

СИНТЕЗ ДЕЦИМИРУЮЩЕГО ФИЛЬТРА НИЖНИХ ЧАСТОТ ДЛЯ ДЕЛЬТА-СИГМА АНАЛОГО-ЦИФРОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

ABSTRACT: this work discusses design and implementation of digital decimating filter for high speed, high resolution delta-sigma analog-to-digital converter (ADC). The advantages of this type of ADCs are reduced power consumption and higher linearity of conversion comparing to other types of converters. There was proposed a filter for implementation using 0.18 μm CMOS technology. In the one hand its design is simple and, therefore, the filter is able to work at high frequencies (up to 500 MHz), in the other hand it provides high attenuation of out-of-band quantization noise. Due to these reasons delta-sigma ADC with this filter can be used in such applications as WCDMA, Bluetooth, DECT, etc.

В работе рассматриваются вопросы синтеза цифрового децимирующего фильтра нижних частот для дельта-сигма аналого-цифрового преобразователя ($\Delta\Sigma$ АЦП). Целью работы является создание децимирующего фильтра, позволяющего добиться высокой разрешающей способности при сохранении высокой скорости преобразования (около 5 миллионов преобразований в секунду). Полоса пропускания проектируемого фильтра составляет 2 МГц, что предполагает его использование в средствах беспроводной связи таких современных цифровых стандартов как GSM, Bluetooth, DECT, WCDMA. Перспективность применения $\Delta\Sigma$ АЦП в беспроводных системах связи определяется малой потребляемой мощностью АЦП данного типа.

На рис. 1 изображена структура $\Delta\Sigma$ АЦП. Кратко поясним назначение децимирующего фильтра. Дельта-сигма модулятор осуществляет преобразование «входное напряжение – частота следования посылок».

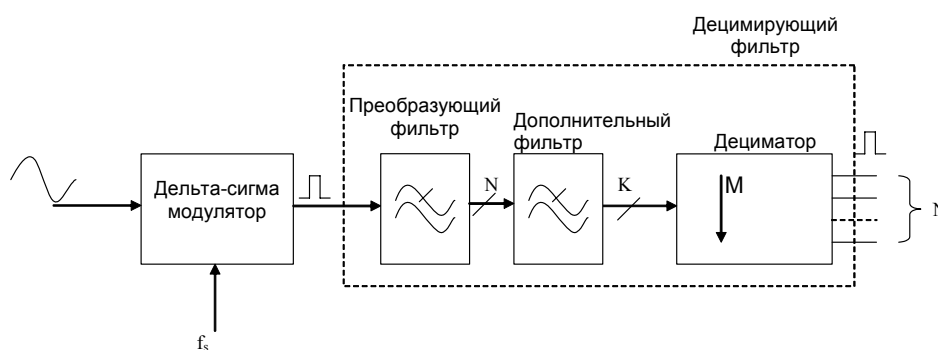


Рис. 1. Структура децимирующего фильтра

Децимирующий фильтр осуществляет обратное преобразование путем подсчета числа единичных посылок на заданном интервале, дополнительную фильтрацию, а также снижение частоты выборок (децимацию). Особенностью данной структуры является вытеснение основной доли мощности шума квантования в высокочастотную область спектра сигнала модулятора. Т.е. шум квантования «вытесняется» из полосы полезного сигнала (рис. 2). Таким образом, подавив в фильтре внеполосный шум можно получить высокое отношение сигнал-шум на выходе АЦП.



Рис. 2. Спектр сигнала модулятора

Спектр полезного сигнала сосредоточен в низкочастотной области спектра, а основная доля мощности шума, как уже говори лось, в высокочастотной. Таким образом, децимирующий фильтр должен быть фильтром нижних частот. Полоса пропускания фильтра, а также коэффициент децимации определяют полосу пропускания АЦП в целом,

поэтому важно наряду с высоким подавлением внеполосного шума обеспечить возможно большую полосу пропускания.

Для снижения потребляемой фильтром мощности была применена пошаговая децимация, а именно, четыре шага двукратной децимации. Это позволяет снизить вдвое тактовую частоту работы каждого следующего каскада по сравнению с предыдущим.

На рис. 3 приведена амплитудно-частотная характеристика разработанного фильтра. Полоса пропускания по уровню -3 дБ составляет 1,98 МГц, что полностью удовлетворяет требованиям большинства современных стандартов связи. Фильтр имеет достаточно большой первый боковой лепесток АЧХ, однако при этом все равно обеспечивается хорошее подавление шума, поскольку уровень шума на этих частотах относительно мал (см. рис. 2).

Рис. 3. АЧХ децимирующего фильтра

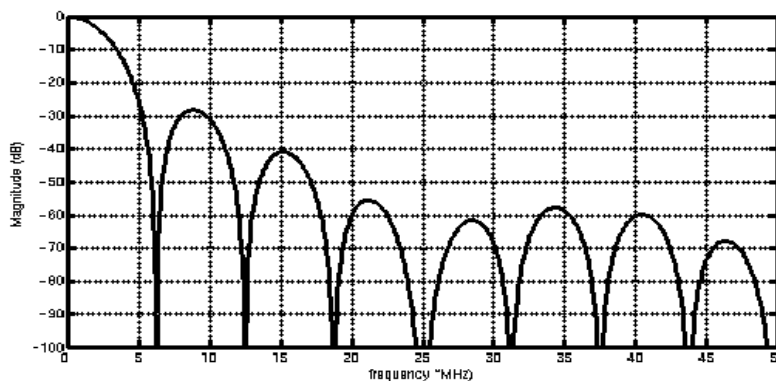
В результате проведенной работы предложен фильтр, отличающийся простотой и быстродействием. Это обуславливает малую занимаемую на кристалле площадь, относительную дешевизну производства, а также малую потребляемую мощность – факторы, важные как для производителя, так и для конечного потребителя.

В соответствии с современной тенденцией миниатюризации электронных устройств и переходу к системам, полностью интегрированным на одном кристалле, проектируемый фильтр ориентирован на изготовление по технологии 0.18 мкм. Данная технология обеспечивает реализацию микросхемы с малыми паразитными емкостями и, следовательно, высокие тактовые частоты.

Следует отметить, что спроектированный децимирующий фильтр обладает большим потенциалом по увеличению быстродействия. По проведенным оценкам, фильтр может работать на частотах до 500 МГц, что соответствует 25 миллионам аналого-цифровых преобразований в секунду, обеспечивая полосу АЦП до 10 МГц. Такие характеристики $\Delta\Sigma$ АЦП позволяют применять его в беспроводных широкополосных цифровых сетях передачи данных вместо АЦП параллельного преобразования, уменьшив тем самым площадь, занимаемую на кристалле, и существенно сократив потребляемую мощность.

Дальнейшие
направлены на

разработки
реализацию



многофункционального фильтра, что позволит дополнительно снизить энергопотребление, а также улучшить параметры $\Delta\Sigma$ АЦП в целом (например, повысить разрядность и отношение сигнал - шум квантования).