

Программируемые аналоговые схемы Anadigm.

Использование виртуальных генераторов сигналов в САПР AnadigmDesigner2

Александр ЩЕРБА

В статье на примере создания генератора качающейся частоты представлен принцип создания сигналов сложной формы. Такие сигналы будут полезны разработчику на этапе проектирования схемы в программе AnadigmDesigner2 для программируемых аналоговых схем Anadigm.

Компания Anadigm — лидер в области разработки и производства программируемых аналоговых микросхем (ПАИС). Линейка продукции Anadigm состоит из динамически и статически программируемых аналоговых микросхем. Динамически конфигурируемая схема позволяет полностью или частично изменять функциональную структуру в реальном времени в работающем устройстве. Для этого в ПАИС предусмотрена так называемая тень памяти, в которую во время работы аналоговой структуры можно с помощью микроконтроллера загрузить обновленную конфигурацию, а затем по команде мгновенно ее активизировать [1].

Использование САПР AnadigmDesigner2 для проектирования и проверки работоспособности схем

ПАИС Anadigm обладают высокой точностью, надежностью, работают в расширенном температурном диапазоне +40...+85 °С без снижения точности и позволяют компактно реализовать аналоговую схему с минимальным количеством внешних компонентов. Все эти достоинства позволяют вновь вернуться к аналоговой обработке аналоговых сигналов, а значит, отказаться от использования для этого цифровых систем.

Первоначальные (основные) конфигурационные данные, содержащие аналоговую структуру, создаются в программе AnadigmDesigner2 и загружаются в ПАИС с помощью внешней микросхемы памяти или микроконтроллера [1]. Программное обеспечение AnadigmDesigner2 представляет собой свободно распространяемую систе-

му автоматизированного проектирования (САПР), которая предоставляет возможность создавать новые или вносить изменения в уже имеющиеся программируемые аналоговые схемы (рис. 1). Проектировщик может разрабатывать схемы с помощью САПР AnadigmDesigner2, используя готовый набор конфигурируемых аналоговых модулей (КАМ), каждый из которых выполняет целый ряд аналоговых функций [2]. AnadigmDesigner2 включает программу функционального моделирования по времени — удобный инструмент для оценки схем без необходимости проведения физических измерений и макетирования. Интерфейс функциональной модели — интуитивно понятный и легкий в применении. Большинство этапов моделирования аналогичны этапам обычного макетирования [3].

Проверка работоспособности схем с помощью виртуальных осциллографов и генераторов сигналов

Программное обеспечение AnadigmDesigner2 позволяет быстро и просто конструировать сложные аналоговые схемы путем выбора, размещения и соединения стандартных элементов — конфигурируемых аналоговых модулей [2]. В дальнейшем программируемая аналоговая схема ПАИС будет функционировать аналогично разработанной и отлаженной схеме (рис. 1). Результат разработки можно просмотреть сразу же, с помощью виртуального осциллографа (рис. 2).

Важным аспектом при проектировании схемы является ее проверка на работоспособность. Для измерения частотных характеристик радиотехнических устройств используют генераторы сигналов. Для удобства моделирования в программе AnadigmDesigner2 разработчик может применить виртуальные генераторы сигналов (рис. 3):

- генератор синусоидального сигнала;
- генератор сигналов прямоугольной формы;
- генератор треугольного сигнала;
- генератор пилообразного сигнала;
- генератор импульсов;
- генератор сигналов специальной формы.

Первые четыре типа генераторов имеют стандартный набор пользовательских настроек: амплитуда, постоянная составляющая, напряжение смещения, фаза, частота и коэффициент заполнения для сигналов прямоугольной формы. Генератор импульсов позволяет сформировать единичный импульс или последовательности импульсов с необходимой амплитудой, периодом и длительностью.

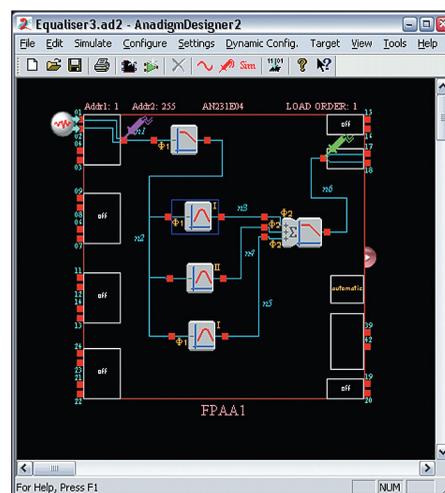


Рис. 1. Электрическая принципиальная схема трехполосного эквалайзера в окне программы AnadigmDesigner2

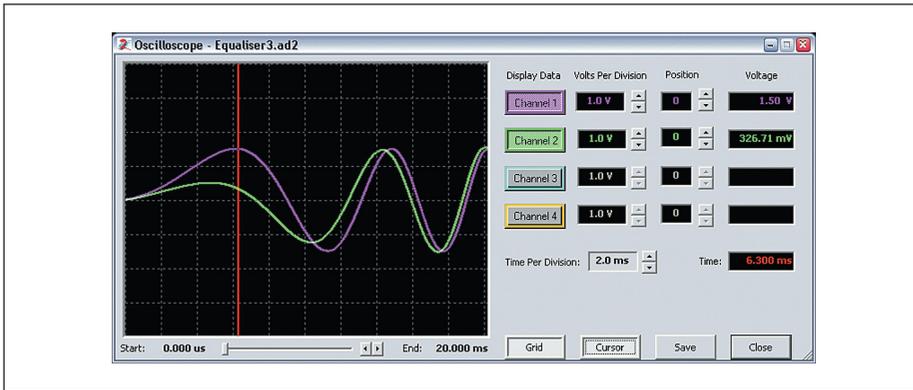


Рис. 2. Виртуальный осциллограф в окне программы AnadigmDesigner2

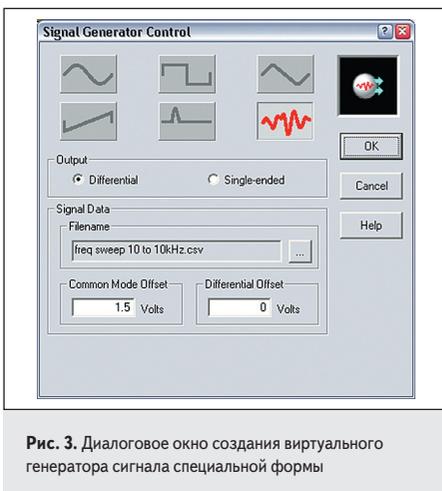


Рис. 3. Диалоговое окно создания виртуального генератора сигнала специальной формы

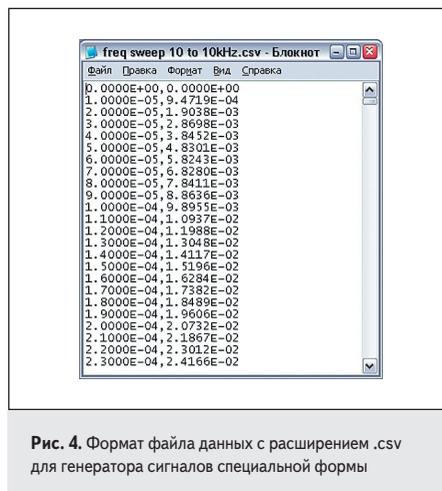


Рис. 4. Формат файла данных с расширением .csv для генератора сигналов специальной формы

времени (в секундах) и значение амплитуды (в вольтах). Поля в записи в файле *.txt* могут быть разделены либо пробелом, либо символом табуляции. Разделителем для файла *.csv* является запятая (рис. 4). Программа моделирования синтезирует кусочно-линейную форму сигнала (рис. 2, фиолетовый луч).

Пользователь имеет возможность применить генератор в режиме как дифференциальных (Differential), так и недифференциальных (Single-ended) сигналов (рис. 3). Такой виртуальный генератор сигналов может быть присоединен к входной ячейке, сконфигурированной в режиме входа (Input Cell), при этом режим работы (дифференциальный/недифференциальный) у входной ячейки и генератора сигналов должен совпадать (рис. 1).

Для наблюдения и исследования амплитудно-частотных характеристик усилителей, полосовых фильтров и других узлов радиоустройств в качестве основного инструмента используют генераторы качающейся частоты. Такой генератор изменяет частоту выходного сигнала плавно или ступенчато в заданном диапазоне, при этом амплитуда сигнала на всех частотах поддерживается постоянной. Генератор качающейся частоты заменяет ручную перестройку частоты генератора сигнала, необходимую при снятии частотной характеристики по точкам.

Для расчета необходимых значений амплитуды и времени используется формула:

$$y(i) = A \times \sin(ai^2/2 + bi),$$

где y — амплитуда, i — целое число, A — пиковое значение амплитуды, a и b — переменные, которые рассчитываются по формулам:

Генератор сигналов специальной формы (рис. 3) формирует сигнал требуемой формы [4]. Диалог выбора файла (Filename)

предлагает выбрать файл с расширениями *.csv* или *.txt*. Каждая запись в файле *.csv* или *.txt* должна содержать пару данных: значение

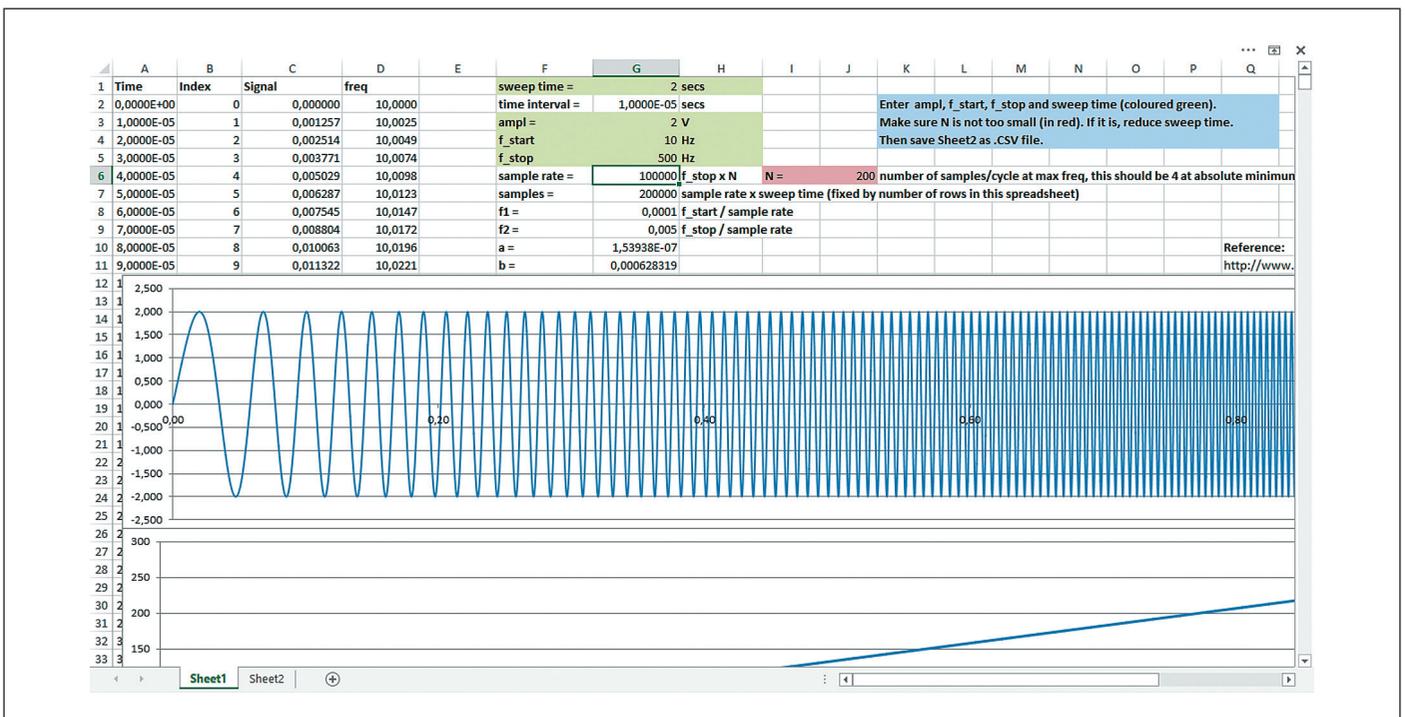


Рис. 5. Пример автоматического расчета данных для генератора сигналов специальной формы с помощью программы Microsoft Excel

$$a = (2\pi(f_2 - f_1))/n,$$

$$b = 2\pi f_1,$$

где n — число выборок, f_1 — начальная частота, f_2 — конечная частота.

Для того чтобы поддерживать плавность синусоиды, необходимо обеспечить не менее 10 выборок на один цикл синусоиды при максимальной частоте сигнала. В случае если мы хотим обеспечить изменение частоты от 10 Гц до 10 кГц в течение времени, равного 2 с, нам потребуется делать 100 000 выборок в секунду, таким образом нам понадобится суммарно $n = 200\,000$ выборок.

Для автоматизации расчета нужных значений времени и амплитуды сигнала можно воспользоваться готовой программой, написанной Martin Rowe [4] в Microsoft Excel (рис. 5). Пользователю необходимо задать начальные (f_{start}) и конечные (f_{stop}) значения частоты сигнала, время генерации (sweeptime), общее число выборок (samples) и амплитуду сигнала (ampl). Затем данные будут сгенерированы автоматически на втором листе (Sheet2) Microsoft Excel. Пользователю надо лишь сохранить полученные данные в формате .csv с разделителями — запятыми (рис. 4).

Загрузив полученные с помощью программы данные в модуль генератора сигналов специальной формы, с помощью виртуального осциллографа можно проверить прохождение сигнала на всем протяжении схемы (рис. 6).

Разработчик имеет возможность создания более сложных негармонических сигналов, таких как электрический сигнал электрической активности сердца (электрокардиограмма). Подобный эмулированный сигнал (рис. 7) позволит значительно сократить время на подбор параметров схемы и общее время разработки электрокардиографа.

Заключение

Программируемые аналоговые микросхемы способны стать незаменимым инструментом в приложениях, для которых необходимо низкое время отклика при обработке аналоговых сигналов с высокой точностью. Сложные аналоговые устройства, требую-

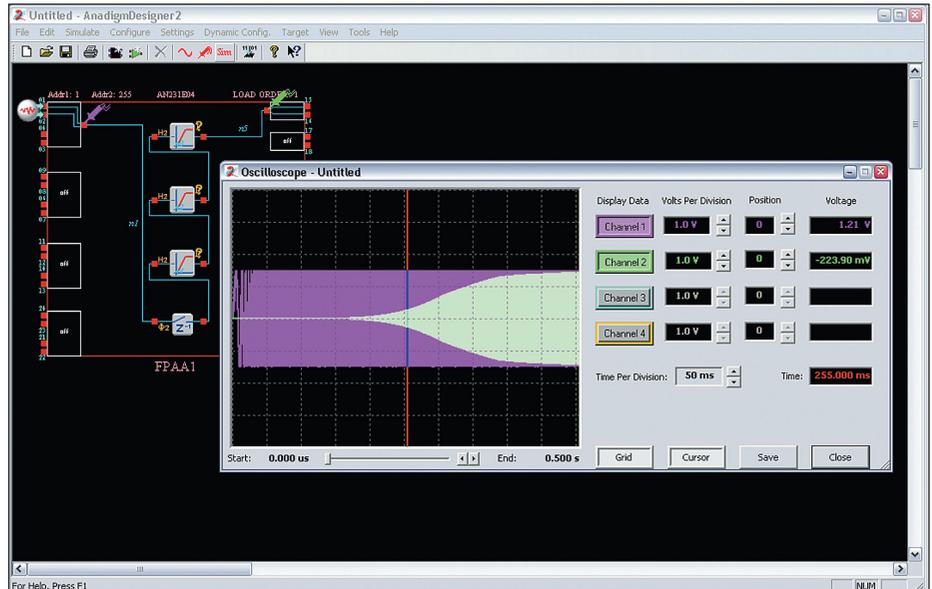


Рис. 6. Прохождение сигнала с изменяющейся частотой через фильтр высоких частот (Баттерворта) в программе AnadigmDesigner2

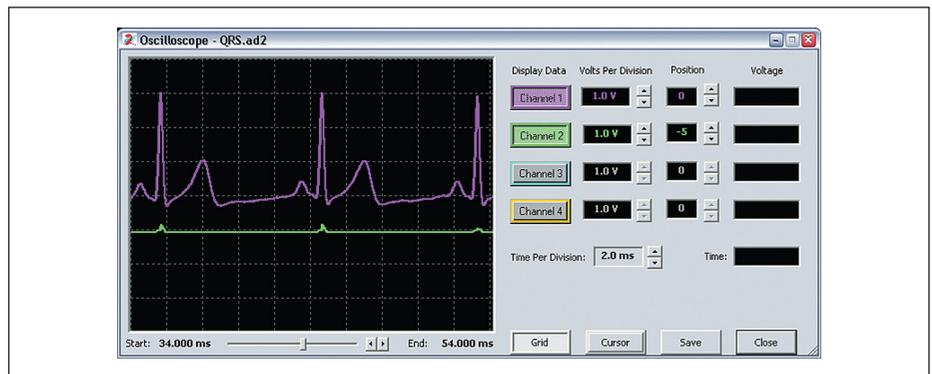


Рис. 7. Эмуляция электрических сигналов сердца человека

щие точной обработки аналогового сигнала, удастся полностью реализовать на одной микросхеме ПАИС Anadigm. Причем параметры схемы можно менять (в том числе в реальном времени) программно, без изменения топологии печатной платы.

В САПР AnadigmDesigner2 разработчику предлагаются генераторы сигналов различной формы. Используя генератор специ-

альных сигналов, мы можем эмулировать сигналы сложной формы, необходимые для проверки корректности схемы до этапа макетирования устройства. ■

Литература

1. Щерба А. Динамическое программирование аналоговых схем Anadigm управляющим методом // Компоненты и технологии. 2012. № 10.
2. Щерба А. Программируемые аналоговые ИС Anadigm: применение конфигурируемых аналоговых модулей в составе программы AnadigmDesigner2 // Компоненты и технологии. 2007. № 12.
3. Полищук А. Система автоматизированного проектирования программируемых аналоговых интегральных схем AnadigmDesigner2. Первый шаг: знакомство с интерфейсом // Компоненты и технологии. 2005. № 5–7.
4. Rowe M. Generate a Swept Sine Test Signal. October 2000. www.edn.com
5. Application Note. How to generate a swept frequency signal generator for AnadigmDesigner2. AN231014-U316. Anadigm, 2015.