

Тертычный Корней Сергеевич

студент

Станкевич Дмитрий Александрович

старший преподаватель

ФГАОУ ВО «Волгоградский государственный университет»

г. Волгоград, Волгоградская область

ГЕНЕРАТОР ПРЯМОГО ЦИФРОВОГО СИНТЕЗА

Аннотация: в данной статье освещен один из наиболее перспективных методов синтеза сигналов, а также описаны основные элементы, использованные при создании генератора сигналов и возможности изготовленного устройства.

Ключевые слова: цифро-аналоговый преобразователь, генератор сигнала, прямой цифровой синтез, контроллер, двухканальный синтезатор, USB 3, 0 интерфейс.

«Синтезатор частоты» – это электронное устройство, которое формирует с помощью управляющих сигналов, требуемую частоту из опорной частоты. Наиболее распространенные методы синтеза частот:

- прямой цифровой синтез – выходной сигнал вырабатывается различными цифровыми методами;
- прямой аналоговый синтез – выходной сигнал получается из опорной частоты при помощи операций смещения, фильтрации, деления и умножения, реализуется на основе структуры состоящей из смесителя, фильтра, делителя;
- косвенный синтез осуществляется на основе автоматической фазовой подстройки частоты, при этом выходной сигнал формируется при помощи дополнительных генераторов, чаще всего это управляемый напряжением генератор, охваченный петлей ФАПЧ;
- гибридный синтез – это комбинация нескольких методов.

У каждого из видов синтеза есть недостатки и преимущества, для каждого конкретного случая нужно подбирать компромисс. Опишем подробнее метод прямого цифрового синтеза, так как именно он используется в сконструированном генераторе сигналов.

Прямой цифровой синтез – это относительно новый метод синтеза сигнала. Все описанные методы генерации сигналов доступны разработчикам уже несколько десятилетий, однако только в последнее время прямому цифровому синтезу уделяется такое большое внимание, обеспеченное появлением дешевых микросхем а также удобных средств разработки, что и делает его более привлекательным для различных сфер применения.

Генераторы прямого цифрового синтеза уникальны цифровой определенностью – использование цифровых систем обеспечивает высокую точность генерируемого ими сигнала. Точные значения частоты, амплитуды и фазы сигнала известны и подконтрольны для изменения в любой момент [3]. Такие генераторы слабо подвержены температурному дрейфу или старению. Цифро-аналоговый преобразователь – единственный элемент, обладающий свойственной аналоговым схемам нестабильностью. В последнее время именно этот вид генераторов вытесняет привычные аналоговые синтезаторы частот благодаря своим высоким техническим характеристикам.

Основными преимуществами прямых цифровых генераторов являются:

- очень высокое разрешение частоты и фазы;
- управление частотой, амплитудой и фазой в цифровом виде;
- возможность реализации фазовой памяти;
- крайне быстрая смена частоты;
- отсутствие выбросов и других аномалий, связанных со временем установления при перестройках;
- ввиду очень малого шага перестройки по частоте, отсутствует необходимость точной подстройки опорной частоты, а также дает возможность температурной компенсации параметрами;
- для квадратурных синтезаторов имеются ЦАП с I и Q выходами, работающие согласованно [3].

Частотное разрешение прямых цифровых генераторов может составлять сотые или тысячные доли герца при выходных частотах порядка десятков мегагерц. Такое разрешение невозможно при других методах синтеза. Другой важной

и отличительной особенностью таких генераторов является очень высокая скорость перестройки на любые частоты ограниченной только быстродействием цифрового управляющего элемента. Кроме того, осуществление модуляций различных видов очень просто, поскольку выходной сигнал синтезируется в цифровом виде [3].

Для устройств связи крайне важны параметры синтезатора частоты. Синтезатор в основном определяет потребительские свойства конкретного аппарата, так как является основой системы настройки. Генератор прямого цифрового синтеза отлично подходит по большинству критериев как с технической, так и с экономической стороны: проста, высокая интегрированность, малые габариты. Также, многие параметры являются программно-управляемыми, что дает заложить в устройство новые возможности.

Однако использующиеся процессы дискретизации и цифро-аналогового преобразования накладывают некоторые ограничения:

- максимальная выходная частота должна быть ниже частоты Найквиста (половина тактовой частоты), что ограничивает области применения;
- побочные составляющие выходного сигнала могут быть более значительными, по сравнению с синтезаторами других видов;
- от качества ЦАП сильно зависит спектральная чистота выходного сигнала;
- потребляемая мощность практически прямо пропорциональна тактовой частоте и может достигать сотен милливатт. Что делает невозможным их использование при больших частотах для устройств с питанием от батарей.

Для реализации генератора прямого цифрового синтеза выбран цифро-аналоговый преобразователь MAX5875. Передача данных с компьютера на ЦАП реализована с помощью высокоскоростного USB контроллера периферии фирмы CYPRESS CYUSB3KIT-003 EZ-USB FX3. Связь с компьютером реализована через USB 3.0 интерфейс, теоретически позволяющий передавать данные со скоростью до 600 Мбайт/с [1]. Микросхема MAX5875 способна генерировать сигнал с

частотой 100 МГц используя по 4 байта, что соответствует 400 Мбайт/с [2]. Таким образом возможно эффективное использование стандартного повсеместно устанавливаемого интерфейса USB. Стоит отметить, что контроллер EZ-USB FX3 совместим с более ранними версиями USB, что делает возможным его использование с большинством современных устройств, однако при уменьшении скорости передачи соответственно уменьшается частота дискретизации сигнала, для того чтобы избежать этого можно использовать одноканальный режим ЦАП [2].

Реализованный генератор сигнала является двухканальным и способен выдавать сигналы произвольной формы, задаваемые программным обеспечением персонального компьютера частотой до 100 МГц, а так же отличается компактностью: габариты устройства 100x100x20 мм, низким уровнем шумов: точная информация содержится в технической документации на цифро-аналоговый преобразователь MAX5875 [2], низкой себестоимостью и возможностью работы со всеми устройствами поддерживающими USB интерфейс, а так же отсутствием внешнего питания (помимо питания по USB).

Список литературы

1. Cypress Semiconductor: Optimizing USB 3.0 Throughput with EZ-USB FX3: Сб. документов / Сост. Cypress Semiconductor Corporation, 2016. – 17 с.
2. Maxim Integrated Products: MAX5878 Data sheet: Сб. документов / Сост. Maxim Integrated Products, Inc. 2005. – 18 с.
3. Vankka J. Direct Digital Synthesizers Theory, Design and Applications / K Halonen. – Springer Science + Business Media, New York, 2001. – 192 с.