

# Анализ спектра сигма-дельта модулятора первого и второго порядка

Выполнил: Шовкопляс А.А.

Группа: АИМ-15

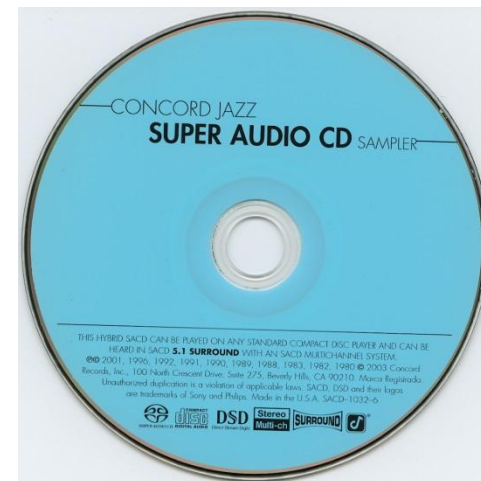
# Интерес к сигма-дельта модуляторам

Первое упоминание о сигма-дельта модуляторах началось с 1946 года во Франции. С тех пор началось стремительное развитие этого направления и на сегодняшний день сигма-дельта модулятор получил широкое применение в воспроизведении аудиосигнала, использование в микросхемах АЦП для прецизионных медленных измерений с большим динамическим диапазоном, а также для оптимизации формата хранения аудио на цифровых носителях.



# Интерес к сигма-дельта модуляторам

Наиболее известный пример формата — Super Audio CD (SACD), предложенный фирмами Sony и Philips. Параметры формата — 1 бит, 2,8224 МГц. Тестовые замеры устройств, реализующих кодирование в поток DSD (*Direct Stream Digital*, Прямой цифровой поток), используемый в SACD, показывают значительное преимущество над PCM, который используется в DVD-Audio.

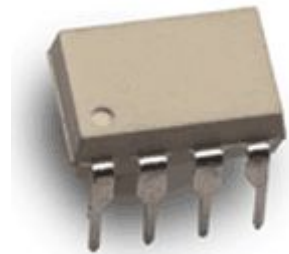


# Основные задачи работы

- Исследование основных характеристик при работе с сигма-дельта модулятором (избыточная дискретизация, цифровая фильтрация, шум квантования и т.д.);
- Изучение принципов работы сигма-дельта АЦП и ЦАП первого и второго порядка;
- Вывести уравнение преобразования для модулятора первого и второго порядка;
- Ознакомление с рабочим приложением QUCS для моделирования системы;
- Смоделировать систему сигма-дельта модулятора первого и второго порядка;
- Произвести анализ спектра путем изменения необходимых параметров;
- Построить необходимые графики зависимости величин, проанализировать изменения;
- Необходимые результаты зафиксировать.

# Структура дипломной работы

Дипломная работа подразделяется на две главы: теоретическая часть и практическая. Каждая глава состоит из нескольких разделов, которые включают в себя подробное описание раздела, рисунки, схемы, графики и необходимые таблицы.



# Теоретическая часть

Теоретическая часть включает себя следующие разделы: исторические сведения, применение сигма-дельта модуляторов, дискретизация, избыточная дискретизация, ошибки округления, ошибки квантования, шум квантования, цифровая фильтрация, ошибки двухуровневого квантования, спектр шума квантования сигма-дельта модулятора, расчет отношения сигнал/шум, нелинейность, стабильность, сигма-дельта модулятор, сигма-дельта АЦП первого порядка, сигма-дельта ЦАП первого порядка, сигма-дельта ЦАП, системы более высокого порядка, примеры сигма-дельта модуляторов, вывод в теоретическом курсе.

# Практическая часть

Вторая глава дипломной работы содержит всего 4 раздела: приложение QUCS, анализ спектра сигма-дельта модулятора первого порядка, анализ спектра сигма-дельта модулятора второго порядка, вывод по практической части.

*Примечание: по ходу выполнения дипломной работы, могут вноситься корректировки по сокращению или увеличению количества разделов.*

# Используемые параметры в работе

Чистота дискретизации ( $f_s$ ), входной сигнал ( $f_a$ ), момент выборки  $e(j)_q$ , дискретизированный сигнал  $U(j)_d$ , квантованный сигнал  $U(j)_q$ , отношение сигнал/шум (SNR), цифровой сигнал процессора (DSR), ошибка квантования  $E(j)_q$ , спектральная плотность мощности ( $S_{dk}$ ), нормированная частота среза ФНЧ ( $\theta_c$ ), порядок модулятора ( $m$ ), коэффициент дискретизации ( $K_{os}$ ), аналоговый входной сигнал ( $V_j$ ), сигнал с выхода ЦАП ( $R_j$ ), мгновенная ошибка квантования  $E(j)$ .



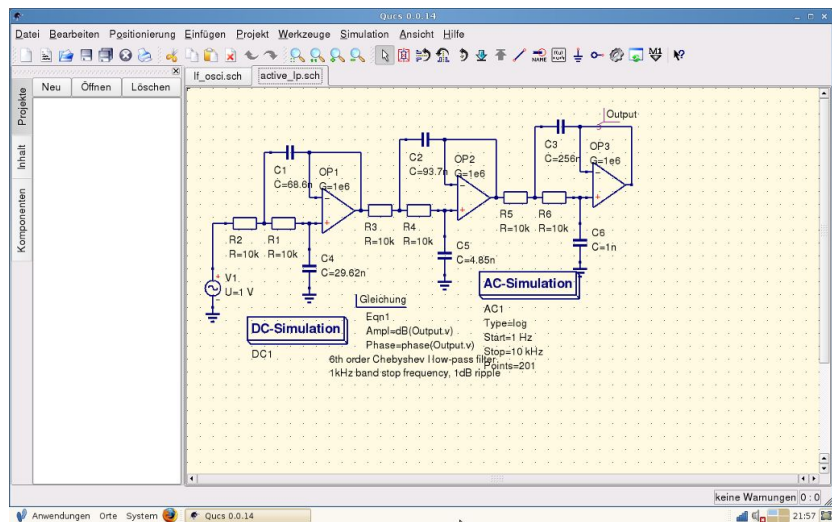
# Приложение QUCS

- Анализ спектра сигма-дельта модулятора 1-го и 2-го порядка будет происходить в приложении QUCS. Программа QUCS – универсальный симулятор электрических цепей, способен смоделировать все типы электронных цепей, как чисто аналоговых или цифровых, так и смешанных. может выполнять различные виды моделирования электронных схем – на постоянном и переменном токе, с разверткой параметра, моделирование процессов во времени и так далее.



# Приложение QUCS

Для упрощения работы с приложением, мною были описаны в ходе дипломной работы основные компоненты программы, условные обозначения, список библиотек, коэффициенты абсолютных значений, типы записи компонентов и т.д.  
Внешний вид программы:



# Используемая литература

Основными источниками литературы для исследования и изучения сигма-дельта модулятора являются:

1. «Мир Электроники. Аналого-цифровые преобразования». - Уолт Кестер. – перевод с английского под редакцией Е.Б. Володина.- Техносфера, Москва 2007г. – 1019 стр.
2. «Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств». – Г.И. Волович. – Москва, 2005г. – 530 стр