Министерство образования и науки Республики Молдова

Технический университет Республики Молдова

Факультет электроники и телекоммуникаций

Кафедра телекоммуникаций и электронных систем

Допущен к поддержке

Заведующий кафедрой ТЛЦ, доцент, к.т.н. Л.САВА

"\_\_\_\_"\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ БИПОЛЯРНЫХ ТРАНЗИСТОРОВ И ЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ**

**НА ИХ ОСНОВЕ (Вариант No 16)**

Проект года по дисциплине

**ПРИБОРЫ И СХЕМЫ ELECTRONICE**

Разработано студентом группы imtc – 211:

Проект был поддержан \_\_\_\_\_ \_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Примечание \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Кишинев – 2022

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА

ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ МОЛДОВЫ

ФАКУЛЬТЕТ ЭЛЕКТРОНИКИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

КАФЕДРА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ И ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ

Бакалавриат, цикл I

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ЗАГРУЗКА

за годовой проект по дисциплине

"ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ И СХЕМЫ"

Тема: «АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ БИПОЛЯРНЫХ ТРАНЗИСТОРОВ И ЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ НА ИХ ОСНОВЕ (Вариант No. )'

***Ул. гр. IMTC – 211***

С1. Конструкция пола усиления мощности без трансформатора в основании биполярного транзистора, подключенного по общей схеме эмиттера

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вар.** | **Uieş.мах..** | **Рс, Ω** | **Fдж, Гц** | **Мдж** | **ЕС, В** |
| 16 | 3,4 | 550 | 140 | 1.2 | 12 |

С2. Исходные данные для индивидуальной работы: Проблемы с типичным использованием транзисторов в различных схемах 2,4,6

1. Задача и исходные данные
2. Содержание:

ЗНАКОМСТВО

Глава 1. Общие понятия

Глава 2. Проблемы с типичным использованием транзисторов в различных схемах (индивидуальная работа)

Глава 3. Конструкция пола усиления мощности в основании биполярного транзистора без трансформатора

ВЫВОДЫ

БИБЛИОГРАФИЯ

Датабеременности«\_\_24 \_"\_Январь\_2022

Руководитель па \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_Р. ГРИЦА\_\_\_\_\_\_\_

Подпись Имя, Фамилия

Беременность была получена \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

заполнить подпись Студента Имя, Фамилия

Крайний срок поддержки ПА "\_\_21\_\_"\_\_Май\_\_2022

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***СОДЕРЖАЩИЙСЯ***  *Знакомство................................................................................................................ ............................... 4 См.*  *Глава I................................................................ ................. 5 См.*  *1.1 Понятие биполярных транзисторов..................................................................................* *...... 5 См.*  *1.2 Принцип работы биполярных транзисторов* *..................................................................................* *...................... 6 См.*  *1.3 Типы конфигураций биполярных транзисторов* *..................................................................................* *...........* *................................. 6 См.*  *1.3.1. Биполярный транзистор типа n-p-n................................* *......... 6 См.*  *1.3.2. Биполярный транзистор типа p-n-p................................* *.............* *.* *............ 8 См.*  *1.4 Режимы работы биполярного транзистора................................................................. ................................ 9 См.*  *1.5 Типы соединений биполярного транзистора.................................* *......................* *.............................. 10 См.*  *1.5.1 Базовое соединение – общее.......................... .............................. 10 См.*  *1.5.2 Подключение излучателя – общее.................................................. .............................. 11 место*  *1.5.3 Подключение коллектора – общее...................... .............................. 11 место*  *1.6 Входные и выходные характеристики биполярных транзисторов............... ............................... 13:00*  *1.7. Области применения биполярных транзисторов.................................................................. .. 14:00*  *1.8 Усилители напряжения на основе биполярного транзистора, соединенные с передатчиком – обычные......... 15:00*  *Глава II................ 17*  *Глава IIЯ.................................................................* *.............................. 8 часов вечера*  *2.1 Определение типа транзистора.................................................................. .............................. 8 часов вечера*  *2.2 Определение рабочих моделей................ .............................. 8 часов вечера*  *2.3 Определение номинальных значений RC и РE........................* *.............................. 8 часов вечера*  *2.4 Определение максимальных значений амплитуды для сигналов Iв.max и ув.max........... 21 час.*  *2.5 Определение входного сопротивления пола усиления после переменного тока RВ. (без учета делителя напряжения R1 ир2)................................* *.............................. 21 час.*  *2.6 Определение номинальных значений резисторов делителей напряжения р1 и Р2................ 21 час.*  *2.7 Определение коэффициента устойчивости при эксплуатации пола....... .............................. 10 вечера*  *2.8 Определение емкости конденсатора подкласса Сд2....................................* *.............................. 10 вечера*  *2.9 Определение емкости конденсатора CE................* *............ 10 вечера*  *2.10 Определение значения коэффициента усиления пола посленапряжения.................................... 10 вечера*  *Выводы.* *.* *..............................................................................................................................* *................. 23:00*  *Библиография............................................................................................................... .............................. 24 место*  *Приложения......................................................................................................................... .............................. 10 вечера* | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  | *UTM 0710.1 016 NE* | | | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | *Анализ и моделирование биполярных транзисторов и электронных схем на их основе* | *Письмо* | | | *Лист* | *Листы* | |
| *Способ* | *Лист* | *Номер документа* | *Подписанный* | *Дата* |  |  |  | *3* |  | |
| *Развитый* | |  |  |  | *Тум Фет*  *30*  *гр. ИМТК - 211* | | | | | |
| *Проверенный* | |  |  |  |
|  | | *Грицко Р.* |  |  |
| ***ЗНАКОМСТВО***  Транзистор представляет собой активное электронное устройство с тремя клеммами, которое обеспечивает усиление электрических сигналов. Его название происходит от сокращения слов переноса резистора. Существует большое разнообразие транзисторов, которые отличаются по принципу работы, конструкции, характеристикам и параметрам. Биполярный транзистор типа «точка-контакт» был изобретен в декабре 1947 года в Bell Telephone Laboratories Джоном Бардином и Уолтером Браттейном под руководством Уильяма Шокли. Переходная версия, известная как биполярный переходный транзистор (BJT), изобретенная Шокли в 1948 году, в течение трех десятилетий была устройством выбора при проектировании дискретных и интегральных схем. В настоящее время использование BJT снизилось в пользу кмОП-технологии при проектировании цифровых интегральных схем. Изобретение биполярного транзистора в 1948 году привело к революции в электронике. Технические достижения, которые ранее требовали относительно больших, механически хрупких, энергоемких вакуумных ламп, внезапно стали достижимы с крошечными, механически прочными кристаллическими кремниевыми пятнами. Эта революция позволила проектировать и производить недорогие и недорогие электронные устройства.  Поэтому появление и дальнейшее развитие биполярных транзисторов представляло собой значительный шаг в технологической эволюции, поскольку облегчило процесс производства электронного оборудования и устройств. | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  | *UTM 0710.1 016 NE* | | | | | | *Лист* |
|  |  |  |  |  | 4 |
| *Способ* | *Лист* | *Документ No.* | *Подписанный* | *Дата* |
| **ГЛАВА I**  ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БИПОЛЯРНЫХ ТРАНЗИСТОРОВ  **1.1 Концепция биполярных транзисторов**  БЖТ (биполярный транзистор или биполярный переход) - это управляемое током электронное устройство, в основном используемое для усиления и переключения. Он состоит из трех терминалов, называемых передатчиком, основанием и коллектором. Названия предполагаютфункцию, которую выполняет каждая из трех областей: излучатель является основным поставщиком электрических зарядов, коллектор собирает электрические заряды, а база может контролировать величину нагрузки, которая достигает коллектора. Согласно тому же критерию, два перехода называются излучателями и коллекторами соответственно. Низкий ток на базе используется для управления высоким током на остальных клеммах. Предыдущие BJT состояли из германия, однако в последнее время кремний используется для производства BJT. [1] Биполярный переходный транзистор (также известный как Транзистор BJT или BJT) представляет собой трехконтактное полупроводниковое устройство, состоящее из двух p-n переходов, способных усиливать или увеличивать сигнал. Это устройство, управляемое током. BJT - это тип транзистора, который использует как электроны, так идырки в качестве носителей нагрузки. [5] Биполярный транзистор можно разделить на 2 категории: n-p-n и p-n-p. Стрелки в символеУри (рис.1) указывают направление тока. Ток проходит от основания к передатчику в транзисторе  н--н и течет от передатчикак основанию в транзисторе p-n-p. Биполярные транзисторы функционируют как регуляторы тока, управляемые током. Поэтому транзисторы ограничивают величину тока, передаваемого в соответствии с более низким управляющим током. Основной ток, который контролируется, циркулирует от коллектора к передатчику или от передатчика к коллектору, в зависимости оттипа транзистора (n-p-n или p-n-p соответственно). Малый ток, управляющий основным током, идет от основания к передатчику или от передатчика к основанию, опять же в зависимости от типа изотора кранца (n-p-n или p-n-p соответственно). [2]    Рис.1 Схематическое изображение биполярного транзистора | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  | *UTM 0710.1 016 NE* | | | | | | *Лист* |
|  |  |  |  |  | 5 |
| *Способ* | *Лист* | *Документ No.* | *Подписанный* | *Дата* |
| *Излучатель*  *Коллектор*  *Основа*      **1.2 Принцип работы биполярных транзисторов**  Унификация BJT F начинается с базового штыревого соединения. Когда напряжение подается на базовую клемму н--н транзистора, он запускает транзистор и, как следствие, ток начинает циркулировать от коллектора к клемме передатчика. Этот ток известен как ток коллектора и обозначается Ic. Поскольку это транзистор n-p-n, то здесь коллекторно-базовый переход поляризован в обратном направлении, а переход база-эмиттер поляризован вперед. Ширина выхлопной области на переходе коллектор-основание больше, по сравнению с шириной области выхлопа опорно-передающего перехода. Барьерный потенциал низок на переходе BE, который непосредственно поляризован, и в результате электроны будут перемещаться из передатчика в базовую область. Базовая область слегка легирована и очень тонкая, поэтому она изо всех сил пытается сохранить количество электронов в течение максимального времени. Этиктроны объединятся с пробелами, присутствующими врегионе, основанием и начнут циркулировать из базовой области в качестве базового тока. Большое количество электронов, оставшихся в области база, которые не соединяются с пустотами, затем начинают поступать в коллекторную сторону, в виде коллекторного тока. Согласно действующему закону Кирхоффа, ток передатчика представляет собой комбинацию тока коллектора и базового тока: Ie = Ib + Ic. [1] В этом случае большинство носителей заряда являются электронами. Работа p-n-p транзистора аналогична работе n-p-n, разница лишь в том, что большинство носителей нагрузки являются пустотами, а не электронами. Только небольшая часть тока связана с большинством перевозчиков, и большая часть тока связана с миноритарными грузовыми перевозчиками в BJT. Поэтому их называют устройствами миноритарных носителей. [5]  **1.3 Типы конфигураций биполярных транзисторов**  Как упоминалось выше, стандартный биполярный транзистор, или BJT, имеет две основные формы. Тип n-p-n (отрицательный-положительный-отрицательный) и тип p-n-p (положительный-отрицательный-положительный). Наиболее часто используемой конфигурацией трансдераявляется транзистор n-p-n.  **1.3.1. Биполярный транзистор типа n-p-n**  Рис.2 Биполярный транзистор n-p-n  На фиг.2 показана конструкция и клеммы для биполярного транзистора типа n-p-n. Напряжение между базой и эмиттером (VБыть) положительное у основания и отрицательное у передатчика, т.к. для биполярного транзистора n-p-n, так что базовая клемма всегда положительна по отношению к передатчику. | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  | *UTM 0710.1 016 NE* | | | | | | *Лист* |
|  |  |  |  |  | 6 |
| *Способ* | *Лист* | *Документ No.* | *Подписанный* | *Дата* |
| Кроме того, напряжение питанияколлектора положительно по отношению к передатчику (VЧто). Таким образом, для n-p-n биполярного транзистора привод коллектора всегда более позитивен как с точки зрения основания, так и передатчика. Впоследствии источники напряжения подключаются к транзистору n-p-n, как показано на рис.3. Коллектор подключаетсяt к напряжению питания VКубовый черезсопротивление нагрузки interm edium, RL, которое также действует на ограничение максимального тока, проходящего через устройство. Основное напряжение питания VB совместно не отводится к базовому сопротивлению RB, которое снова используется для ограничения максимального базового тока.    Рис.3 Транзисторное соединение n-p-n  Так, в n-p-n транзисторе именно движение носителей отрицательного тока (электронов) через базовую область составляет действие транзистора, поскольку эти подвижные электроны обеспечивают связь между коллектором и схемами передатчика. Эта связь между входной и выходной схемами является основной характеристикой действия транзистора, поскольку свойства усиления транзисторов исходят изпоследовательного управления, которое baza оказывает наток коллектора-передатчика. В результате мы можем обнаружить, что транзистор является устройством, работающим в токе, и что большой ток (Ic) свободно циркулирует через устройство между коллектором и клеммами передатчика, когда транзистор полностью включен. Однако это происходит только тогда, когданебольшая поляризационная (Ib) циркулирует в основной клемме транзистора одновременно, что позволяет основанию действовать как своего родафункция управления током. Ток в биполярном n-p-n транзисторе представляет собой отношение этих двух токов (Ic/Ib), называемое коэффициентом усиления постоянного тока устройства и вновь присутствующеепри β.  Значение β может быть высоким до 200 для стандартных транзисторов, и это высокое отношение Ic к Ib делает биполярный n-p-n транзистор полезным усилительным устройством при использовании в его активной области, поскольку Ib обеспечивает вход, а Ic- выход хорька. Стоит отметить , что Бета не имеет единиц, потому что это отчет.  Кроме того, коэффициент усиления тока транзистора от клеммы коллектора кпередающей клемме Ic/Ie α и является функцией самого транзистора (электронов, которые диффундируют через переход). Поскольку ток передатчика Ie представляет собой сумму очень малого базового тока плюс очень высокий ток коллектора, значение альфа (α) очень близко к единице, а для типичного сигнального транзистора с низким энергопотреблением это значение колеблется от примерно 0,950 до 0,999. [6] | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  | *UTM 0710.1 016 NE* | | | | | | *Лист* |
|  |  |  |  |  | 7 |
| *Способ* | *Лист* | *Документ No.* | *Подписанный* | *Дата* |
| **1.3.2. Биполярный транзистор типа p-n-p**    Рис.4 Биполярный транзистор p-n-p  Таким образом, в этом типе транзисторной конструкции два диода инвертированы к типу  n-p-n, дающий конфигурацию положительно-отрицательного-pозитивного типа, со стрелкой, которая определяетвас, и терминал являетсядвижителем, на этот раз указывающим внутрь в символе транзистора. Кроме того, всеполярности для транзистора p-n-p обратны, что означает, что он «погружает» ток в свое основание, в отличие оттранзистора n-p-n, в котором он «подает» ток через свое основание. Основное различие между двумя типами транзисторов заключается в том, что пустоты являются большинством носителей для p-n-p транзисторов, в то время как электроны являются бессильныминосителями для n-p-n транзисторов. Впоследствии транзисторы p-n-p используют небольшой базовый ток и отрицательное базовое напряжение для управления гораздо более высоким током передатчика-коллектора. С другим cувинтом, для p-n-p транзистора,митра более положительна по отношению к основанию, а также к коллектору. Транзистор p-n-p имеет характеристики, очень похожие на н--н, за исключением того, что полярности (или поляризация) направлений тока и напряжения обратны для любой из трех возможных конфигураций: общая база, общий эмиттер и общий коллектор.  Тенсюнea между базой и передатчиком (VБыть ), теперь отрицательный у основания и положительный у передатчика, deoarece для транзистора, базовая клемма всегда отрицательно поляризована по отношению к передатчику. Также напряжение питания передатчика позиционируетсяпо отношению к коллектору (ВСЕ). Таким образом, для p-n-p транзистора привод передатчика всегда более позитивно относится как к основанию, так и к коллектору.    Рис.5 Транзисторное соединение p-n-p  Источники напряжения sunt подключены к p-n-p транзистору, как показано на рисунке 5. На этот раз emițătorul подключаетсяt к напряжению питания VКубовый с сопротивлением нагрузки, RL которое ограничивает максимальный ток, проходящий через устройство, подключенное к клеммеl коллектора. Базовое напряжение VB, которое отрицательно поляризовано по отношению к передатчику исовместно присоединено к базовому сопротивлению RB, которое снова используется для ограничения максимального базового тока. [6] | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  | *UTM 0710.1 016 NE* | | | | | | *Лист* |
|  |  |  |  |  | 8 |
| *Способ* | *Лист* | *Документ No.* | *Подписанный* | *Дата* |
| **1.4 Режимы работы биполярного транзистора**  Биполярный транзистор может работать 4 основными способами :   * режим обрезки * активный режим * барьерный режим * режим насыщения   Это такжеxist и так называемый обратный режим, но он не используется на практике и представляет интерес только в теоретических исследованиях поведения полупроводников. Поэтому анализируются основные 4 режима.  *Режим обрезки*  Если разность потенциалов между передатчиком и базисом ниже определенного значения (около 0,6 вольт), то p-n базово-эмиттерный переход оказывается замкнутым, так как базовый ток не возникает. В связи с этим ток коллектора не циркулирует из-за того, что в базовом слое нет свободных электронов. Таким образом, транзистор переходит в состояние прерывания и сигнал не усиливается. Этот режим используетсяв цифровых схемах, когда биполярный транзистор функционирует как ключ в «открытом» положении.  *Активный режим*  В этом режиме радиокомпонент усиливает сигнал, то есть выполняет свою основную функцию. Разность потенциалов применяется к основанию, которое открывает переход p-n-база-передатчик. В результате коллекторный и базовый токи начинают поступать в транзистор. Значение тока коллектора вычисляется как арифметическое произведение между значением базового тока и коэффициентом усиления.  *Режим насыщения*  Биполярный транзистор входит таким образом, когда базовый ток увеличивается до определенного предельного значения, при котором p-n переходы открываются полностью. Величина тока, проходящего через биполярный транзистор при насыщении, зависит только от напряжения питания и нагрузки в цепи коллектора. В этом режиме входной сигнал не усиливается, так как ток коллектора не воспринимает изменения базового тока. Способность транзистора насыщаться используется в цифровых технологиях, когда BT играет роль ключа в закрытом положении.  *Барьерный режим.*  Здесь транзистор функционирует как диод с последовательным резистором. Для этого основание подключается непосредственно или низкоомомным резистором к коллектору. В этом режиме триоды хорошо работают в высокочастотных устройствах. Кроме того, использование транзистора в барьерном режиме целесообразно в реальном производстве для уменьшения общего количества компонентов. [9] | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  | 9  *UTM 0710.1 016 NE* | | | | | | *Лист* |
|  |  |  |  |  |  |
| *Способ* | *Лист* | *Документ No.* | *Подписанный* | *Дата* |
| **1.5 Типы соединений биполярного транзистора**  Dв той причине, что биполярный транзистор представляет собой устройство с тремя клеммами, существует практически три возможных способа его подключения в электронную схему, причем клемма распространена как на входе, так и на выходе. Каждый способ подключения по-разному реагирует на свой входной сигнал в цепи, поскольку статические характеристики транзистора варьируются в зависимости от расположения схемы.   * Обычное базовое соединение - имеет коэффициент усиления напряжения, но не коэффициент усиления по току. * Общее подключение передатчика - имеет как ток, так и усиление напряжения. * Обычное подключение коллектора – имеет коэффициент усиления по току, но не увеличивает напряжение.   **1.5.1 Базовое – общее подключение**  Вобщей или базовой заземленной базовой конфигурации базовое соединение является общим как для входного, так и для выходного сигнала, причем входной сигнал подается между базовой и передающей клеммами (рис. 6).. Соответствующий выходной сигнал принимается между базовой и коллекторной клеммами, как показано на заземленной базовой клемме, или подключается к фиксированной точке опорного напряжения. Входной ток, который циркулирует в передатчике, достаточно велик, так как он представляет собой сумму как базового тока, так и тока коллектора, следовательно, выходной ток коллектора меньше входного тока передатчика, в результате чего коэффициент усиления тока для данного типа цепи «1» (единица) или меньше, другими словами, общая базовая конфигурация «ослабляет» входной сигнал.    Рис.6 Принципиальная схема с основным – общим соединением  Гибридные параметры базового – общего соединения:  Общая базовая схема обычно используется только в одноступенчатых схемах усилителей, таких как микрофонный предусилитель или радиочастотные усилители (Rf), из-за его очень хорошей высокочастотной характеристики. [3] | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  | *UTM 0710.1 016 NE* | | | | | | *Лист* |
|  |  |  |  |  | 10 |
| *Способ* | *Лист* | *Документ No.* | *Подписанный* | *Дата* |
| **1.5.2 Соединение эмиттер-шарнир**  В конфигурации общего передатчика или наземного передатчика входной сигнал подается между базой, в то время как выход берется отколлектора или передатчика, как показано на рисунке 7. Этот тип конфигурации является наиболее часто используемой схемой для усилителей на основе транзисторов и которая представляет собой «нормальный» метод подключения биполярного транзистора. Конфигурация усилителя с общим передатчиком обеспечивает самый высокий коэффициент усиления тока и мощности из всех трех конфигураций биполярного транзистора. Это в основном связано с тем, что входное сопротивление падает,потому что оно подключено к непосредственно поляризованному p-n переходу, в то время как выходное сопротивление высокое, потому что оно взято из обратного поляризованного p-n перехода.    Рис.7 Принципиальная схема с эмиттером – общее соединение  Гибридные параметры подключения передатчика – общие:  Таким образом, этот тип конфигурации биполярного транзистора имеет входное сопротивление, более высокий коэффициент усиления тока и мощности, чем у обычной базовой конфигурации, но его коэффициент усиления напряжения намного ниже. Конфигурация общего передатчика представляет собой инверторную схему усилителя, в результате чего струнный сигнал ieфазируется на 1800 с входным сигналом напряжения. [3]  **1.5.2 Соединение коллектор-соединение**  В конфигурации общего коллектора или заземленного коллектора коллектор теперь распространен по источнику (рис. 8).. Входной сигнал подключается непосредственно к базе, при этом выход берется от нагрузки передатчика, как показано на рисунке. Этот тип конфигурации широко известен как схема отслеживания напряжения или схема отслеживания передатчика. Конфигурация отслеживания передатчика очень полезна для приложений согласования импеданса из-за очень высокого входного импеданса в районе сотен тысяч Ом, при относительно низком выходе. | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  | *UTM 0710.1 016 NE* | | | | | | *Лист* |
|  |  |  |  |  | 11 |
| *Способ* | *Лист* | *Документ No.* | *Подписанный* | *Дата* |
| Рис.8 Принципиальная схема с коллекторно-общим соединением  Гибридные параметры базового – общего соединения:  Этот тип биполарной конфигурации транзисторапредставляет собой невысклонную схему, в которой сигнальные напряженияУинтр. и Уеш. они находятся в фазе. Он имеет коэффициент усиления напряжения, который всегда меньше «1» (единицы). Сопротивление нагрузке общего коллекторного транзистора принимает как базовый, так и коллекторный токи, обеспечивая большой коэффициент усиления тока (как в случае конфигурации общего передатчика), следовательно, обеспечивая хорошее усиление тока при очень малом коэффициенте усиления напряжения.  Так, поведение биполярного транзистора в каждом из упомянутых соединений цепи сильно отличается и производит разные характеристики схемы с точки зрения входного импеданса, выходного допуска и усиления, независимо от того, идет ли речь об усилении напряжения, усилении тока или усилении мощности. [3] Данные характеристики приведены в таблице 1.  Таблица 1   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | ***Особенность*** | ***Основа – общая*** | ***Излучатель – общий*** | ***Коллектор – общий*** | | *Входное сопротивление* | Низкий | Терпимая | Высокий | | *Вход на выход* | очень высокий | Высокий | Низкий | | *Фазовый угол* | 0⁰ | 180⁰ | 0⁰ | | *Усиление напряжения* | Возвышенный | Терпимая | уменьшенный | | *Коэффициент усиления мощности* | уменьшенный | Терпимая | Возвышенный | | *Коэффициент усиления мощности* | уменьшенный | очень высокий | Терпимая | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  | *UTM 0710.1 016 NE* | | | | | | *Лист* |
|  |  |  |  |  | 12 |
| *Способ* | *Лист* | *Документ No.* | *Подписанный* | *Дата* |
| **1.6 Входные и выходные характеристики биполярных транзисторов**  Кривая I С-ВБыть транзистораполучается путем увеличения напряжения базы-передатчика; этот график известен каквходные характеристики биполярного транзистора (рис. 9).. Для отрицательных напряжений соединение передатчик-основание имеет обратную поляризацию и функционирует как очень большой резистор; ток передатчика составляет около -IS (менее -0,1 пА). Для напряжения базового передатчика ниже 0,5 В ток коллектора очень мал, обычно менее 1 мкА. Так, биполярный транзистор часто работает с переменным током коллектораи базовыми излучающими напряжениями V BE> 0,5 В. После выбора напряжения базового передатчика также выбирается ток коллектора и рабочая точка Q (Rest), которая определяется VБыть(Q) и яC(Q). [7]    Рис.9 Входная характеристика биполярного транзистора  Что касается выходной характеристики биполярного транзистора, то она представлена на рисунке 10. Область внизу представляет область резания. Здесь условиями эксплуатации транзистора являются нулевой входной базовый ток (Ib), нулевой выходной ток коллектора (Ic) и максимальное напряжение коллектора (Vce), что приводит к высокому слою вытяжкии отсутствию тока, циркулирующего через устройство. Проводнойстор полностью выключен. Область слева представляет область «Насыщение». Здесь транзистор будет поляризован таким образом, что подается максимальное количество базового тока, что приводит к максимальному потоку тока коллектора и минимальному напряжению передатчика коллектора, что приводит к тому, что слой истощения становится как можно меньше и максимальный ток циркулирует через устройство.  • 1. Область резания - Оба соединения поляризованы в обратном направлении, базовый ток равен нулю sau очень маленький, в результате чего образуется круговой нулевой коллекторный ток, прибор отключается полностью.  • 2. Область насыщения - Оба перехода непосредственно поляризованы, базовый ток достаточно велик, чтобы дать Что V 0 В, в результате чего при максимальном токе коллектора устройство включается полностью. [3]    Рис.10 Выходная характеристика биполярного транзистора | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  | *UTM 0710.1 016 NE* | | | | | | *Лист* |
|  |  |  |  |  | 13 |
| *Способ* | *Лист* | *Документ No.* | *Подписанный* | *Дата* |
| **1.7 Области применения биполярных транзисторов**  Ниже приведены области применения биполярных транзисторов в зависимости от их свойств:   * Конвертеры: BJT могут использоваться в подавляющембольшинстве клоноров. Эти конвертеры   могут быть различныхтипов, таких как инверторы, повышающие преобразователи или любые DC-DC, DC-AC, AC-DC или AC-AC   * Датчики температуры: Поиск температуры является одним из другихприменений LTE BJT, в случае   в котором его можно найти по двум напряжениям на двух разных уровнях в известном соотношении, которое впоследствии устанавливает их разность.   * Каквысокая способность к вождению: Для способности управлятьвысоким напряжением или   тока приборы подключаются последовательно и параллельно соответственно, но всегда учитывается возможность проведения отдельных устройств.   * Высокочастотная работа: BJT могут работать наочень высокой частоте. Частота BJT   для малого сигнала она значительно выше частоты переключения, в основном из-за задержки хранения. Время хранения 2N2222 составляет 310 нс, поэтому максимальная частота переключения составляет около 3 МГц.   * Цифровой переключатель: семейство цифровой логики имеет логику,связанную с передатчиком, используемым в   биполярные транзисторы в виде цифрового переключателя.   * Колебательный контур * Режущие устройства: BJT могут использоваться в режущих цепяхдля изменения формы   Волны.   * Демодулятор и модулятор: BJT могут использоваться в схемах демодуляции имодуляции.   BJT все еще используются в очень старой технике модуляции, известной как «амплитудная модуляция».   * Схемы обнаружения: BJT может быть новым типом полупроводникового датчика дляизмерения   доза ионизационного излучения.   * Усилители: Одним из наиболее важных применений BJT является усиление, где   он используется в схеме усилителя для усиления небольших сигналов. Например, в случае аудиоусилителей, эти крошечные компоненты усиливают очень низкий звуковой сигнал до диапазона, который может быть обнаружен слухом.   * Электронные переключатели: биполярные транзисторы используются в инверторе для замены   направление постоянного тока, так что он становится переменным током.   * Автоматический переключатель: может использоваться вместо ручного переключателя в электрической цепи,   потому что выходной сигнал датчиков иногда бесполезен в электрических цепях, потому что эти сигналы очень низкие. Однако эти сигналы вновь обретут свое значение, если будет использоваться BJT, потому что они работают на низких сигналах, которые затем смогут запускать большие нагрузки, включая двигатели. [8] | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  | *UTM 0710.1 016 NE* | | | | | | *Лист* |
|  |  |  |  |  | 14 |
| *Способ* | *Лист* | *Документ No.* | *Подписанный* | *Дата* |
| **1.8 Усилители напряжения на основе биполярного транзистора, соединенные с эмиттером – общие**  Схема усилителя с однокаскадным общим передатчиком, показанная выше, использует то, что обычно называют «поляризацией делителя напряжения». Этот тип поляризационной компоновки использует два резистора в качестве сети потенциального делителя над источником питания, их центральная точка обеспечивает основное напряжение поляризации, необходимое для транзистора. Поляризация делителя напряжения обычно используется при проектировании схем усилителей с биполярными транзисторами. Этот метод поляризации транзистора значительно снижает эффекты бета-вариации (β) за счет поддержания поляризации основания на постоянном уровне напряжения, обеспечивая наилучшую стабильность. Потенциальная сеть делителей, используемая в общей схеме усилителя передатчика, делит напряжение питания пропорционально сопротивлению.    Рис.11 Схема усилителя на основе биполярного транзистора, соединенного с эмиттером – общая  В распространенных схемах усиления передатчика конденсаторы C1 и С2 используются в качестве соединительных конденсаторов для отделения сигналов переменного тока от поляризационного напряжения постоянного тока. Это гарантирует, что условие поляризации, сконфигурированное для правильной работы схемы, не зависит от какого-либо дополнительного шага усилителя, поскольку конденсаторы будут пропускать только сигналы переменного тока и блокировать любой компонент постоянного тока. Выходной сигнал переменного тока затем накладывается на поляризацию следующих шагов. Также байпасный конденсатор CE входит в схему эмиттерного компонента. Этот конденсатор фактически является компонентом разомкнутой цепи для условий поляризации постоянного тока, что означает, что на токи и поляризационные напряжения не влияет добавление конденсатора, поддерживающего хорошую стабильность рабочей точки Q. Однако этот параллельно подключенный байпасный конденсатор эффективно становится коротким замыканием резистора передатчика при высокочастотных сигналах из-за его реактивности. Таким образом, только RL плюс очень низкое внутреннее сопротивление действует как заряд транзисторов, увеличивающий коэффициент усиления напряжения до максимума. В общем, значение байпасного конденсатора CE выбирают для обеспечения реакции не более 1/10 от значения RE на самой низкой частоте рабочего сигнала. | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  | *UTM 0710.1 016 NE* | | | | | | *Лист* |
|  |  |  |  |  | 15 |
| *Способ* | *Лист* | *Документ No.* | *Подписанный* | *Дата* |
| Поэтому можно построить ряд кривых, которые показывают ток коллектора, Ic относительно напряжения коллектора/передатчика, Vce с различными значениями базового тока, Ib для простой схемы общего усилителя передатчика. Эти кривые известны как «характерные выходные кривые» и используются, чтобы показать, как транзистор будет работать в своем динамическом диапазоне. На кривых сопротивления нагрузке рисуется линия статической нагрузки или постоянный ток , чтобы показать все возможные рабочие точки транзисторов. Когда транзистор выключен, Vce равен напряжению питания Vcc, и это точка «B» на линии. Кроме того, когда транзистор полностью «включен» и насыщен, ток коллектора определяетсясопротивлением нагрузки, и это точка «А» на линии. Punct Q на линии нагрузки представляет точку покоя или точку Q усилителя. Поскольку линия нагрузки проходит через различные значения базового тока на кривых характеристик постоянного тока, мы можем найти пиковые колебания базового тока, которые равномерно расположены вдоль линии нагрузки. Эти значения помечены как точки «N» и «M» на линии, давая un минимальный и максимальный базовый ток. Эти точки, «N» и «M», могут находиться в любом месте вдоль линии нагрузки, которую мы выбираем, если они равномерно расположены от Q. Это дает нам теоретический максимальный входной сигнал на базовую клемму без каких-либо искажений выходного сигнала.  Любой входной сигнал, дающий базовый ток, превышающий это значение, приведет к тому, что транзистор выйдет за пределы точки «N» и ее области «отсечения» или за пределы точки «M» и ее области насыщения, что приведет к искажению выходного сигнала. в виде «стрижки».    Рис.12 Графическое представление статических характеристик биполярного транзистора с эмиттером – общее | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  | *UTM 0710.1 016 NE* | | | | | | *Лист* |
|  |  |  |  |  | 16 |
| *Способ* | *Лист* | *Документ No.* | *Подписанный* | *Дата* |
| Рис.14 Вольт-амперная входная характеристика транзистора KT601A  Рис.13 Вольт-амперная характеристика струны транзистора zКТ601А  F  **ГЛАВА 2**  ТИПИЧНЫЕ ПРОБЛЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТРАНЗИСТОРОВ  **Задание2**  Согласно ККТ биполярного транзистора (см. соответствующие приложения) и его параметрам на высокой частоте для пола усиления должны быть выполнены следующие расчеты:  -рассчитать значения параметров и построить эквивалентную схему активного устройства, анализируемого на низких частотах;  - рассчитать физические параметры эквивалентной схемы на высокой частоте. | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  | *UTM 0710.1 016 NE* | | | | | | *Лист* |
|  |  |  |  |  | 17 |
| *Способ* | *Лист* | *Документ No.* | *Подписанный* | *Дата* |
| Рис.15 Эквивалентная физическая схема транзистора в анализируемом режиме  **Задание 4**  Согласно данным в руководстве, нарисовать статические характеристики для транзистора с полевым эффектом и выполнить следующие расчеты для пола усиления с использованием графического метода:  - нарисовать правильную линию груза;  -проследить по семейству статических характеристик диаграммы токов и напряжений во времени и определить, могут ли возникать нелинейные искажения усиленного сигнала;   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | ИД, мА | 0 | 1.25 | 5 | 11.25 | 20 | 31.25 | 45 | | УГС, В | -4 | -3 | -2 | -1 | 0 | 1 | 2 | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  | *UTM 0710.1 016 NE* | | | | | | *Лист* |
|  |  |  |  |  | 18 |
| *Способ* | *Лист* | *Документ No.* | *Подписанный* | *Дата* |
| Рис.17 Семейство выходных характеристик для KΠ301Б  16 Характеристика ID = f(U)Гс) транзистора KΠ301Б    **Задание 6**  По статическим характеристикам транзистора с полевым эффектом (после решения задачи 4) выполнить расчет свойств транзистора при работе в режиме переменного резистора:  -рассчитать и нарисовать характеристику;  -рассчитать коэффициент усиления мощности для регулятора мощности, установленного на основе полевого транзистора.    Рис.18 Характеристика регулятора | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  | *UTM 0710.1 016 NE* | | | | | | *Лист* |
|  |  |  |  |  | 19 |
| *Способ* | *Лист* | *Документ No.* | *Подписанный* | *Дата* |
| **ГЛАВА 3**  СПОСОБ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УСИЛИТЕЛЯ НАПРЯЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ БИПОЛЯРНОГО ТРАНЗИСТОРА  Исходные данные для проектирования пола усиления напряжения без трансформатора   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **Вар.** | **Uieş.мах..** | **Рс, Ω** | **Fдж, Гц** | **Мдж** | **ЕС, В** | | 16 | 3,4 | 550 | 140 | 1.2 | 12 |   Определять:  - тип транзистора, который будет использоваться в схеме;  - режим работы транзистора;  - номинальный резистор от цепи РЭ эмиттера;  -номинальный конденсатор блокировки СЕ;  - номинальный резистор делитель напряжения от базовой цепи R1, R2;  -номинал конденсатора разделения Ср2;  - номинальный резистор из цепи коллектора RC;  - коэффициент усиления пола после напряжения КАУ.  **2.1 Определение типа транзистора**  Поэтому по итогам произведенных расчетов было определено, что транзистором, соответствующим требованиям, является транзистор n-p-n KT301A, со следующими параметрами:   |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | *β, или* | *Cк, pF(когда UКб, В)* | *τос, ps(когда UКб, В)* | *fгр, МГц* | *IС макс., мА* | *PC макс., мВт* | *Uчто макс, в* | | 20...60 | <10 (20) | 2000 (5) | 30 | 10 | 150 | 20 |   **2.2 Определение режима работы**  **2.3 Определение номинальных значений RC и РE** | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  | *UTM 0710.1 016 NE* | | | | | | *Лист* |
|  |  |  |  |  | 20 |
| *Способ* | *Лист* | *Документ No.* | *Подписанный* | *Дата* |
| **2.4 Определение максимальных значений амплитуды для Iв.max и ув.max**    Рис.19 Выходная характеристика биполярного транзистора KT301A    20 Входная характеристика биполярного транзистора KT301A  **2.5 Определение входного сопротивления пола для усиленияre после переменного тока RВ. (без учета делителейнапряжения R1 и r2)**  **2.6 Определение номиналов резисторов датчиков напряженияр1 и Р2** | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  | *UTM 0710.1 016 NE* | | | | | | *Лист* |
|  |  |  |  |  | 21 |
| *Способ* | *Лист* | *Документ No.* | *Подписанный* | *Дата* |
| **2.7 Определение коэффициента стойкостипри эксплуатации пола**  **2.8 Определение емкости расщепляющего конденсатора Сd2**  **2.9 Определение емкости конденсатора СE**  **2.10 Определение значения коэффициента усиления пола после напряжения**    21 Принципиальная схема пола усиления в аудиочастотности усилителя с биполярным транзистором в паре с общим излучателем    Рис.22 Монтажная пластина проектируемого усилителя | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  | *UTM 0710.1 016 NE* | | | | | | *Лист* |
|  |  |  |  |  | 22 |
| *Способ* | *Лист* | *Документ No.* | *Подписанный* | *Дата* |
| ***ВЫВОДЫ***  Итак, биполярный транзистор является полупроводниковым устройством, обычно используемым для усиления. Данное устройство может усиливать как аналоговые, так и цифровые сигналы. С физической точки зрения биполярный транзистор в большинстве случаев усиливает ток, но его можно подключить в цепи, предназначенные для усиления напряжения или мощности. В проекте был проанализирован биполярный транзистор, подключенный в специализированную схему с целью усиления напряжения. Способ проектирования данной схемы заключался в использовании биполярного транзистора, соединенного в цепи с общим эмиттером, что позволило в результате получить усиление напряжения. Усилитель с общим эмиттером сконструирован таким образом, что небольшое изменение входного напряжения изменяет малый ток через основание транзистора, сворачиваниетока которого в сочетании со свойствами цепи приводит к уменьшению колебаний во входном напряжении, что в результате приводит к высоким изменениям выходного напряжения.  Поэтому в практическом отсеке исследовался биполярный транзистор типа n-p-n KT301A. Исходя из его входных и выходных характеристик, определялись значения, необходимые для расчета коэффициента усиления пола после напряжения, получая в результате значение коэффициента 48, которое представляет собой то, что схема, спроектированная на основе биполярного транзистора КТ301А, усиливала входной сигнал после напряжения в 51 раз. | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  | *UTM 0710.1 016 NE* | | | | | | *Лист* |
|  |  |  |  |  | 23 |
| *Способ* | *Лист* | *Документ No.* | *Подписанный* | *Дата* |
| ***Библиография***  1. <https://www.rs-online.com/designspark/what-is-bjt-a-detailed-guide-on-bjt>  2. <https://www.allaboutcircuits.com/textbook/semiconductors/chpt-4/bipolar-junction-transistors-bjt/>  3. <https://sites.pitt.edu/~qiw4/Academic/ME2082/Transistor%20Basics.pdf>  4. <https://mail.uaic.ro/~ftufescu/CURS%20DCE-4%20Tranzistorul%20bipolar.pdf>  5. <https://www.electrical4u.com/bipolar-junction-transistor-or-bjt-n-p-n-or-p-n-p-transistor/>  6. <https://www.electronics-tutorials.ws/transistor/tran_2.html>  7. <https://people.engr.tamu.edu/spalermo/ecen325/Chapter%20Va.pdf>  8. <https://www.electricaltechnology.org/2020/05/bipolar-junction-transistor-bjt.html>  9. <https://eandc.ru/news/detail.php?ID=21477>  10. <http://madelectronics.ru/book/spravochniki/2009-02-04-07-53-27-812.htm>  11. <https://alltransistors.com/ru/transistor.php?transistor=38508> | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  | *UTM 0710.1 016 NE* | | | | | | *Лист* |
|  |  |  |  |  | 24 |
| *Способ* | *Лист* | *Документ No.* | *Подписанный* | *Дата* |
| ***ПРИЛОЖЕНИЯ*** | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  | *UTM 0710.1 016 NE* | | | | | | *Лист* |
|  |  |  |  |  | 25 см. |
| *Способ* | *Лист* | *Документ No.* | *Подписанный* | *Дата* |