Содержание

Введение

1. Выбор и обоснование структурной схемы
2. Расчёт оконечного каскада
3. Расчёт предоконечного каскада
4. Расчёт нелинейных искажений
5. Промежуточный усилитель
6. Расчёт регулятора усиления
7. Расчёт регулятора тембра
8. Расчёт предварительного усилителя – корректора

Заключение

Список использованной литературы

Приложение

Введение

В данной курсовой работе проектируется усилитель воспроизведения электропроигрывателя. Усилитель воспроизведения электропроигрывателя предназначен для усиления и частотной коррекции сигнала магнитного звукоснимателя с целью получения стандартного уровня выходного сигнала. В настоящее время электропроигрыватели практически не используются, на их смену пришли более современные устройства, такие как аудио CD,MP3 проигрыватели. Вместо иглы и магнитного звукоснимателя теперь используется принцип считывания информации с помощью лазерной головки. Качество воспроизведения электропроигрывателя намного уступает сегодняшним аналогам. В основном это связано с узкой полосой пропускания, большими размерами устройства и недолговечностью хранимой информации. Для улучшения качества усилителя я использую двойные операционные усилители, также необходимо стремиться к получению минимального уровня собственных шумов.

1. Выбор и обоснование структурной схемы

Проектирование усилительного устройства начинается с составления структурной схемы и выбора её элементов исходя из предъявленных к усилительному устройству требований. Структурная схема усилительного устройства (рис. 1) в общем случае содержит источник сигнала и нагрузку усилителя, входные и выходные цепи, каскады предварительного усиления и оконечный каскад, а также цепи обратной связи и источник питания. В данной курсовой работе структурная схема состоит из источника сигнала, нагрузки, усилителя – корректора, регулятора тембра и громкости, промежуточного усилителя, усилителя мощности, цепи обратной связи и источника питания.



Рис. 1

Источник сигнала и нагрузка заданны. Источником сигнала является магнитный звукосниматель, а нагрузкой усилителя является звуковая колонка с общим сопротивлением 8 Ом. Источник питания от сети 220 В. В ходе проектирования усилителя возникла необходимость введения отрицательной обратной связи. Отрицательная обратная связь служит для уменьшения нелинейных искажений (для уменьшения коэффициента гармоник).

Все каскады строятся на основе операционных усилителей. Основное назначение ОУ – это построение устройств с фиксированным коэффициентом усиления. Для промежуточного каскада выбираем микросхему КР1408УД1. Ввиду большого коэффициента усиления ОУ и включения ОУ с обратной связью, возникает необходимость применения цепей частной коррекции для устранения самовозбуждения и компенсации напряжения смещения нуля с помощью внешнего подстроечного резистора.

Регулятор тембра реализован на базе микросхемы ОУ К157УД2, имеющего большое входное сопротивление и высокий коэффициент усиления. В области средних частот коэффициент передачи по напряжению , что является достоинством данного типа регулятора тембра.



Регулировка усиления согласно техническому заданию 30дБ имеет достаточно большую глубину регулировки громкости. Для получения высокой линейности выбираем схему регулировки громкости на ОУ К157УД2.



Выбираем бестрансформаторный оконечный каскад, работающий в режиме АВ. Так как в них отсутствуют вносимые трансформатором частотные, переходные и нелинейные искажения, уменьшены габариты, масса и стоимость каскада, а также исключаются потери мощности в трансформаторе и искажения, вызываемые отсечкой тока в режиме АВ. В такой схеме используется симметричное питание от двух источников питания. При этом по постоянному току, т. е. по отношению к источнику питания, транзисторы включены последовательно, а по переменному току – параллельно. Выполнение схемы на комплементарных транзисторах, т. е. двух транзисторах разной проводимости, позволяет обойтись без инверсного каскада. При возбуждении каскада однофазным напряжением инверсия осуществляется за счёт различного типа проводимости транзисторов, так как сигнал, открывающий транзистор n-p-n, будет закрывать транзистор типа p-n-p. Транзисторы работают попеременно, каждый в течении одного полупериода, что соответствует двухтактному режиму АВ.

2. Расчёт оконечного каскада

При расчёте оконечного каскада основными исходными величинами являются мощность усилителя , сопротивление его нагрузки,нижняя и верхняя рабочие частоты и , коэффициент гармоник . Заданная мощность в нагрузке обеспечивается выбором напряжения источника питания и типом оконечных транзисторов.



1) Рассчитываем необходимое значение напряжения источника питания, задаваясь величиной коэффициента использования напряжения и :



2) Расчёт амплитуды коллекторного тока и напряжения на нагрузке:



3) Постоянное и переменное напряжение в выходной цепи каскада создают максимальное напряжение между коллектором и эмиттером:



4) Максимальная мощность, рассеиваемая на коллекторе одного транзистора в режиме Б, равна



Предельная частота оконечных транзисторов должна быть в 2...3 раза выше верхней рабочей частоты, т. е.



По рассчитанным данным выбираем комплементарную пару транзисторов VT3, VT4. При этом рассчитанные данные не должны превышать соответствующих максимально допустимых данных выбранного типа транзистора.



Из справочника также находим и характеристики выбранных транзисторов. КТ-817 Б - n-p-n проводимость



КТ-816 Б - p-n-p проводимость



5) На выходных характеристиках транзисторов проводим нагрузочную прямую через точки :

и



По площади треугольника со сторонами определяем фактически отдаваемую оконечными транзисторами мощность:



То есть заданная мощность в нагрузке обеспечивается.

Уточняем фактический коэффициент использования напряжения:



Для каждого транзистора по выходным характеристикам определяем амплитуду базового тока , соответствующую амплитуде .



КТ 816 Б: 40 мА



КТ 817 Б: 80 мА



3. Выбор предоконечных транзисторов

Амплитуда переменной составляющей тока коллектора предоконечных транзисторов:

КТ 816 Б:



КТ 817 Б:



Выберем



Для того, чтобы получить достаточно низкий уровень переходных искажений, выбираем наименьшую допустимую величину тока покоя:



Тогда сопротивления резисторов R20 и R21 будут равны (падение напряжения на резисторах R20 и R21 порядка 0,4 В):



Мощность, рассеиваемая на каждом предоконечном транзисторе при отсутствии сигнала, равна . Так как базовая цепь оконечных транзисторов потребляет мощность , то предоконечные транзисторы с учётом потерь в резисторах R20 и R21 должны отдавать мощность , что приводит к дополнительному рассеиванию мощности . В результате предоконечные транзисторы выбираем по величине максимальной рассеиваемой мощности:



Кроме того, при выборе транзисторов учитываем величины и .



По рассчитанным данным выбираем комплементарную пару транзисторов VT1 и VT2 с идентичными характеристиками:

КТ 814 А – p-n-p проводимость



КТ 815 А –n-p-n проводимость



Определив по справочнику величину , рассчитываем токи базовой цепи:



По входным характеристикам для транзисторов VT1 и VT2 определяем величины , , и .



Находим напряжение смещения между базами транзисторов VT1 и VT2:

,



где



Напряжение смещения обеспечивается диодами. Для того чтобы при максимальном входном сигнале диоды не запирались, выбираем ток смещения:



Для обеспечения малого значения тока покоя транзисторов между базами транзисторов VT1 и VT2 следует приложить постоянное напряжение . Это достигается с помощью диодов, установленных в цепи управления базы VT1 и VT2. Резисторы R22 и R23 задают необходимый ток смещения.



По статическим характеристикам выбранного типа диода находим соответствующее току напряжение на диоде. Сопоставляя последнюю величину с напряжением , определяем необходимое число диодов, нам необходимо 2 диода.



Выбираем диоды типа Д9Е.



Выберем R22=R23=2 кОм

4. Расчёт нелинейных искажений

Для определения нелинейных искажений оконечного каскада необходимо построить сквозную динамическую характеристику, устанавливающую зависимость тока в нагрузке от входного напряжения каскада , т. е. . Обычно вначале строится сквозная характеристика только для одного плеча, а затем с учётом возможной асимметрии плеч строится характеристика для каскада в целом. Связано это с тем, что весьма большая глубина обратной связи в таких схемах эффективно нивелирует малые расхождения в действительной форме характеристик плеч. С учётом присущей эмиттерному повторителю обратной связи входное напряжение:



Для построения сквозной характеристики одного плеча достаточно трёх точек. Первая точка соответствует току и входному напряжению:



Для второй точки может быть выбрано значение тока . По выходным характеристикам оконечного транзистора определяем ток , а по входным характеристикам – напряжение .



Третья точка соответствует значениям тока

и .



1)



Для КТ816Б:



КТ817Б:



2)



КТ816Б:



КТ817Б:



3)



КТ816Б:



КТ817Б:



По трём точкам строим сквозную характеристику для одного плеча. Ток соответствует амплитуде входного сигнала:



Значения токов являются исходными для определения сквозной динамической характеристики.



Так как параметры оконечных транзисторов отличаются не более чем на %, то при определении сквозной динамической характеристики каскада в целом следует принимать коэффициент асимметрии b=0,15



Рассчитаем коэффициент гармоник методом пяти ординат. Для этого, пять значений тока, необходимых для расчёта по методу пяти ординат, определяются исходя из токов плеча на основе следующих выражений:



Средние значения тока и амплитуды токов гармоник получаются из следующих выражений:



Выполним проверку:



0,23+2,34+0,175+0,07-0,055=2,76

Коэффициент гармонических нелинейных искажений (или коэффициент гармоник) каскада определяется из выражения:



Обозначим .



Сравним рассчитанную величину коэффициента гармоник с заданной величиной .



Необходимо принять меры по снижению коэффициента гармоник, для этого оконечный каскад совместно с промежуточным каскадом охватываем отрицательной обратной связью.

Определяем необходимую глубину обратной связи:



Выберем F=5.

С учётом глубокой ООС:



Последнее выражение для удовлетворяет техническому заданию.



5. Промежуточный усилитель

Промежуточный усилитель собран на ОУ КР1408УД1, который имеет повышенные выходные характеристики.

Промежуточный усилитель предназначен для согласования между предварительными каскадами усиления и регуляторов громкости и тембра с усилителем мощности. Коэффициент усиления промежуточного усилителя должен обеспечить на выход амплитуду сигнала не менее величины входного напряжения предоконечного каскада. При этом оба каскада охвачены ООС , а промежуточный каскад выполнен на ОУ в неинвертирующем включении. Коэффициент усиления по напряжению на средних частотах равен:



Так как неинвертирующий вход связан с общей шиной резистором балансировки R25, то разность напряжений между входами ОУ будет равна входному напряжению смещения. Более точную регулировку балансировки напряжения смещения на выходе оконечного каскада выполняется с помощью балансировочного резистора R28=10 кОм. Так как входное сопротивление ОУ очень большое 6 МОм, то промежуточного усилителя определяется величиной резистора балансировки R25. При включении регулятора тембра между входными и промежуточными усилителями величина резистора R25 выбирается по результатам расчёта регулятора тембра из условия, чтобы характеристики регулятора не искажались из-за шунтирующего действия этого резистора. Выберем R25=47 кОм.



Так как оконечный каскад совместно с промежуточным каскадом охвачен ООС, то коэффициент передачи цепи ОС равен:

, где - глубина ООС;



- коэффициент передачи по напряжению цепи ОС; - исходный коэффициент передачи по напряжению каскадов, охваченных ОС.



, где F=5 найдено ранее, выбираем равным 1,8 , меньше выбирать нежелательно, так как это приводит к росту входного напряжения на инвертирующем входе ОУ.



При выбираем R24=100кОм и R27=130кОм.



Для снижения влияния по симметричному источнику питания работы усилителя мощности на входные каскады усилителя, после запитки промежуточного усилителя снижаем напряжение до . Для этой цели выбираем стабилитроны КС515А при этом ток стабилизации 5мА.



Тогда рассчитываем значения резисторов R29 и R30:



Выберем R29=R30=620 Ом.

6. Расчёт регулятора усиления

Схема регуляторов собрана на двух ОУ микросхемы К157УД2.

По техническому заданию необходимо обеспечить плавную регулировку усиления на 30 дБ.



Конденсаторы С11 и С10 берём согласно схеме включения микросхемы К157УД2, возьмём С11=С8=27 пФ.

Рассчитаем резистор R19:



7. Расчёт регулятора тембра

По техническому заданию необходимо обеспечить регулировку тембра на частотах и . Для экономии микросхем воспользуемся вторым ОУ в том же корпусе.



В разрабатываемом регуляторе тембра будем использовать резисторы типа А, с линейным законом изменения сопротивления при перемещении движка. В области средних частот коэффициент передачи по напряжению равен единице, что является достоинством данного типа регуляторов.

Определяем коэффициенты n и p:



Для гарантированной работы выберем n и p с запасом при :



Теперь проверим выполнение условия отсутствия взаимного влияния регуляторов на средних частотах:



Следовательно, для заданного диапазона регулирования это требование выполняется.

Для регулировки тембра будем использовать переменные резисторы R11 и R16 сопротивлением по 43 кОм.

Исходя из условия:



Выберем резисторы таким образом, чтобы они не превышали входного сопротивления ОУ 500 кОм, возьмём R13=R14=100 кОм.

Резисторы R10,R12 и R15,R17 рассчитываем по следующим формулам:



Выбираем: R10=R12=R17=R15=11 кОм.

Из следующего соотношения выбираем ёмкости конденсаторов C12 и С13:



Выберем С12=51 нФ.



Выберем С13=750 пФ.

Далее находим минимальное входное сопротивление рассчитываемого регулятора тембра:



Рассчитаем ёмкость разделительного конденсатора С14:



8. Расчёт предварительного усилителя – корректора

Строим схему усилителя-корректора на микросхеме К157УД2. Эта микросхема является малошумящей и имеет минимальное количество внешних корректирующих цепей.

Электрическая часть магнитного звукоснимателя включает в себя следующие элементы:

Сопротивление катушки



Индуктивность



Ёмкость кабеля и собственно входной импеданс УК, то есть параллельное соединение ёмкости и сопротивления . Всё это в целом образует ФНЧ второго порядка с граничной частотой и добротностью:



;



Из расчётов видно, что для максимального необходимо, чтобы



В связи со стандартизацией по входному сопротивлению усилителя НЧ выбираем =R1=51 кОм и =С2=82 пФ. Также полагаем =0,1, тогда граничная частота:



Ввиду того, что в задании верхняя частота полосы пропускания =16 кГц проводим перерасчёт ёмкости :



Выберем =С2=68 пФ и рассчитаем из следующего выражения:



Выберем



;



Выберем , рассчитанное сопротивление отличается от стандартной, оставляем расчетное значение .



Фильтр верхних частот первого порядка R3С5 на частоте 40 Гц:



при С5=10 мкФ R3=3980/0,00001=398 Ом

Выберем R3=390 Ом. Теперь рассмотрим цепочку R7С8

Выберем С8=0,1 мкФ, тогда



Выберем 39 кОм.

Согласно заданию на весь усилитель равен 1000 или 60 дБ. Поэтому выбираем . Стандартная нормированная АЧХ предварительного усилителя коррекции описывается выражением:



где мкс, мкс - стандартные значения.



Далее рассчитываем элементы цепи обратной связи корректирующего усилителя. Представляем их также в общем, виде согласно приведённой формуле , где мкс.



При =2120 Гц , =500 Гц , =40 Гц



Выбираем R5=23 кОм.

Выберем R6=290 кОм



Такой расчёт приближённый, поэтому проверим усилителя корректора на частоте 1 кГц:



Уточняем R3 исходя из требуемого коэффициента усиления :



Выберем R3=510 Ом

Тогда



Возьмём R4=270 Ом.

Заключение

В результате выполнения курсовой работы было выполнено проектирование усилителя воспроизведения электропроигрывателя.

Была разработана принципиальная электрическая схема усилителя воспроизведения электропроигрывателя, удовлетворяющая всем заданным параметрам. Проводился расчёт каскадов усиления, регуляторов громкости и тембра, усилителя мощности.

Применение микросхем в усилителе-корректоре, регуляторе тембра и в каскаде предварительного усиления дало возможность уменьшить число элементов схемы. Введение ООС позволило уменьшить нелинейные искажения до величины, предъявленной в задании к данному курсовому проекту.

Наличие дифференциального каскада на входе ОУ обеспечило высокую помехозащищённость за счёт подавления синфазного сигнала. Построение усилительного устройства проводилось согласно техническому заданию на современной элементной базе с применением современных операционных усилителей, комплементарных транзисторов позволило получить достаточно простой и качественный усилитель.

Список использованной литературы

1. Аналоговые электронные устройства: Методические указания к курсовой работе / Рязан. радиотехн. ин-т; Сост. Д. И. Попов, Рязань, 1992. 32 с.

2. Регулировка усиления: Методические указания к курсовому проекту / Рязан. радиотехн. ин-т; Сост. В. С. Осокин, Рязань, 1990. 28 с.

3. Регулировка тембра: Методические указания к курсовому проекту / Рязан. гос. радиотехн. акад. ; Сост. В. С. Осокин, Рязань, 1993.

4. Транзисторы для аппаратуры широкого применения: Справочник / К. М. Брежнева, Е. И. Гантман и др.; Под ред. Б. Л. Перельмана. М.: Радио и связь, 1981. 656 с.

5. Войшвилло Г. В. Усилительные устройства. М. : Радио и связь, 1983. 264 с.

6. Справочник. Резисторы. В. В. Дубровский, Д. М. Иванов и др.-М.: Радио и связь, 1991.

7. Справочник по электрическим конденсаторам. М. Н. Дьяконов, В. И. Карабанов и др.-М.: Радио и связь,1983.

Приложение

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Зона | Поз.обозначение | Наименование | | Кол | Примечание |
|  |  | Микросхемы | |  |  |
|  | DA1, DA2 | K157УД2 | | 2 |  |
|  | DA3 | К1408УД1 | | 1 |  |
|  |  | Транзисторы | |  |  |
|  | VT1 | КТ 818 Б | | 1 |  |
|  | VT2 | КТ 819 Б | | 1 |  |
|  | VT3 | КТ 815 А | | 1 |  |
|  | VT4 | КТ 814А | | 1 |  |
|  |  | Диоды | |  |  |
|  | Д1, Д2 | Д9Е | | 2 |  |
|  | Д3, Д4 | КС515А | | 2 |  |
|  |  | Конденсаторы | | 1 |  |
|  | С2 | К10-7В-М47-82 пФ10% | | 1 |  |
|  | С5 | К52-1-10 мкФ10% | | 1 |  |
|  | С6 | К10-17(а)-М750-3000 пФ10% | | 1 |  |
|  | С7 | К10-17(а)-М1500-0,011 мкФ10% | | 1 |  |
|  | С8 | К10-17(а)-Н50-0,1 мкФ10% | | 1 |  |
|  | С9,С10,С11 | К10-7В-М47-27 пФ10% | | 3 |  |
|  | С12 | К22-5-Н10-0,051 мкФ10% | | 1 |  |
|  | С13 | К10-7В-М750-750 пФ10% | | 1 |  |
|  | С14,С15 | К10-17(а)-Н50-0,36 мкФ10% | | 2 |  |
|  |  | Резисторы | |  |  |
|  | R1 | С1-4-0,125-200 кОм5% | | 1 |  |
|  | R3 | | С1-4-0,125-510 Ом5% | 1 |  |
|  | R4 | | С1-4-0,125-270 Ом5% | 1 |  |
|  | R5 | | С1-4-0,125-22 кОм5% | 1 |  |
|  | R6 | | С1-4-0,125-300 кОм5% | 1 |  |
|  | R7 | | С1-4-0,125-39 кОм5% | 1 |  |
|  | R8=R18 | | С1-4-0,125-3,6 кОм5% | 2 |  |
|  | R9 | | СП3-23и-0,125-100 кОм5% | 1 |  |
|  | R10=R12=R15=R17 | | С1-4-0,125-11 кОм5% | 4 |  |
|  | R11=R16 | | СП3-23и-0,125-43 кОм5% | 2 |  |
|  | R13=R14=R24 | | С1-4-0,125-100 кОм5% | 3 |  |
|  | R19 | | С1-4-0,125-3 кОм5% | 1 |  |
|  | R20=R21 | | МЛТ-2,0-68 Ом5% | 2 |  |
|  | R22=R23 | | С1-4-0,125-2 кОм5% | 2 |  |
|  | R25 | | С1-4-0,125-47 кОм5% | 1 |  |
|  | R27 | | С1-4-0,125-130 кОм5% | 1 |  |
|  | R28 | | СП3-23и-0,125-10 кОм5% | 1 |  |
|  | R29=R30 | | С1-4-0,125-620 Ом5% | 2 |  |