

принимают, что все активные потери, вызывающие нагрев, происходят в катушке, т. е. что и потери в стали относятся к катушке. Тогда тепловой баланс катушки переменного тока

$$P_{ст} + P_M = k \times S \times \tau_{уст} \quad (13)$$

$$\Phi_{max} = u/4,44 \times f \times w.$$

Выполненный анализ свойств катушки, как одного из основных составляющих элементов электронных устройств, показывает, что основным направлением при их проектировании, является проведение исследований, связанных с влиянием таких параметров как магнитная проницаемость сердечника, частота источника питания и использование керамических проводов. Такие исследования в настоящий момент не обнаружены.

#### Перечень ссылок

1. Основы теории цепей: Учеб. для вузов /Г.В.Зевеке, П.А.Ионкин, А.В.Нетушил, С.В.Страхов. –5-е изд., перераб. –М.: Энергоатомиздат, 1989. -528с.
2. Малогабаритная радиоаппаратура: Справочник радиолюбителя. Р.М.Терещук, К.М.Терещук, А.Б.Чаплинский. – 3-е изд. – К.: Наукова думка,1975. – 560с.
3. Ферромагнетизм. Акулов Н.С. – М.: 1939.

## ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ СИГМА-ДЕЛЬТА АЦП В МЕДИКОДИАГНОСТИЧЕСКИХ ИИС

Вацнер С.А.

Руководитель: ас Штепа А.А.

Аналогово-цифровой преобразователь (АЦП) - один из самых важных электронных компонентов в измерительном и тестовом оборудовании. АЦП преобразует напряжение (аналоговый сигнал) в код, над которым микропроцессор и программное обеспечение выполняют определенные действия. Даже если Вы работаете только с цифровыми сигналами, скорее

всего Вы используете АЦП в составе осциллографа, чтобы узнать их аналоговые характеристики.

Существует несколько основных типов архитектуры АЦП, хотя в пределах каждого типа существует также множество вариаций. Различные типы измерительного оборудования используют различные типы АЦП. Например, в цифровом осциллографе используется высокая частота дискретизации, но не требуется высокое разрешение. В цифровых мультиметрах нужно большее разрешение, но можно пожертвовать скоростью измерения. Системы сбора данных общего назначения по скорости дискретизации и разрешающей способности обычно занимают место между осциллографами и цифровыми мультиметрами. В оборудовании такого типа используются АЦП последовательного приближения либо сигма-дельта АЦП. Существуют также параллельные АЦП для приложений, требующих скоростной обработки аналоговых сигналов, и интегрирующие АЦП с высокими разрешением и помехоподавлением.

На рис.1. показаны возможности основных архитектур АЦП в зависимости от разрешения и частоты дискретизации.

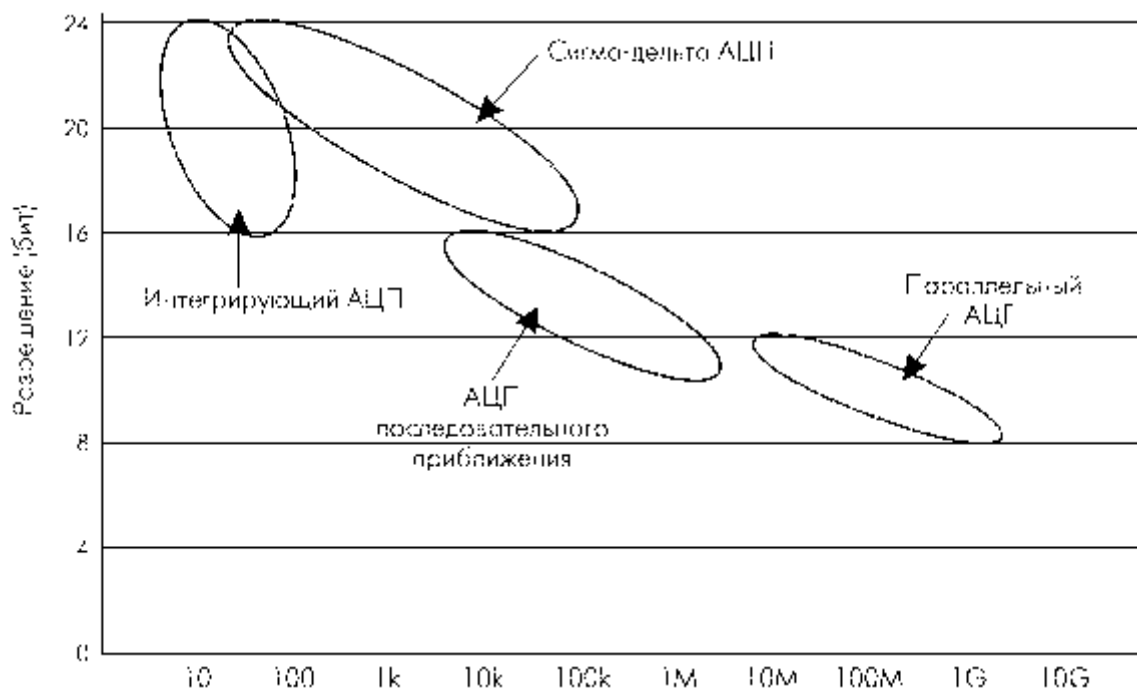


Рисунок 1. Типы АЦП – разрешение в зависимости от частоты дискретизации.

Основными ограничениями и недостатками, присущими классическому подходу при разработке аппаратуры цифровых ЭКГ систем являются:

- прецизионные резисторы во входном каскаде схемы формирования отведений,
- относительно сложные инструментальные входные усилители для подавления синфазной помехи,
- крупногабаритные конденсаторы с малыми токами утечки в ФВЧ,
- ФНЧ высокого порядка для ограничения спектра аналогового сигнала при достаточно низкой частоте оцифровки,
- схемы выборки-хранения и мультиплексор перед входом 12-ти разрядного АЦП, вносящие дополнительные нелинейные искажения, а также фазовый межканальный сдвиг.

По Найквисту [130] частота дискретизации должна быть в два раза больше верхней граничной частоты аналогового сигнала. В сигма-дельта АЦП частота дискретизации во много раз больше удвоенной верхней граничной частоты аналогового сигнала, что позволяет увеличить число значащих разрядов АЦП и улучшить шумовые характеристики преобразования.

С использованием в схемотехнике электрокардиографов сигма-дельта АЦП] в первую очередь решается проблема входного диапазона. Постоянная составляющая на входе ЭКГ компенсируется за счет 5-6 дополнительных бит сигма-дельта АЦП. Последний обеспечивает 17-18 значащих разрядов в требуемой полосе частот, то есть перекрывает динамический диапазон входного сигнала как минимум в 105 дБ. Появляется возможность полностью отказаться от ФВЧ с его крупногабаритными высокостабильными конденсаторами - программным способом реализуется набор качественных цифровых ФВЧ [3, 4] или вообще работа ведется с нулевой нижней частотой, что свойственно приборам для научных исследований [5]. Также возможны программные решения интеллектуальной привязки изолинии отдельно по каждому из каналов на основе избирательного изменения постоянной времени цифрового ФВЧ для обеспечения минимального искажения низкочастотных составляющих кардиосигнала и, в то же время, удержания его в середине

диапазона устройства отображения

В сигма-дельта АЦП аналоговый сигнал квантуется с очень низким разрешением (как правило, 1 бит) на частоте, во много раз превышающей максимальную частоту спектра сигнала. Используя такую методику передискретизации в сочетании с цифровой фильтрацией, можно значительно повысить разрядность. Для снижения эффективной скорости поступления отсчетов на выходе АЦП применяется децимация. Однобитовые сигма-дельта АЦП и ЦАП обладают превосходной дифференциальной и интегральной линейностью благодаря линейности 1-бит квантователя. Здесь не требуется высокоточная лазерная подгонка, как в других архитектурах АЦП

Последовательный интерфейс сигма-дельта АЦП с процессорами аппаратно реализуется очень просто. Например, для связи 24-разрядного трехканального АЦП AD7714 с микроконтроллером 80C51 в простейшем случае требуется всего две линии (рис. 2).

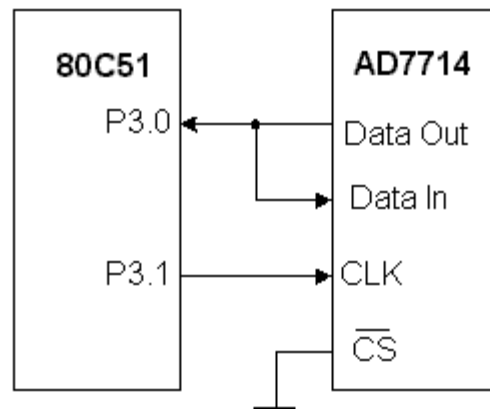


Рисунок. 2. – Подключение сигма-дельта АЦП к микро контроллеру семейства MCS51.

АЦП управляется при помощи нескольких внутренних регистров. Это: регистр обмена, регистр режима, два регистра фильтра, три регистра калибровки нуля шкалы, три регистра калибровки полной шкалы и регистр данных. Данные в эти регистры записываются через последовательный интерфейс; этот же интерфейс позволяет также считывать данные из указанных регистров. Любое обращение к любому регистру должно начинаться с операции записи в регистр

обмена. После включения питания или сброса АЦП ожидает записи в регистр обмена. Данные, записываемые в этот регистр, определяют тип следующей операции (чтение или запись), а также к какому регистру будет идти обращение. Программа взаимодействия микроконтроллера с АЦП включает следующую последовательность операций:

1. Запись в регистр обмена: задается входной канал.
2. Запись в верхний регистр фильтра: устанавливаются 4 старших бита слова фильтра, а также устанавливается биполярный/униполярный режим и длина выходного слова.
3. Запись в нижний регистр фильтра: устанавливаются 8 младших битов слова фильтра.
4. Запись в регистр режима: устанавливается коэффициент усиления, иницируется автокалибровка.
5. Опрашивается сигнал, указывающий на наличие в регистре данных нового результата преобразования.
6. Чтение результата из регистра данных.
7. Циклический повтор действий 5 и 6, пока не будет считано заданное число отсчетов.

#### Перечень ссылок

1. Sigma-Delta (S-D) A/D Converters // New Product Applications 1999, winter edition. Analog Devices, 1998.
2. Application Note AN-283: Sigma-Delta ADCs and DACs // Applications Reference Manual. Analog Devices, 1993.
3. Сигма-дельта АЦП фирмы Analog Devices // Электронные компоненты и системы. Киев: VD MAIS. Май 1996. С. 2025.
4. Швец В., Ниширет Ю. Архитектура сигма-дельта АЦП и ЦАП // CHIP NEWS. 1998. № 2. С. 211.
5. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. Т. 2. М: Мир. 1983.