

Шуст И.С., Леншин А.В.  
*ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»  
г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54а  
andrey-lenshin@yandex.ru*

### **Особенности проектирования синтезатора частот с помощью программного обеспечения ADIsimDDS**

Технологии прямого цифрового синтеза (DDS – Direct Digital Synthesis) частоты получили самое широкое распространение в устройствах формирования и обработки сигналов в самых разнообразных отраслях промышленности. Генераторы сигналов на основе DDS реализуют аппаратными или аппаратно-программными средствами с использованием программируемых логических интегральных схем (ПЛИС), специализированных микросхем DDS, микроконтроллеров. Синтезаторы частот (СЧ) DDS используются в тех случаях, когда другие способы формирования сигналов стабильной частоты оказываются неэффективными или экономически нецелесообразными, и являются незаменимыми в системах телекоммуникаций для формирования сигналов стабильной частоты с возможностью быстрой перестройки по частоте. Частота, амплитуда и фаза сигнала, формируемого на выходе СЧ DDS, в любой момент времени точно известны и могут быть запрограммированы. Параметры таких СЧ практически не зависят от температуры и старения элементов [1].

Основные преимущества СЧ DDS – высокое разрешение по частоте и фазе; высокая перестройка частоты (высокое быстродействие); перестройка по частоте без разрыва фазы и без выбросов напряжения; возможность формирования модулированных сигналов непосредственно в процессе синтеза. Архитектура DDS позволяет простым изменением слова настройки M менять частоту, не разрывая сигнал. При построении существует необходимость еще на этапе проектирования оценить влияние аналоговых узлов на качество работы систем с DDS.

Это решается с помощью пакетов прикладных программ со схемотехническим моделированием. Сигнал на выходе генератора DDS имеет сложную структуру, поэтому воспользуемся on-line программным обеспечением ADIsimDDS, которое служит для оказания помощи пользователю в выборе и оценке интегральных микросхем (ИС) DDS фирмы «Analog Devices» и позволяет получить общую оценку характеристик без учета погрешностей [2].

Процедура работы при проектировании СЧ DDS включает в себя следующие этапы:

1. На первом этапе необходимо выбрать конкретную микросхему из меню вверху слева «Select DDS». Список достаточно большой и включает DDS с числом разрядов от 8 до 16 и максимальной частотой дискретизации от 20 МГц до 1000 МГц (рисунок 1).

2. Далее задаются требуемые параметры в окне «DDS Selection and Operation», где:

- clock input (частота опорного тактового сигнала), из условий Найквиста, частота выходного сигнала ограничена значением около 40 % от частоты опорного тактового сигнала;
- multiplier (множитель частоты опорного сигнала), некоторые ИС DDS имеют внутреннюю цепь умножения частоты опорного тактового сигнала для повышения его частоты;
- system clock (частота опорного тактового сигнала при использовании умножителя частоты);
- target output frequency (частота выходного тактового сигнала).

3. После ввода всех необходимых параметров будет показана реальная частота выходного сигнала (Actual Output Frequency) с небольшим отличием от требуемой частоты.

4. На следующем этапе будет показано слово настройки частоты «Frequency Tuning Word». Его нужно записать в DDS для получения требуемой частоты выходного сигнала.

5. Для запуска процесса моделирования используется кнопка «Run Model».

Проведем анализ работы данного программного обеспечения, предварительно выбрав 12-разрядную ИС DDS AD9915, частоту опорного тактового сигнала 1 ГГц, множитель частоты, равный 1, частоту выходного тактового сигнала 400 МГц и шестнадцатеричное слово настройки частоты.

6. Используя окно «Signal to Display» (рисунок 2), появляется возможность конфигурировать, включать/исключать гармоники и образы в графике представления в частотной области.

7. В окне «Use Filter - Not Supplied» можно изменять частотную характеристику фильтра нижних частот (ФНЧ), тип фильтра (type), его схему (topology), частоту среза (Fc) и порядок фильтра (order). При необходимости возможно подключать или отключать ФНЧ, который не входит в состав микросхемы, предварительно настроив его (рисунок 3).

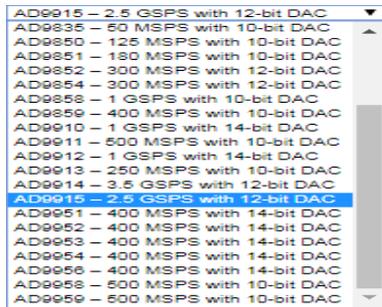


Рис. 1. СЧ DDS, доступных в ADIsimDDS

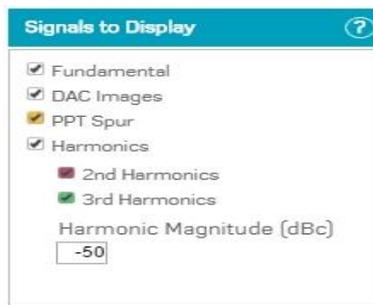


Рис. 2. Параметры настройки спектра сигнала в ADIsim-DDS

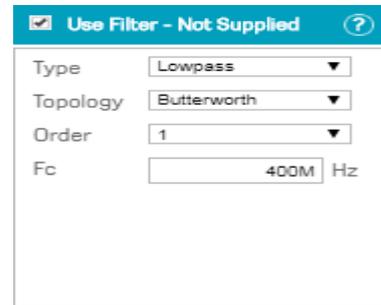


Рис. 3. Конфигурации частотных характеристик фильтра

8. В результате выполненного анализа параметров СЧ (рисунок 4) на экране формируется спектр выходного сигнала в частотной области (Frequency Domain) и выходной сигнал синтезатора во временной области (Time Domain).

9. При нажатии на главном экране кнопки «Spur Table» можно получить табличное представление информации о гармониках выходного сигнала СЧ (рисунок 4).

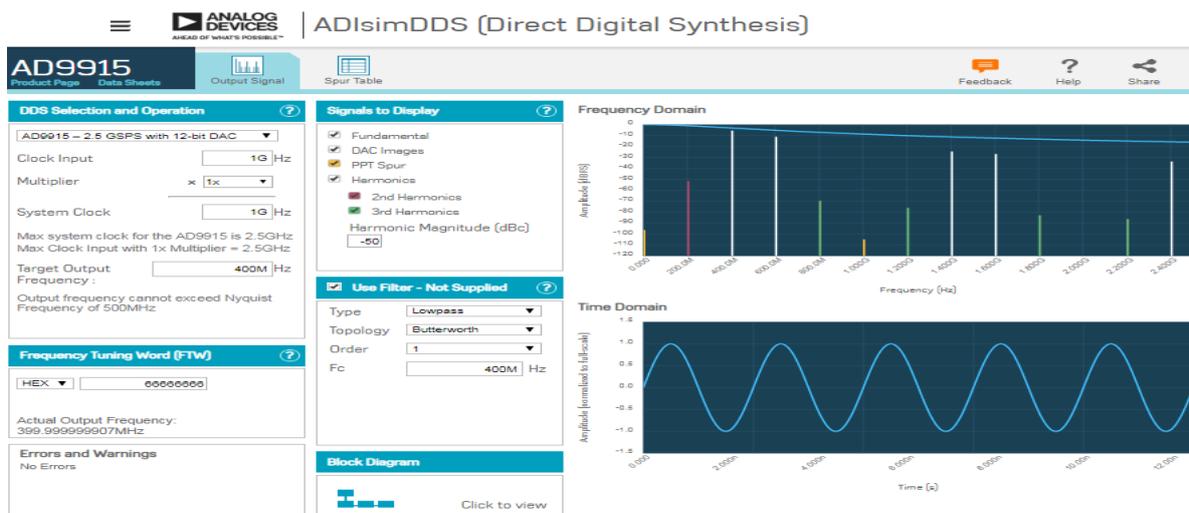


Рис. 4. Анализ параметров синтезатора в ADIsimDDS

Инструмент разработки ADIsimDDS обеспечивает ускоренный процесс анализа характеристик СЧ DDS, позволяет выбрать из большого набора ЭКБ необходимую ИС. Получены характеристики СЧ DDS на основе ИС AD9915 с помощью программного обеспечения ADIsimDDS. Для оценки основных характеристик в данном программном обеспечении ADIsimDDS используются математические уравнения, но не принимаются в расчет все возможные погрешности в работе. ADIsimDDS можно использовать только в целях разработки, но не в качестве замены реальных испытаний и оценок параметров аппаратуры.

### Литература

- 1 Применение высокоскоростных систем / Под ред. У. Кестера. М.: Техносфера. 2009. 368 с.
- 2 <http://www.analog.com/designtools/es/simdds> (дата обращения 10.11.2019).