

РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОГО ГЕНЕРАТОРА НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО РЕЗОНАТОРА

Кривобок Ю.В.

Научный руководитель: канд. техн. наук Лукьянчиков А.В.

Севастопольский национальный технический университет, Украина

E-mail: brain75@mail.ru

Аннотация — Рассмотрены особенности реализации цифрового гармонического генератора на основе комплексного резонатора с использованием целочисленных вычислений. Приведены результаты работы программы.

1. Введение

При создании встраиваемых приложений для интернет телефонии необходимо формировать гармонические сигналы для связи с аналоговым телефонным аппаратом (FXS модуль) например, формировать сигналы DTMF. Для этого необходимо разработать перестраиваемый генератор гармонического колебания. С другой стороны FXS модуль изготавливается как правило на шестнадцати или тридцатидвух разрядных микроконтроллерах, поэтому при разработке таких генераторов следует учитывать конечную точность вычислений.

В докладе приводится методика создания цифрового перестраиваемого гармонического генератора.

2. Основная часть

Для формирования DTMF (англ. *Dual-Tone Multi-Frequency*) сигналов можно использовать табличные значения синуса, однако в условиях жесткого дефицита памяти в микроконтроллерах целесообразнее использовать цифровой генератор на основе комплексного резонатора. Такие генераторы строятся с помощью цифровых комплексных резонаторов «без потерь» [1].

Рассмотрим характеристики цифрового резонатора, показанного на рисунке 1.

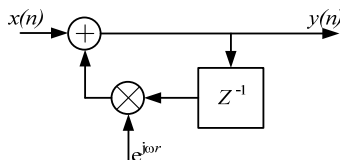


Рис. 1

Во временной области комплексный резонатор описывается разностным уравнением

$$y(n) = x(n) + e^{j\omega r} y(n-1),$$

где аргумент ωr , $-\pi < \omega r < \pi$, определяет резонансную частоту резонатора. Рассмотрим передаточную функцию резонатора

$$H_{res}(z) = Y(z) / X(z) = 1 / (1 - e^{j\omega r} z^{-1})$$

и его комплексную импульсную характеристику для $\omega r = \pi/4$.

Импульсная характеристика резонатора с $\omega r = \pi/4$ представляет собой комплексную синусоиду, действительная и мнимая часть которой и длительность ее не ограничена. (Мнимая часть импульсной характеристики, является синусоидальной последовательностью.) АЧХ в этом случае является очень узкой, с центром на частоте ωr . Передаточная функция резонатора $H_{res}(z)$ имеет единственный ноль в точке $z=0$, но нас больше интересует его полюс в точке на единичной окружности, аргумент

которого равен ωr . Мы можем представлять себе резонатор как БИХ-фильтр, который условно устойчив, потому что его полюс не находится ни внутри, ни снаружи единичного круга. Поэтому необходимо принять меры по повышению устойчивости этого резонатора, что и будет обсуждаться в докладе.

На практике точное положение полюса на единичной окружности требует вычислений с неограниченной разрядностью. Ошибки квантования коэффициентов комплексного резонатора могут привести к тому, что полюс сместится за пределы единичного круга. В результате резонатор получится неустойчивым, его импульсная характеристика будет иметь неограниченно возрастающую или убывающую амплитуду, чего следует избегать. Даже если полюс сместился очень незначительно за пределы единичного круга, шум округления со временем будет нарастать, искажая выходные отсчеты генератора. Мы предотвращаем это явление, слегка смещая полюс резонатора внутрь единичного круга. Здесь полюс расположен на окружности радиуса r , при этом коэффициент затухания r лишь немного меньше 1. Измененная структурная схема резонатора изображена на рисунке 2.

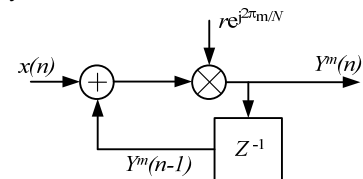


Рис. 2

Для компенсации затухания в программе предусмотрено использование адаптивной АРУ.

3. Заключение

Разработана и рассчитана программная реализация генератора гармонических сигналов с адаптивной обратной связи, что позволило получить высокую стабильность амплитуды, частоты и фазы генератора. Проведено моделирование разработанного устройства в системе *Symulink*, которое подтвердило соответствие параметров разработанного генератора требованиям технического задания.

4. Список литературы

- [1] Лайонс Р. Цифровая обработка сигналов / Р. Лайонс. — М.: Бином-Пресс, 2009. — 256 с.

DEVELOPMENT DIGITAL GENERATOR BASED ON A COMPLEX RESONATOR

Krivobok Yu.V.

Scientific adviser: Lukjanchikov A.V.

Sevastopol national technical university, Ukraine

Abstract — The features of the digital harmonic oscillator with an integrated resonator using integer calculations. The results of the program are present.