для управления элементами радиотракта.

Коэффициенты деления радиочастотного сигнала в классическом синтезаторе частот (СЧ) – только целые числа, что требует относительно низкой опорной частоты, которая, вместе с тем, определяет шаг перестройки и требует достаточно высокого значения коэффициента деления в цепи обратной связи. Оба этих фактора влияют на время регулирования и на фазовый шум системы в целом: низкая опорная частота определяет длительное время регулирования, а высокое значение коэффициента деления приводит к повышению фазового шума системы. При использовании счетчиков с дробным коэффициентом деления в цепи обратной связи можно уменьшить значение коэффициента деления. В результате можно выбрать более высокую опорную частоту и при этом получить требуемый шаг ее перестройки [1].

Основным элементом ШГСВЧ является синтезатор частот (СЧ) LMX2594. Это СЧ на основе однопетлевого ФАПЧ, с сигма-дельта модулятором (СДМ), подключенным к целочисленному делителю частоты в цепи обратной связи [2]. Коды арифметики СДМ имеют разрядность 32 бита, что позволяет синтезировать частоту с шагом не менее 1 Гц. Коды СДМ и целочисленного делителя для СЧ формируются МК и загружаются в СЧ посредством последовательного интерфейса (SPI).

ГУН СЧ формирует СВЧ сигнал в диапазоне частот 7.5 – 15 ГГц. Диапазон частот менее 7.5 ГГц обеспечивается программируемым делителем, с максимальным коэффициентом деления 768, коды для которого формируются МК.

В качестве источника опорного сигнала может выступать опорный генератор (ОГ) или внешний опорный сигнал (ВОС), переключения, между которыми, производит коммутатор (К). Кроме того, ОГ ШГСВЧ может выступать источником опорного сигнала (ИОС) для внешних устройств.

Для регулировки уровня выходной мощности в схеме присутствует управляемый аттенюатор (УА) обеспечивающий шаг перестройки по мощности 0.25 дБ, коды мощности для которого формируются МК.

Усилитель (У) производит повышение мощности выходного сигнала до заданного уровня.

Для подавления гармонических составляющих в диапазоне частот 7.5 – 15 ГГц используется корректор нелинейных искажений (КНИ). КНИ включается в схему с помощью коммутаторов, которые в диапазоне частот менее 7.5 ГГц переключаются непосредственно на выход устройства.

В результате выполнения работы произведена разработка, изготовление, настройка и экспериментальные исследования широкополосного СВЧ генератора.

Список использованных источников:

1. В. Макаренко. Широкополосный синтезатор частоты со встроенным ГУН и малым уровнем фазовых шумов, ЭКиС, телекоммуникация и связь, № 10, октябрь 2011.
2. А. А. Быков, Ю. А. Сидоркина, А. А. Ковальчук. Применение сигма-дельта модуляторов в дробных синтезаторах частоты, МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011.