Введение

Современная бытовая радиоэлектронная аппаратура (БРЭА), без преувеличения, преобразила жизнь людей. Постоянный напряженный поиск ученых и инженеров позволяет готовить производство все новых, еще более совершенных изделий БРЭА.

Объемы, число фирм, занятых производством БРЭА, в странах мира постоянно растут. Идут процессы специализации, национальной и межнациональной кооперации, развивается международное техническое сотрудничество. Вместе с тем, как в любой другой области, нарастают тенденции соперничества, борьбы, конкуренции за новые рынки сбыта. Успех приходит тогда, когда наиболее полно учитывается вся совокупность новых возможностей, правильно определяются запросы и нужды потребителя, обеспечиваются высокие параметры аппаратуры, качество и приемлемые цены. В бытовой электронике сейчас нет авторитетов, нет систем и моделей, которые могли бы обеспечить безоблачные горизонты их производства, и сбыта на много лет вперед.

И все же сейчас в этой области обозначались и интенсивно развиваются несколько основополагающих тенденций, без понимания и учета которых трудно определить перспективные пути исследований, разработок и производства БРЭА. К таким тенденциям, в первую очередь, следует отнести неуклонное движение к интеграции устройств для приема, обработки, хранения и воспроизведения звуковой информации.

Другой тенденцией, тесно связанной с предыдущей, следует считать все более широкое и разнообразное использование в бытовой электронной аппаратуре элементов вычислительной техники и автоматики, микропроцессорных устройств, встроенных ЭВМ и персональных компьютеров, позволяющих дополнить прием, запись и воспроизведение аудиоинформации.

Третья тенденция, во многом являющаяся технической основой для первых двух, - это переход от аналоговых методов представления и обработки информации к цифровым. Эта тенденция является общей для всей радиоэлектронной техники и базируется на фундаментальных принципах информатики.

Переход к цифровой обработке и хранению информации обоснован различием аналогового и цифрового сигнала. Аналоговый, или непрерывный, сигнал может принимать любое значение в пределах динамического диапазона системы звуковоспроизведения. Такой сигнал является аналогом некоторого физического процесса. Это может быть, например, напряжение на выходе микрофона, изменяющееся пропорционально изменению звукового давления, воздействующего на его вход.

В процессе передачи от микрофона к слушателю сигнал претерпевает многочисленные преобразования: многократная перезапись и монтаж мастер-ленты, запись на диск-оригинал или компакт-кассету, передача программы с помощью радиовещательного передатчика, тиражирование пластинок и т.д. К исходному сигналу при этом неизбежно добавляются посторонние воздействия, искажающие его форму: шумы усилительных устройств и носителя записи, помехи эфира, нелинейные искажения, помехи в виде фона, “рокота” и т.д. Неравномерность перемещения носителя записи, отличие скорости при записи и воспроизведении приводят к временным искажениям сигнала. Поскольку исходная форма аналогового сигнала заранее не известна, то все эти искажения устранить практически невозможно.

Иначе дело обстоит с цифровыми, или дискретными, сигналами. В отличие от аналоговых дискретные сигналы принимают лишь строго определенные значения.

Аналоговой звукозаписи присущи следующие недостатки: недостаточный динамический диапазон, особенно в области верхних звуковых частот, повышенные (по современным понятиям) нелинейные искажения, детонация и модуляционные шумы, увеличение всех видов искажений при каждой последующей перезаписи или дублировании.

Каждый из перечисленных недостатков может быть снижен в аналоговом магнитофоне ниже уровня заметности. Однако борьба с каждым из них и в особенности попытка одновременного преодоления их совокупности приводят к недопустимому удорожанию аппаратуры массового потребления. Можно сказать, что аналоговые магнитофоны в лучших своих моделях реализовали все резервы дальнейшего совершенствования. Поэтому в последнее время основное внимание уделяется разработке цифровой технике.

Целью данного курсового проекта является разработка устройства преобразования для цифрового магнитофона.

Обзор литературы

Магнитная звукозапись была изобретена В. Паульсоном в 1898 году. В 1898 году звуковые сигналы записывались на проволоку. В качестве магнитного носителя проволока имела следующие недостатки: она размагничивалась; присутствовало влияние соседних витков друг на друга; зачастую скручивалась. В тридцатые годы была решена проблема записи на магнитную ленту. Развитие магнитной записи имеет очевидное сходство с развитием механической записи. С одной стороны, вся история магнитной записи представляет собой непрерывную гонку за возможно более широким диапазоном частот записи, с другой стороны, - неизменное стремление уменьшить расход носителя (магнитной ленты) за счет увеличения плотности записи на единицу его поверхности.

Однако возможности улучшения качества записи ограничиваются свойствами канала записи-воспроизведения. Как и в случае механической аналоговой записи, дальнейшее улучшение параметров сопровождается непропорционально большими затратами, ведущими к резкому повышению цен на аппаратуру. Все это говорило о том, что развитие звукозаписи находилось на таком уровне, когда нельзя добиться существенного улучшения качества записи с одновременном уменьшении магнитной ленты, используя традиционные методы аналоговой магнитной звукозаписи. Именно эта причина побудила перейти к цифровой записи звука на магнитной ленте.

История магнитной цифровой звукозаписи началась в 1965 года, когда японской радиовещательной корпорацией NHK были начаты исследования, а в 1967 году были проведены опыты по цифровой звукозаписи. Данные работы получили широкую оценку, и было признано целесообразным, продолжать исследования в этом направлении.

В 1970 году началось ускоренное внедрение цифровой звукозаписи в студиях. В основном это были модифицированные видеомагнитофоны формата U-matic с лентой шириной 19 мм. В том же году в ряде стран была начата разработка цифровых магнитофонов с неподвижными головками, обладающих повышенной надежностью по сравнению с видеомагнитофонами благодаря низкой скорости движения ленты относительно головки.

В 1975 году фирмой Sony начаты работы по исследованию возможности цифровой записи звука на бытовой видеомагнитофон. Что позволило на бытовой видеомагнитофон записывать вместо видеопрограммы высококачественную звуковую программу. В 1977 такая приставка, получившая название ИКМ-процессора, поступила в продажу. Через год был выпущен ИКМ-процессор, предназначенный для профессионального использования.

Комбинация из ИКМ процессора и видеомагнитофона получила широкое распространение в профессиональной и полупрофессиональной сфере. Но широкого бытового распространения система не получила. С одной стороны высокая стоимость, с другой большой расход дорогой видеоленты для звукозаписи. Кроме того, большая кассета формата VHS позволяет создавать только стационарные, но не портативные магнитофоны, имеющие наибольшую популярность. Возникла необходимость создания такой системы магнитной цифровой записи, которая обеспечила существенный скачок в уменьшении расхода ленты, а значит, и размеров кассеты при реализации всех преимуществ, какие дает цифровая звукозапись.

В июне 1983 года состоялась конференция по системам цифровой магнитной записи бытового применения. Непременным условием для создания новой системы ставилось значительное уменьшение расхода ленты и размеров кассеты по сравнению с компакт-кассетой. В работе конференции приняла участие 81 фирма, из которых 60 японских. Для выработки требований к системе были созданы две рабочие группы, задачей которых была разработка этих требований к цифровым магнитофонам со стационарной (S-DAT) и с вращающимися (R-DAT) головками.

Цифровая система звукозаписи требует представления входного аналогового сигнала в цифровом виде, а выходного цифрового сигнала - в аналоговом. Преобразование аналогового сигнала в цифровой называется аналогово-цифровым преобразованием, а устройство осуществляющее это преобразование - аналогово-цифровым преобразователем (АЦП). При преобразовании непрерывный аналоговый сигнал переводится в ряд дискретных отсчетов, каждому из которых ставится в соответствие число, характеризующее аналоговый сигнал в этой точке с определенной точностью. Числа, соответствующие отсчетам, переводятся в двоичную систему счисления для представления сигнала в цифровом виде.

Точность представления сигнала зависит от разрядности АЦП. Переход от дискретного сигнала к цифровому, т.е. операция квантования осуществляется в общем случае с ошибкой. Погрешность квантования зависит от разрядности АЦП.

Число уровней квантования и число двоичных разрядов АЦП определяют динамический диапазон преобразования. Динамический диапазон (в дБ) от числа разрядов АЦП или ЦАП определяется выражением:

D=6n + 1,8;

где n - число двоичных разрядов.

Задаваясь требуемым динамическим диапазоном цифровой системы звукозаписи, можно определить необходимое число разрядов преобразования. Чтобы исключить все проблемы, связанные с искажениями и шумами квантования, желательно иметь 18-разрядные ЦАП и АЦП. При этом динамический диапазон составит 110 дБ, а шумы квантования и искажения окажутся за порогом слышимости. Но увеличение разрядности АЦП требует повышения скорости передачи цифрового сигнала, а это, в свою очередь, требует расширения полосы частот записи. К тому же техническая реализация 18-разрядных преобразователей достаточно сложна. С учетом психофизиологических факторов восприятия звуковой информации достаточным является значение динамического диапазона в 90 дБ, что обеспечивается 16-разрядным преобразователем.

Таким образом 14-16 разрядные АЦП и ЦАП позволяют решить задачу высококачественного преобразования аналогового сигнала. Наша промышленность АЦП и ЦАП такой разрядности широко не выпускает. Но не только это заставляет искать пути снижения количества разрядов преобразования, но и стремление к снижению объема запоминающих устройств и уменьшению скорости передачи информации. Такую возможность дает, например, дифференциальный способ преобразования, предусматривающий преобразование разности двух соседних отсчетов сигналов. Однако этот способ имеет существенные недостатки, один из которых – сложность восстановления исходного сигнала при появлении серии ошибок в процессе передачи или записи цифрового сигнала, поэтому он не нашел широкого практического применения.

Недостатки такой дифференциальной импульсно-кодовой модуляции можно в значительной степени устранить, воспользовавшись устройством, в котором в цифровую форму преобразуется сумма входного сигнала и усиленная разность входного сигнала и сигнала, восстановленного после цифрового преобразования.

Об выше написанном можно более подробнее прочитать в литературе [1]. В данной книге описан новый тип радиоэлектронной техники - цифровой звуковой магнитофон. Приведены сведения о принципах работы, схемотехнические и конструктивные особенности, технические и потребительские характеристики цифровых магнитофонов. В доступной и сжатой форме описаны цифровые методы обработки и представления информации. В книге рассказано о структуре и принципах работы цифро-аналоговых и аналого-цифровых преобразователей.

В литературе [2] рассмотрены основные требования к параметрам бытовых усилителей звуковой частоты и эквалайзеров, предназначенных для высококачественного воспроизведения музыкальных программ. Приведены основные технические характеристики и современные методы их реализации.

В литературе [3] приведены электрические параметры и эксплуатационные характеристики отечественных микроэлектронных цифро-аналоговых и аналого-цифровых преобразователей (ЦАП и АЦП). Подробно рассмотрены особенности развития и применения больших и сверхбольших микросхем ЦАП, АЦП и систем обработки информации. Рассмотрены принципиальные и функциональные схемы преобразователей, а также основные электрические параметры данных микросхем. Уделено внимание методам измерения контроля параметров преобразователей.

Приведен сравнительный анализ цифровых и аналоговых методов звукозаписи и показаны преимущества цифровых методов в литературе [4]. Еще в данной литературе рассмотрены специфические особенности, способы и форматы цифровой магнитной записи. Изложены вопросы коррекции, синхронизации и формирования воспроизведенных сигналов. Даны анализ и рекомендации по повышению эффективности систем цифровой звукозаписи, рассмотрены перспективы их развития и применения. Описана структура канала цифровой звукозаписи, основные особенности тракта магнитной записи-воспроизведения и дополнительные источники шумов и помех в этом канале. Рассмотрены способы цифровой магнитной звукозаписи, формирование сигналов и обработка воспроизведенных сигналов.

В литературе [5] приведены общие сведения о цифровых интегральных микросхемах и конструктивных особенностях. Описаны интегральные схемы транзисторно-транзисторной логики, наиболее распространенные цифровые интегральные схемы на основе КМДП-транзисторов, самые быстродействующие микросхемы на основе эмитарно-связанной логики. Одна из глав книги посвящена интегральной инжекционной логике. Приведены основные параметры рассматриваемых интегральных схем, которые сведены в таблицы по разделам. Для полного понимания работы микросхем среднего уровня интеграции во многих случаях приводятся их структурные схемы, а также принципиальные схемы основных элементов.

В литературе [6] рассматриваются современные и перспективные средства цифровой записи звука. Описываются принципы действия цифровых магнитофонов, комплектов цифровой записи звука на аналоговых видеомагнитофонах, устройств цифровой оптической записи и воспроизведения звука. Излагаются вопросы цифровой записи звука, электронного монтажа цифровых фонограмм, а также применение перспективной цифровой аппаратуры записи звука. Приводятся структурные и принципиальные схемы устройств и их отдельных узлов.

Изложение основных положений единой системы конструкторской документации (ЕСКД) приведено в литературе [9]. В данной книге также описаны общие правила выполнения схем, чертежей изделий, изготовляемых с применением электрического монтажа. Приведены условные графические обозначения электрических схем, что в значительной мере упрощает поиск нужной информации, а также черчение схем.

В литературе [7], [8] приведены электрические параметры, габаритные предельные эксплуатационные размеры и другие характеристики отечественных серийно выпускаемых интегральных схем широкого применения. Даны новые схемы включения, указаны зарубежные аналоги.

В литературе [10] рассматриваются вопросы цифровых (комбинационных и последовательностных на основе микросхем) и аналоговых (на базе операционных усилителей) устройств различного функционального назначения; методы синтеза этих устройств, используемых в инженерной практике. Приводятся программы по изучению ряда таких устройств.

Описание работы структурной схемы

Структурная схема цифрового канала звукозаписи изображена в приложении.

Источник информации, например, микрофон, формирует случайное сообщение. Сообщение подается на фильтр низкой частоты, который обрезает высокочастотную составляющую. Далее сообщение поступает на преобразователь источника, где преобразуется в случайную цифровую последовательность. В наиболее простом виде преобразователь источника представляет собой аналого-цифровой преобразователь. В более общем случае он является устройством для отображения выборок в слова, т. е. в последовательность цифр или символов. Преобразователь источника может быть предназначен, например, для уменьшения избыточности, почти неизменно присутствующей в необработанных данных.

Затем сообщение поступает на перекодер, который может и отсутствовать. Кодер тракта магнитной записи-воспроизведения предназначен для того, чтобы внести избыточность в передаваемое сообщение. Это позволяет правильно его опознать на приемном конце, несмотря на некоторые ошибки, которые могут произойти при передаче или при порче носителя информации.

Если кодированию подвергается каждый символ сообщения, то кодер называют поэлементным, если кодированию подвергается группа символов – групповым.

Затем информация передается в оперативное запоминающее устройство (ОЗУ).

Далее сообщение поступает на модулятор, функция которого состоит в преобразовании последовательности символов на выходе перекодера в сигнал цифровой магнитной записи. Этот сигнал должен отличаться высокими информационной эффективностью и помехоустойчивостью в специфических условиях. В общем случае каждый сигнал цифровой магнитной записи представляет собой преобразованный для передачи с помощью абсолютных или относительных способов модуляции несущую гармонической или прямоугольной формы, или несущую нулевой частоты. затем сообщение записывается на носитель.

При воспроизведении звукового сообщения с носителя, сообщение сначала поступает на демодулятор, который преобразует ограниченный сигнал в последовательность символов, чаще всего двоичных. Структура демодулятора определяется типом сигнала и условиями записи-воспроизведения. Затем через ОЗУ информационная двоичная последовательность, снимаемая с выхода демодулятора, преобразуется декодером в тот вид, который был на выходе декодера. Преобразователь преобразует поступающую на его вход цифровую последовательность в последовательность импульсов различной амплитуды, которые через фильтр поступают к получателю информации.

В данной курсовой работе разработана аналогичная структурная схема, но без кодера и декодера. Отсутствие кодера и декодера объясняется тем, что после кодирования информация занимает больше места на носителе и в ОЗУ, следствием чего является наращивание ОЗУ, что приводит к удорожанию бытовой радиоаппаратуры. А уменьшение объема информации на носителе, приводит к увеличению числа носителей.

Описание работы функциональной схемы

Информация подается на фильтр низкой частоты, который обрезает высокочастотную составляющую. Далее сообщение поступает на аналого-цифровой преобразователь. Способ преобразования аналоговой информации в цифровую, предложенный в данной курсовой работе импульсно кодовой модуляцией (ИКМ), дополненный многоуровневой дельта-модуляцией. Соответственно повышение качества преобразования по сравнению с обычной ИКМ тем заметнее, чем лучше используется это дополнение, но всегда не хуже исходной ИКМ. Предложенный способ при определенных условиях позволяет с 6-8 разрядами цифрового кода получить такое же высокое качество преобразования, как при обычной ИКМ с 14-16 разрядами. Функциональная схема устройства приведена в приложении 2.

Входной сигнал через фильтр низкой частоты поступает на входы сумматоров U1 и U2. Выходной сигнал сумматора U1 преобразуется последовательным АЦП U3 в цифровую форму с частотой квантования fT причем цифровое значение предыдущей выборки сохраняется на выходе АЦП до следующей выборки и изменяется в момент прихода тактового импульса. В цифровом виде сигнал используется для передачи через ОЗУ на запись или воспроизведение, после чего восстанавливается с помощью ЦАП U6 и фильтра нижних частот (ФНЧ) Z2.

Помимо ОЗУ сигнал в цифровой форме поступает на дополнительный ЦАП U4, где после ФНЧ Z1 восстанавливается в исходную аналоговую форму, сравнивается с входным аналоговым сигналом сумматором U2, а полученная разность усиливается и поступает на сумматор U1 вместе с входным сигналом. Дополнительные ЦАП U4, фильтр низкой частоты Z1, сумматор U2 и усилитель A1 образуют петлю обратной связи, которая позволяет существенно снизить возникающие в процессе преобразования искажения сигнала и повысить разрешающую способность преобразования.

На выходе сумматора U1 будет действовать напряжение:

; (1)

где − напряжение входного сигнала;

 − напряжение на выходе ФНЧ Z1;

 − напряжение на выходе ЦАП U4;

 − коэффициент передачи ФНЧ Z1;

Напряжение на выходе ФНЧ Z1;

; (2)

Из формулы (2) следует, что напряжение на выходе ФНЧ Z1 тем точнее повторяет входное напряжение, чем больше . Так как выходное напряжение ЦАП U4, может принимать только дискретные значения, т. е. почти никогда точно не совпадает с напряжением входного сигнала, то процесс преобразования протекает таким образом, что входной сигнал и сигнал на выходе ФНЧ совпадает в среднем, причем функцию усреднения выполняет ФНЧ. В результате на выходе ФНЧ появляется восстановленный из цифрового кода исходный аналоговый сигнал с наложенной высокочастотной составляющей, амплитуда которой зависит от соотношения частоты дискретизации и частоты среза ФНЧ. Количественно уменьшение высокочастотных составляющих при увеличении соотношения определяется способностью ФНЧ подавлять высокочастотные составляющие сигнала. Хорошо их подавляют фильтры высокого порядка, однако они вносят большой фазовый сдвиг на высоких частотах, что при увеличении коэффициента усиления может привести к самовозбуждению устройства преобразования на этих частотах. Поэтому не рекомендуется использовать фильтры выше второго порядка, а лучше всего первого порядка. В этом случае при увеличении соотношения уровень высокочастотных составляющих прямо пропорционально снижается, что позволяет при увеличении коэффициента усиления прямо пропорционально увеличивать точность преобразования малых изменений сигнала, т. е. повысить разрешающую способность преобразования. Кроме того, снижение уровня высокочастотных составляющих приводит к снижению шума квантования.

Для получения качественного преобразования ЦАП и ФНЧ в петле обратной связи и на выходе устройства должны иметь идентичные параметры. Значение выбирается максимально большим, но обеспечивающим устойчивую работу цифрового преобразователя, причем значение может быть тем больше, чем больше отношение . учитывая сказанное, можно приблизительно оценить выигрыш, получаемый от использования предлагаемого устройства. Например, если , то это эквивалентно повышению разрешающей способности преобразования в 2 раза, т. е. соответствует прибавлению одного разряда ИКМ. Соотношение же эквивалентно добавлению сразу шести разрядов ИКМ и т. д.

Поднять отношение можно двумя способами либо увеличения, либо уменьшая . Для практического использования этих рекомендаций необходимо хорошо представлять ограничения, накладываемые как на возможность увеличения , так и на возможность уменьшения .

При использовании ИКМ частота должна в два или более раз превышать верхнюю частоту преобразуемого сигнала, что следует из теоремы Котельникова. Для уменьшения скорости передачи информации всегда стремятся выбирать как можно ниже, т. е. берут ее в два раза выше верхней частоты спектра сигнала. Поэтому повышать частоту в предполагаемом устройстве можно в тех случаях, когда не используется передача информации по каналам связи и запись ее на носители, например в цифровых линиях задержки, цифровых фильтрах и т. д.

Если необходимо иметь частоту минимально возможной, то улучшить качество преобразования можно снижая частоту . При этом появляется возможность увеличить и за счет обратной связи компенсировать частотные искажения, так как согласно формуле (2) напряжение на выходе ФНЧ тем точнее будет повторять входное напряжение, чем больше величина . Однако максимальный уровень сигнала на выходе ФНЧ, а значит, и устройства преобразования будет в этом случае зависеть от частоты.

Чем выше частота сигнала по сравнению с , тем меньше максимальный уровень выходного сигнала устройства преобразования, что видно из формулы (2). Действительно если учесть, что

 (3)

 (4)

Из последней формулы следует, что напряжение на выходе ЦАП будет увеличиваться обратно пропорционально уменьшению . Но так как напряжение на выходе ЦАП повторяет напряжение на выходе АЦП, то преобразование сигнала с частотой выше ФНЧ будет происходить с усилением обратно пропорциональным , т. е. с подъемом высших частот, и поэтому на этих частотах раньше будет достигнут максимальный уровень преобразования. Это означает, что частоту среза ФНЧ в данном случае необходимо выбирать не в соответствии с верхней частотой сигнала, а в соответствии со спектральной плотностью сигнала. Например, согласно формуле (2), для музыкальных сигналов максимальная мощность снижается до 6 дБ на октаву, начиная с частоты 2…4 кГц. Поэтому, если в устройстве использовать ФНЧ первого порядка с частотой , равной 2…4 кГц, то хотя преобразование и будет идти с подъемом частот выше 2…4 кГц на уровне 6 дБ на октаву, это не будет вызывать перегрузки на высших частотах, но позволит существенно улучшить качество преобразования.

С выхода цифровой линии задержки, сигнал поступает на буферный регистр. Он считывает информацию с линии задержки и удерживает ее на входе ЦАП, в течение периодов тактовых импульсов. Затем сигнал поступает на ЦАП, где преобразуется в аналоговый сигнал. Выходной сигнал ЦАП фильтруется ФНЧ и поступает на выход преобразователя для цифрового магнитофона.

Описание работы принципиальной схемы

В приложении 2 приведена электрическая схема рассмотренного выше устройства преобразования аналоговых сигналов. Работает оно следующим образом. Через ФНЧ с частотой среза 15 кГц на ОУ DA1.1 входной сигнал поступает на один из входов сумматора –ограничителя на ОУ DA1.2 выходной сигнал последнего никогда не превышает значения напряжения, допускаемого для преобразования АЦП, выполненного на микросхеме DA3. На ее вход сигнал поступает через устройство выборки – хранения на микросхеме DA2, также обеспечивающей нормальную работу АЦП.

В АЦП сигнал преобразуется в цифровую форму и поступает на цифровую линию задержки DT1. Он может быть использован также в цифровой форме для записи на магнитофон, передачи по линии связи и т. д. Одновременно выходной сигнал АЦП поступает на вход ЦАП на микросхемах DA5, DA7, а затем уже в аналоговой форме – на выход ФНЧ первого порядка на микросхеме DA6.1. Микросхема DA6.2 обеспечивает вычитание выходного сигнала ФНЧ из входного сигнала и усиление полученной разности до необходимого значения. Сопротивление резисторов R21 и R24 выбраны такими, чтобы в точке вычитания (вывод 6 в микросхеме DA6.2) соблюдалось равенство уровня входного сигнала ФНЧ. С выхода микросхемы DA6.2 через резистор R8 сигнал поступает на вход сумматора на ОУ DA1.2. На DA4 собран источник опорного напряжения для АЦП.

Микросхема DD1 выполняет функцию формирователя тактовых импульсов с частотой , сигнал регулируемый резистором R14.

С выхода цифровой линии задержки, синхронизированной тактовыми импульсами , сигнал поступает на буферный регистр, собранный на микросхемах DD2, DD3. Он в нужные моменты времени считывает информацию с линии задержки и удерживает ее на входе ЦАП, выполненного на микросхемах DA8, DA9.1. в течении периода тактовых импульсов. Выходной сигнал ЦАП фильтруется ФНЧ на микросхеме DA9, идентичным ФНЧ на DA6.1, что позволяет получить практически одинаковые аналоговые сигналы на выходах этих фильтров. Полученный сигнал может быть использован в качестве выходного, однако для снижения уровня высокочастотных составляющих с частотой этот сигнал дополнительно фильтруется ФНЧ четвертого порядка на микросхеме DA10.

Описание ИМС

В данной курсовой работе используются следующие интегральные микросхемы:

* К572ПА1А1
* К1108ПВ1Б
* К574УД2А
* К1100СК2
* К140УД6
* К561ЛН2
* К561ИР6
* К561ТМ2

Микросхема К572ПА1А.

# Микросхемы умножающего ЦАП типа К572ПА1А являются универсальным структурным звеном для построения микропроцессорных ЦАП, АЦП и управляемых кодом делителей тока. Благодаря малой потребляемой мощности, достаточно высокому быстродействию, небольшим габаритным размерам данная микросхема находит широкое применение в различной аппаратуре.

# Микросхема ЦАП К572ПА1А предназначена для преобразования 10 – разрядного прямого параллельного двоичного кода на цифровых входах в ток на аналоговом выходе, который пропорционален значениям кода и опорного напряжения. На рис.2 изображено условное обозначение и цоколевка микросхемы К572ПА1А. На рис.3 приведена функциональная схема этого ЦАП.

В состав ИС ЦАП входит поликремневая резисторная матрица (РМ), усилители-инверторы (УИ) для управления токовыми ключами.

Электрические параметры при температуре:

Число разрядов………………………………………….…..10

Время установления выходного тока, мкс………………...<5

Выходной ток смещения нуля, нА………………………<100

Абсолютная погрешность преобразования в конечной точке шкалы……………………………………………..от–30 до 30

Выходной ток, мА………………………………………...<3,5

Ток потребления, мА……………………………….………<2

Входной ток по цифровым входам, мкА………………….<1

Рис.2. Условное обозначение и цоколевка ИМС К572ПА1А.

Рис.3. Упрощенная функциональная схема К572ПА1А.


## Микросхема К1108ПВ1Б

К1108ПВ1Б является функционально завершенным АЦП, сопрягаемым с микропроцессором. Микросхема рассчитана на преобразование однополярного входного напряжения в диапазоне от 0 до 3В, подаваемого на вход через внешний ОУ и УВХ при максимальной частоте преобразования 1,1МГц. Условное обозначение и функциональная схема К1108ПВ15 приведены на рис.4 и рис.5 соответственно.

Основные электрические параметры:

Число разрядов………………………………………………..10

Время преобразования, мкс……………………………...…<0,9

Частота преобразования, МГц…………………….от 0,4 до 1,5

Время преобразования в режиме укороченного цикла, мкс………………………………………………………………….<0,75

Напряжение смещения нуля на входе, мВ……….от –20 до 20

Выходное напряжение внутреннего ИОН, В…….от 2,4 до 2.8

Выходное напряжение низкого уровня, В...………………<0,4

Выходное напряжение высокого уровня, В……………….>2,4

Ток потребления от внешнего источника. опорного напряжения, мА………………………………………………………………………………..<7

Входной ток в процессе преобразования, мА………………………….<6

Рис.4. Условное обозначение и цоколевка К1108ПВ1Б.

Рис.5. Функциональная схема АЦП К1108ПВ1Б.

Микросхема К574УД2А.

Микросхема представляет собой двухканальные быстродействующие операционные усилители. Ее условное графическое изображение и цоколевка приведено на рис.7 , а принципиальная электрическая схема на рис.6.

Электрические параметры:

Номинальное напряжение питания………………………±15В

Ток потребления……………………………………………5мА

Максимальное выходное напряжение…………………>10В

 Входной ток ……………………………………………….<1нА

Разность входных токов………………………………...<0,5нА

Частота единиц усиления………………………………...1МГц

Коэффициент усиления…………………………………..25000

Рис.6. Принципиальная схема К574УД2А.

Рис.7. Условное обозначение и цоколевка К574УД2А.

Микросхема К140УД6.

Интегральная схема представляет собой операционные усилители общего назначения с внутренней частотной коррекцией и защитой выхода при коротких замыканиях нагрузке.

Основные электрические параметры:

Номинальное напряжение питания двухполярное……...±15В

Ток потребления……………………………………………4мА

Напряжение смещения нуля, не более…………………±10мВ

Входной ток, не более…………………………………...100мА

Разность входных токов, не более……………………….25нА

Коэффициент усиления, не менее………………………30000

Выходное напряжение, не менее…………………………±11В

Рис.8. Условное обозначение и цоколевка К140УД6.

Рис.9. Принципиальная схема К140УД6.


### Микросхема К1100СК2.

Микросхема К1100СК2 – это устройство выборки хранения, ее условное обозначение и цоколевка приведены на рис.10.

Электрические параметры:

## Напряжение питания ……………………………………..±12В

Ток потребления, не более…………………………………7мА

Типовое значение…………………………………………..4мА

Время выборки, не более…………………………………10мкс

Типовое значение…………………………………………..5мкс

Коэффициент усиления, не более………………………....1

Прямое прохождение информации в режиме хранения, не более………………………………………………………………….80дБ

Типовое значение……………………………………………..100дБ

Время установления типового значения……………….0,4мкс

Рис.10. Условное обозначение и цоколевка микросхемы К1100СК2

Микросхема К561ТМ2.

Микросхема К561ТМ2 содержит два двухтактных D-триггера. Условное обозначение и цоколевка К561ТМ2 приведены на рис.11, а структурная схема двухтактного D-триггера – рис.12.

Табл.1. Основные параметры микросхемы

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ,В | ,В | ,В | ,мкА | ,мА | ,мА | ,мкА | ,нс | ,нс | ,пФ | ,мГц |
|  5 | 0,8 | 4,2 |  -  | 0,5 | 0,25 |  -  | 420 | 420 |  - |  - |

Рис.11. Условное обозначение и цоколевка микросхемы К561ТМ2

Рис.12 Принципиальная схема двухтактного D – триггера.


### Микросхема К561ЛН2.

Микросхема К561ЛН2 содержит шесть буферных инверторов.условное обозначение ИС и ее цоколевка изображены на рис.13.

Рис.13. Условное обозначение микросхемы К561ЛН2.

Табл.2. Основные параметры К561ЛН2.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ,В | ,В | ,В | ,мкА | ,мА | ,мА | ,мкА | ,нс | ,нс | ,пФ | ,мГц |
|  5 | 0,95 |  3,6 |  -  |  2,6 | 1,25 |  -  | 120 | 110 |  - |  - |

Микросхема К561ИР6.

#### Микросхема К561ИР6 содержит восьмиразрядный регистр сдвига с последовательным и параллельным вводом информации. Кроме этого регистр имеет переключатель направления обмена информацией. Условное обозначение и цоколевка микросхемы изображены на рис.14, а его структурная схема на рис.15.

Рис.14. Условное обозначение и цоколевка К561ИР6.

Табл.3. Основные параметры К561ИР6

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ,В | ,В | ,В | ,мкА | ,мА | ,мА | ,мкА | ,нс | ,нс | ,пФ | ,мГц |
|  5 | 0,8 | 4,2 |  -  | 0,05 | -0,02 |  50  | 1250 | 1250 |  - |  - |

Рис.15. Структурная схема регистра сдвига К561ИР6.

Заключение

В ходе данной курсовой работы было разработано устройство преобразования цифровой информации в аналоговую и аналоговой – в цифровую. Принцип работы, на котором реализовано данное устройство, можно назвать импульсно-кодовой модуляции, дополненной многоуровневой дельта-модуляцией. Поэтому данный способ преобразования заметно превосходит, как дельта-модуляцию, так и импульсно-кодовую модуляцию. Основой устройства преобразования являются АЦП и ЦАП.

Данное устройство преобразования может быть использовано не только в цифровых магнитофонах, но и в другой цифровой технике.

Литература

1. Золотухин И.П., Изюмов А.А., Райзмон М.М. Цифровые звуковые магнитофоны. – Томск 1990
2. Чечик А.М., Шоров В.И., Зюренко Ю.И. Высококачественное воспроизведение фонограмм. – М.: Радио и связь, 1991.
3. Федорков Б.Г., Телец В.А. Микросхемы ЦАП и АЦП: функционирование, параметры, применение. – М: Энергоатомиздат, 1990.
4. Розоринов Г.В., Свяченый В.Д. Устройства цифровой магнитной звукозаписи. – К.: Техника, 1991.
5. Богданович М.И., Грель И.Н., Дубина С.А., Прохоренко В.А., Шалимо В.В. Цифровые интегральные микросхемы: Справочник/ 2-е изд., перераб. и доп. – Мн.: Беларусь, Полымя. 1996.
6. Щербина В.И. Цифровая звукозапись. – М.: Радио и связь, 1989.
7. Новаченко И.Е., Петухов В.М., Блудов И. П., Юровский А.В. Микросхемы для бытовой радиоаппаратуры: Справочник – М.: КУбК-а, 1996.
8. Новаченко И.В., Телец В.А., Краснодубцев Ю.А. Интегральные схемы для бытовой радиоаппаратуры: Справочник. Дополнение четвертое: - М.: Радио и связь,1995.
9. Усатенко С.Т., Качеток Т.К., Терехова Н.В. Выполнение электрических схем по ЕСКД: Справочник. М.: Издательство стандартов, 1989.

10. Мулярчик С.Г. Интегральная схемотехника. – Мн.: Изд. БГУ, 1983.