

**УЗБЕКСКОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ
ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**На правах рукописи
УДК. 621.385-621.396**

ЯРМУХАМЕДОВ АЛИШЕР АГБАРОВИЧ

**МЕТОДЫ СТАБИЛИЗАЦИИ РАБОЧЕГО РЕЖИМА ВЫХОДНЫХ
КАСКАДОВ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ
НА СОСТАВНЫХ ТРАНЗИСТОРАХ**

**05.12.04 - Системы и устройства радиотехники, радионавигации,
радиолокации и телевидения**

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Ташкент - 2011

Работа выполнена в Ташкентском университете информационных технологий.

Научный руководитель доктор физико-математических наук,
профессор **Арипов Хайрулла Кабилович**

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
профессор **Халиков Абдулхак Абдулхаирович**

кандидат технических наук,
доцент **Абдуазизов Аманжан Абдумаджидович**

Ведущая организация Ташкентский государственный технический
университет им. Абу Райхон Бируни

Защита состоится «16» сентября 2011 г. в 11⁰⁰ часов на заседании специализированного совета Д.001.25.01 при Ташкентском университете информационных технологий по адресу: 100084, г. Ташкент, ул. А. Тимур 108, e-mail: tuit@tuit.uz.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Ташкентского университета информационных технологий.

Автореферат разослан «15» сентября 2011 г.

Ученый секретарь
специализированного совета

А.А. Ганиев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИИ

Актуальность работы. Выходные каскады радиотехнических устройств находятся в процессе постоянной модернизации. При этом важно сохранять единство научного подхода к проектированию радиотехнических устройств. В частности, актуальным является исследование и разработка высокостабильной элементной базы, основанной на новых физических процессах, протекающих в электронных приборах. В этом случае появляется возможность построения целого множества новых схмотехнических решений.

Схмотехника аналоговых электронных устройств, кроме прямой задачи реализации определенной системной функции, решает задачу обеспечения стабильности радиотехнического устройства в условиях воздействия внешних факторов, таких как неконтролируемые изменения температуры окружающей среды, напряжения питания, сопротивления нагрузки и других возмущающих воздействий. Особо остро задача компенсации воздействия этих возмущений стоит при создании усилителей мощности. Неконтролируемые возмущения изменяют токи покоя биполярных транзисторов, меняют их электрический и тепловой режим работы, что недопустимо для усилителей мощности класса А, В и АВ, так как это вызывает ряд негативных последствий, таких как увеличение коэффициента нелинейных искажений, изменение коэффициента усиления, что может привести к деградации биполярных транзисторов из-за возникновения тепловой неустойчивости и теплового пробоя. По этой причине вопрос стабилизации режима покоя биполярных транзисторов является актуальным при создании мощных выходных каскадов радиотехнических устройств.

Степень изученности проблемы. В выходных каскадах радиотехнических устройств, реализованных в рамках традиционных схмотехнических подходов, особое внимание необходимо уделять стабилизации рабочих режимов транзисторов по постоянному току, а именно, стабилизации тока и напряжения покоя выходных транзисторов.

В работах Г.С. Цыкина, Г.В. Войшвилло, Л.Е. Варакина, П. Шкритека, А.А. Данилова, Дж. Ленка, Д. Селера и А.А. Титова изучены схемы стабилизации выходных каскадов усилителей мощности. В работах Х.К. Арипова, Ж.Т. Максудова и И.Р. Фазылжанова достаточно хорошо исследованы аспекты работы функциональных узлов радиотехнических устройств на основе инжекционно-вольтаического эффекта в биполярных транзисторных и тиристорных структурах. Однако, методы стабилизации выходных каскадов радиотехнических устройств на основе многозвенных составных транзисторов до настоящего времени не были изучены.

Связь диссертационной работы с тематическими планами НИР. Работа выполнена на кафедре «Электроники» Ташкентского университета информационных технологий, согласно плану приоритетных научно-технических направлений УзАСИ в рамках НИР № 1-06 «Разработка мощных усилителей на основе инжекционно-вольтаических транзисторов» и

инновационной НИР №ИДА-6 «Создание базовых элементов аналоговых и цифровых схем телекоммуникационных устройств на основе инжекционно-вольтаического и фото-вольтаического эффектов», выполненной по заданию Координационного Совета по развитию науки и технологий при Кабинете Министров РУз. и УзАСИ.

Цель исследования: создание и исследование выходных каскадов усилителей мощности на основе многокаскадных гетеросоставных и гомосоставных транзисторов, с заданным током покоя, устойчивым к изменениям температуры окружающей среды и температуры кристалла транзистора.

Задачи исследования:

1. Исследовать возможность использования составных транзисторов при построении выходных каскадов радиотехнических устройств, с целью повышения их стабильности.

2. Теоретически и экспериментально исследовать многокаскадные гетеросоставные и гомосоставные транзисторы по схеме Дарлингтона и Шиклаи.

3. Разработать методы эмиттерной самостабилизации тока покоя усилителей мощности.

4. Исследовать выходные каскады радиотехнических устройств на гомосоставных транзисторах, работающие в классах усиления А, В и АВ.

Объект и предмет исследования: Объектом исследования являются выходные каскады радиотехнических устройств. Предметом исследования являются усилители мощности на многокаскадных гетеросоставных и гомосоставных биполярных транзисторах (БТ).

Методы исследования: методы теории линейных и нелинейных электрических цепей, многопараметрическое, в том числе компьютерное моделирование нелинейных электронных схем на БТ, численные методы решения нелинейных уравнений, метод средних и наименьших квадратов, измерение электрофизических характеристик, вольтамперных характеристик (ВАХ), нагрузочных, амплитудно-частотных и фазо-частотных характеристик (АЧХ и ФЧХ).

Гипотеза исследования: возможность использования многокаскадных гетеросоставных и гомосоставных транзисторов для стабилизации выходных каскадов радиотехнических устройств.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Высокостабильные составные транзисторы на основе новых схемотехнических решений, используемые при построении выходных каскадов радиотехнических устройств.

2. Многокаскадные гетеросоставные и гомосоставные транзисторы по схеме Дарлингтона и Шиклаи.

3. Методы эмиттерной самостабилизации тока покоя усилителей мощности.

4. Выходные каскады радиотехнических устройств на гомосоставных транзисторах.

Научная новизна:

1. Впервые показана возможность использования многокаскадных гетеросоставных и гомосоставных транзисторов для построения выходных каскадов радиотехнических устройств, с целью повышения их стабильности.

2. Теоретически и экспериментально исследованы многокаскадные гетеросоставные и гомосоставные транзисторы по схеме Дарлингтона и Шиклаи.

3. Предложены методы эмиттерной самостабилизации тока покоя усилителей мощности.

4. Разработаны выходные каскады радиотехнических устройств на гомосоставных транзисторах, работающие в классах усиления А, В и АВ.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Полученные в работе теоретические и экспериментальные результаты по использованию составных транзисторов представляют интерес при построении выходных каскадов радиотехнических устройств, с целью повышения их стабильности. Предложенные схемы многокаскадных гетеросоставных и гомосоставных транзисторов по схеме Дарлингтона и Шиклаи предназначены для создания выходных каскадов усилителей мощности, радиопередающих устройств, электронном оборудовании промышленной и автомобильной электроники.

Предложенные методы стабилизации тока покоя усилителей мощности уменьшают общий коэффициент нелинейных искажений и нестабильность тока покоя усилителей мощности, работающих в классах усиления А и АВ, из-за перепадов напряжения питания и температуры.

Реализация результатов. Результаты диссертационной работы явились основой НИР №1-06 «Разработка мощных усилителей на основе инжекционно-вольтаических транзисторов» и № ИДА-6 «Создание базовых элементов аналоговых и цифровых схем телекоммуникационных устройств на основе инжекционно-фотovoltaического эффектов» и рекомендованы для практического использования при построении устойчивых к влиянию дестабилизирующих факторов усилителей мощности. Результаты работы внедрены в АК «Узбектелеком» и в учебный процесс Ташкентского университета информационных технологий, что подтверждается соответствующими документами.

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы доложены: на международной конференции «Техника и технологии связи» (Алматы, 2002г.); на международном радиоэлектронном форуме «Прикладная радиоэлектроника. Состояние и перспективы развития» (Харьков, 2002г.); на международной конференции «Состояния и перспективы развития связи и информационных технологий Узбекистана» (Ташкент, 2005г.); на республиканской научно-технической конференции «Информационно-коммуникационные технологии» (Ташкент, 2005г.).

Опубликованность результатов. По результатам выполненных исследований опубликовано 19 печатных работ. Из них 6 статьи в научных

журналах, в тезисах 5 международных и 3 республиканских конференций. По результатам работы имеется 2 патента на изобретение и 3 свидетельства на программу.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка цитируемой литературы и приложения. Общий объем диссертации 168 страниц, который содержит 110 страниц основного текста, 106 рисунков, 6 таблиц, список литературы из 162 наименований и приложения.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность работы и научная новизна проведенных исследований, сформулированы цель и задачи исследования, приведены основные положения, выдвигаемые на защиту.

В первой главе проведен обзор литературных данных о методах стабилизации режима работы транзисторных схем, используемых при создании оконечных каскадов радиотехнических устройств.

Отмечено, что основные параметры транзисторных схем сильно зависят от внешних возмущающих воздействий, к которым относятся изменения напряжения питания, сопротивления нагрузки, температуры и т.п. Внешние возмущения, изменяя токи покоя, выводят устройство из заданного режима работы. Это особенно опасно для режима класса АВ, так как может вывести транзистор в нелинейную область его характеристик, что вызовет увеличение коэффициента нелинейных искажений. По этой причине вопрос стабилизации режима покоя является одним из главных при создании радиотехнических устройств.

На основе литературного обзора выявлено, что существуют три основных метода стабилизации режима покоя рабочей точки транзисторного каскада. Методы термокомпенсации и параметрической стабилизации компенсируют только один из дестабилизирующих факторов. Универсальным методом стабилизации параметров не только одиночного каскада, но и многокаскадного устройства является метод введения цепей отрицательной обратной связи. Обратная связь специально вводится в устройство для улучшения его характеристик и параметров.

С целью повышения стабильной работы оконечных каскадов радиотехнических устройств предложено применение нетрадиционных схемных решений. Исследованы многокаскадные гетеросоставные и гомосоставные транзисторы, которые являются обоснованным научным подходом для создания усилителей мощности с заданным током покоя, без дополнительной настройки и контроля тока покоя, устойчивых к изменениям температуры, изменению напряжения источников питания и разбросу параметров транзисторов.

В конце главы сделаны основные выводы и сформулированы задачи исследования.

Во второй главе разработан и исследован гетеросоставной транзистор, схема которого приведена на рис. 1. Его дифференциальное сопротивление при $I_3=5\text{mA}$, $U_{KЭ}=18\text{В}$ на два порядка превышает дифференциальное сопротивление одиночного дрейфового транзистора и при этом сохраняется высокое значение КПД усилителя мощности. Для исследования ВАХ гетеросоставного транзистора разработана диалоговая компьютерная моделирующая программа.

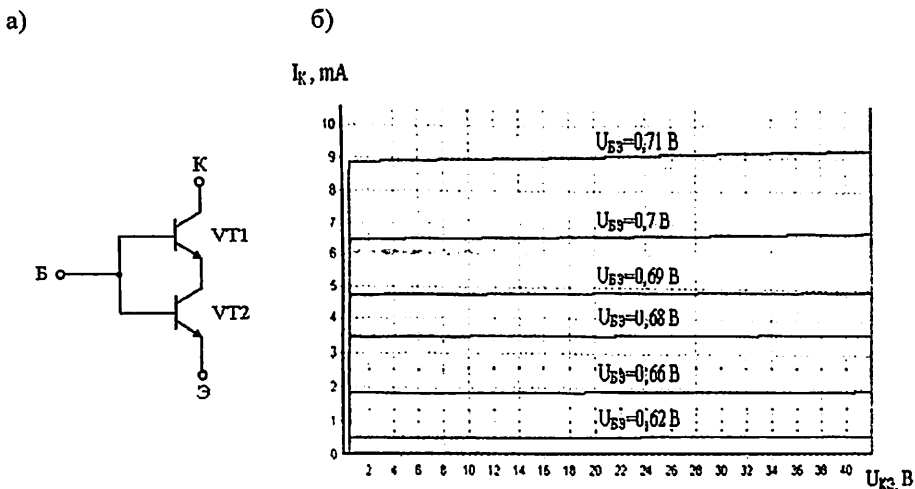


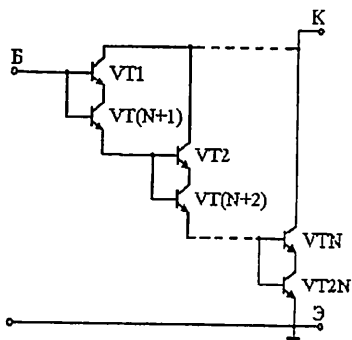
Рис. 1. Схема гетеросоставного транзистора (а) и семейство зависимостей тока коллектора гетеросоставного транзистора от $U_{KЭ}$, при различных значениях входного напряжения $U_{БЭ}$ (б).

На рис. 2 а и б, соответственно приведены схемы многокаскадных гетеросоставных транзисторов по схеме Дарлингтона и Шиклаи.

Показано, что многокаскадные гетеросоставные транзисторы по схеме Дарлингтона и Шиклаи устойчиво работают при значениях напряжения коллектор-эмиттер в пять раз более высоких, чем отдельно взятые транзисторы. Рассеиваемая на их коллекторах мощность в три раза превышает паспортное значение предельно допустимой мощности известных составных транзисторов.

Недостаток гетеросоставных транзисторов заключается в том, что они выполняются из разнотипных (например, из кремниевых и германиевых) транзисторов, что усложняет изготовление схем на дискретных элементах, а интегральное исполнение вызывает большие сложности.

a)



б)

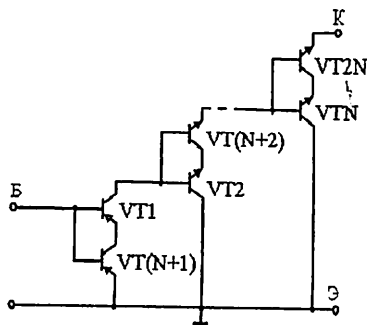
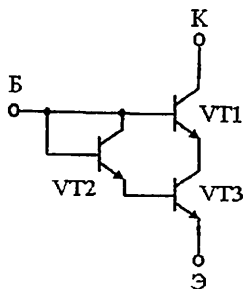


Рис. 2. Схемы многокаскадных гетеросоставных транзисторов по схеме Дарлингтона (а) и Шиклан (б).

В третьей главе разработан и исследован гомосоставной транзистор, схема которого приведена на рис. 3.

a)



б)

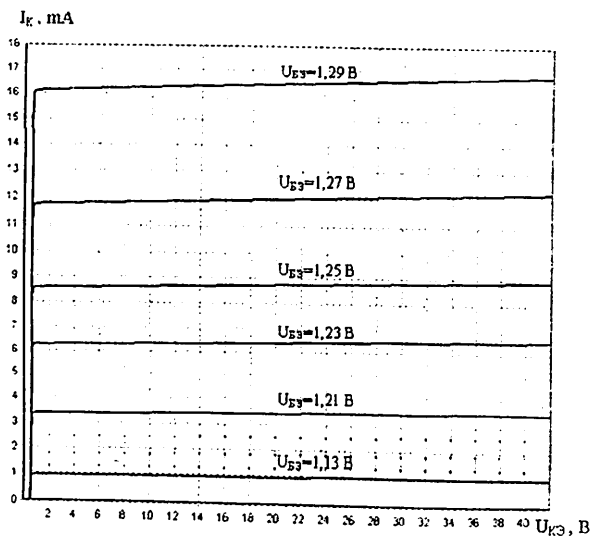


Рис. 3. Схема гомосоставного транзистора (а) семейство зависимостей тока коллектора гомосоставного транзистора от $U_{кэ}$, при различных значениях входного напряжения $U_{бэ}$ (б).

Для исследования ВАХ гомосоставного транзистора разработана диалоговая компьютерная моделирующая программа.

На рис. 4, а и б, соответственно приведены схемы многокаскадных гомосоставных транзисторов по схеме Дарлингтона и Шиклаи.

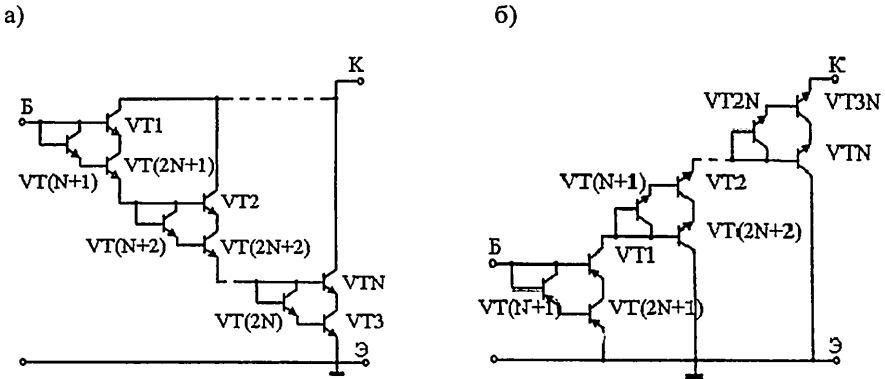


Рис. 4. Схемы многокаскадных гомосоставных транзисторов по схеме Дарлингтона (а) и Шиклаи (б).

На рис. 5, а и б, соответственно приведены результаты компьютерной симуляции зависимости $I_K = f(U_{KЭ})$ при постоянных значениях $U_{БЭ}$ (а) и $I_B = f(U_{БЭ})$ при $U_{KЭ} = 10$ В (б) трехкаскадного гомосоставного (сплошные линии) и одиночного (пунктирные линии) транзистора по схеме Дарлингтона.

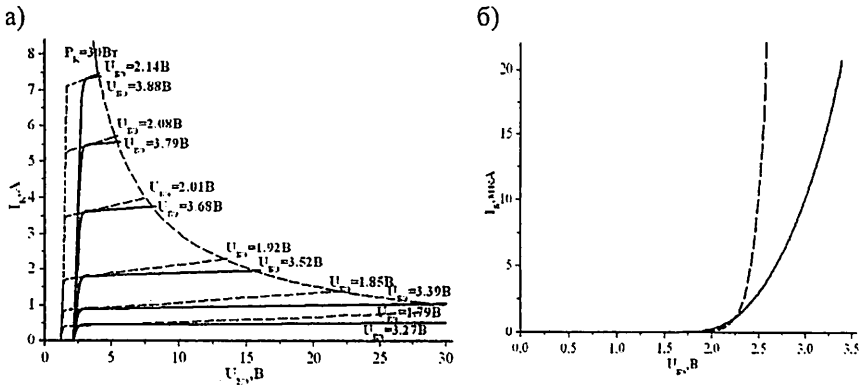


Рис. 5. Результаты компьютерной симуляции зависимости $I_K = f(U_{KЭ})$ при постоянных значениях $U_{БЭ}$ (а) и $I_B = f(U_{БЭ})$ при $U_{KЭ} = 10$ В (б) трехкаскадного гомосоставного (сплошные линии) и одиночного (пунктирные линии) транзистора по схеме Дарлингтона.

На рис. 6, а и б, соответственно приведены результаты компьютерной симуляции зависимости $I_K = f(U_{KЭ})$ при постоянных значениях $U_{БЭ}$ (а) и $I_B = f(U_{БЭ})$ при $U_{KЭ} = 10$ В (б) трехкаскадного гомосоставного (сплошные линии) и одиночного (пунктирные линии) транзистора по схеме Шиклаи.

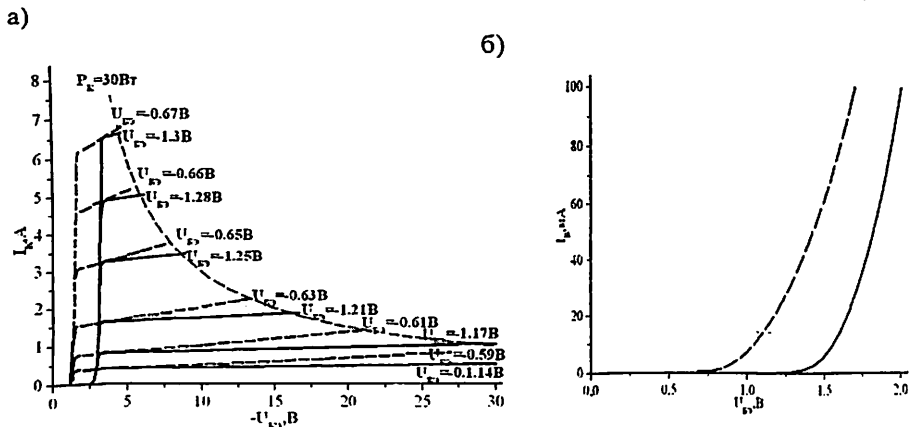


Рис. 6. Результаты компьютерной симуляции зависимости $I_K = f(U_{KЭ})$ при постоянных значениях $U_{БЭ}$ (а) и $I_B = f(U_{БЭ})$ при $U_{KЭ} = 10$ В (б) трехкаскадного гомосоставного (сплошные линии) и одиночного (пунктирные линии) транзистора по схеме Шиклаи.

Анализ показывает, что эффективность метода самостабилизации тока эмиттера трехзвенного гомосоставного транзистора по сравнению с обычным составным транзистором по напряжению в 7 раз больше, а по температуре на три порядка больше.

Предложенный гомосоставной биполярный транзистор устойчиво работает при значениях напряжения $U_{KЭ}$ в три раза более высоких, чем отдельно взятый транзистор. Рассеиваемая на его коллекторе мощность в три раза превышает паспортное значение предельно допустимой мощности обычных составных транзисторов.

Гомосоставные транзисторы, все элементы которых выполнены из одинакового полупроводникового материала, сохраняют свойства гетеросоставных транзисторов и при промышленном изготовлении более технологичны

Предложенные гетеросоставные и гомосоставные биполярные транзисторы могут быть использованы в оконечных каскадах усилителей мощности, радиопередающих устройствах, в промышленной и автомобильной электронике.

В четвертой главе предложены и исследованы усилители мощности с заданным током покоя, без дополнительной настройки и контроля тока покоя, устойчивые к изменениям температуры выходных транзисторов, изменениям напряжения источников питания и разбросу параметров транзисторов.

Предложен метод эмиттерной стабилизации тока покоя усилителя мощности резисторно-диодной (RD) – цепью, охваченного отрицательной обратной связью (ООС). При этом эффективность метода эмиттерной стабилизации тока покоя от напряжения питания увеличивается на порядок, а в случае изменения температуры это составляет более двух порядков, по сравнению с усилителем мощности с обычной стабилизацией.

Предложен метод эмиттерной самостабилизации усилителя мощности на гомосоставных транзисторах, работающего в классе усиления А. При этом эффективность метода эмиттерной стабилизации тока покоя RD – цепью от напряжения питания в четыре раза превышает эффективность усилителя мощности на одиночных составных транзисторах, а в случае изменения температуры это составляет более одного порядка.

Предложен метод эмиттерной самостабилизации усилителя мощности на гомосоставных транзисторах, работающего в классе усиления АВ. При этом эффективность метода эмиттерной стабилизации тока покоя RD – цепью от напряжения питания в 3,5 раза превышает эффективность усилителя мощности на одиночных составных транзисторах, а в случае изменения температуры это составляет более трех порядков.

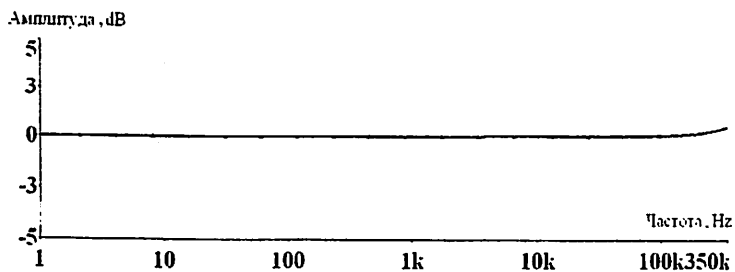
Разработан комбинированный метод стабилизации, включающий в себя самостабилизацию тока эмиттера и глубокую ООС с применением операционного усилителя. Это позволяет уменьшить общий коэффициент нелинейных искажений и нестабильность тока покоя усилителей мощности, работающих в классах усиления А и АВ при изменениях напряжения питания и температуры.

В этой главе также исследованы выходные каскады радиотехнических устройств на гомосоставных транзисторах, работающие в классах усиления А, В и АВ.

На рис. 7, а и б, соответственно показаны АЧХ и ФЧХ предложенного усилителя мощности на гомосоставных транзисторах. До частот 350 кГц АЧХ и ФЧХ не изменяются.

Изменения входного и выходного напряжений во времени показаны на рис. 8, а. Входное и выходное напряжения совпадают по амплитуде и фазе. Зависимость THD от входного напряжения показана на рис. 8, б. Изменение THD при изменении входного напряжения от 3 В до 16 В составляет от $9 \cdot 10^{-3} \%$ до $5,5 \cdot 10^{-3} \%$ соответственно.

а)



б)

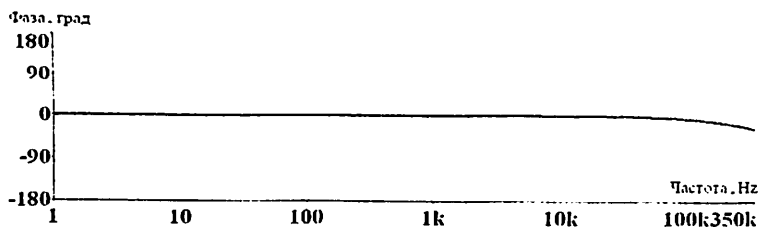
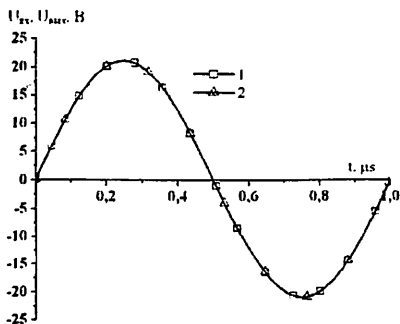


Рис. 7. АЧХ (а) и ФЧХ (б) усилителя мощности с комбинированной стабилизацией тока покоя.

а)



б)

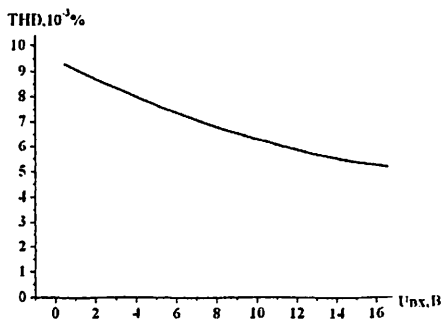


Рис. 8. Изменение входного (кривая 1) и выходного (кривая 2) напряжения усилителя мощности во времени (а) и зависимость общего коэффициента нелинейных искажений (ТНД) в процентах от изменения амплитуды входного напряжения (б).

Изменение тока покоя усилителя мощности с комбинированной стабилизацией тока покоя от напряжения источника питания и температуры показаны на рис. 9, а и б, соответственно. Ток покоя не изменяется при изменениях напряжения питания от 2 В до 60 В и температуры от 200 К до 400 К.

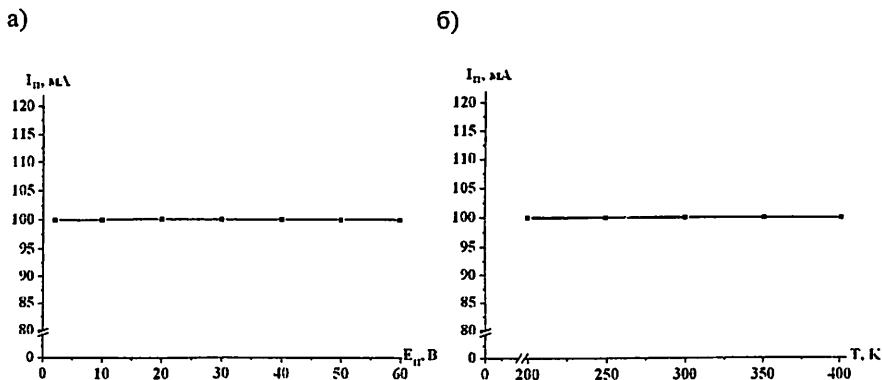


Рис. 9. Нестабильность тока покоя от напряжения питания (а) и температуры (б).

Разработанные методы позволяют существенно стабилизировать значение тока покоя (не изменяется при изменениях напряжения питания от 2 В до 60 В и температуры от 200 К до 400 К в усилителях мощности, работающих в классах усиления А и АВ).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Впервые разработаны и исследованы высокостабильные многокаскадные гетеросоставные и гомосоставные биполярные транзисторы по схеме Дарлингтона и Шиклаи. Показано, что они устойчиво работают при значениях напряжения коллектор-эмиттер в 5 раз более высоких, чем в случае отдельно взятых транзисторов. Рассеиваемая на коллекторе мощность в 3 раза превышает паспортное значение предельно допустимой мощности известных составных транзисторов.

2. Установлено, что эффективность метода стабилизации тока эмиттера трехзвенного гомосоставного транзистора по сравнению с обычным составным транзистором по напряжению в 7 раз больше, а по температуре на три порядка больше.

3. Предложен метод эмиттерной стабилизации тока покоя усилителя мощности RD – цепью, охваченного ООС. При этом эффективность метода эмиттерной стабилизации тока покоя от напряжения питания увеличивается на порядок, а в случае изменения температуры это составляет более двух порядков, по сравнению с усилителем мощности с обычной стабилизацией.

4. Предложен метод эмиттерной самостабилизации усилителя мощности на гомосоставных транзисторах, работающих в классе усиления А. При этом эффективность метода эмиттерной самостабилизации тока покоя от напряжения питания в 4 раза превышает эффективность усилителя мощности на одиночных составных транзисторах, а в случае изменения температуры это составляет более одного порядка.

5. Предложен метод эмиттерной самостабилизации для усилителей мощности на гомосоставных транзисторах, работающих в классе усиления АВ. При этом эффективность метода эмиттерной самостабилизации тока покоя от напряжения питания в 3,5 раза превышает эффективность усилителя мощности на одиночных составных транзисторах, а в случае изменения температуры это составляет более трех порядков.

6. Разработан комбинированный метод стабилизации, включающий в себя методы самостабилизации тока эмиттера и глубокую ООС с применением операционных усилителей, позволяющий уменьшить общий коэффициент нелинейных искажений и нестабильность тока покоя усилителей мощности, работающих в классах усиления А и АВ, от напряжения питания и температуры.

7. Установлено, что АЧХ и ФЧХ предложенных усилителей мощности не изменяется до частот 350 кГц, а изменение общего коэффициента нелинейных искажений составляет порядка 0,008 %. Ток покоя не изменяется при изменениях напряжения питания от 2 В до 60 В и температуры от 200 К до 400 К.

8. Разработаны диалоговые компьютерные моделирующие программы в среде программирования Delphi-6, а также произведена компьютерная симуляция в среде LabVIEW по программе Multisim 10.1. для исследования ВАХ многокаскадных гетеросоставных и гомосоставных транзисторов.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Ярмухамедов А.А. Исследование составного биполярного транзистора по схеме Шиклаи // Узбекский журнал «Проблемы информатики и энергетики». – Ташкент, 2001.- № 3-4. - С. 95-98.

2. Бустанов Х.Х., Ярмухамедов А.А. Исследование составного биполярного транзистора по схеме Дарлингтона // Узбекский журнал «Проблемы информатики и энергетики». – Ташкент, 2002. - № 5. - С. 30-34.

3. Ярмухамедов А.А. Методы стабилизации режима работы гетеросоставных транзисторных схем // Узбекский журнал «Проблемы информатики и энергетики». – Ташкент, 2010. - № 2. - С. 90-94.
4. Ярмухамедов А.А. Методы стабилизации режима работы транзисторных схем // «Вестник ТУИТ». – Ташкент, 2010. - № 1. - С. 44-46.
5. Алимова Н.Б., Арипова З.Х., Тошматов Ш.Т., Ярмухамедов А.А. Исследование усилителя мощности на многокаскадных гомосоставных транзисторах // «Вестник ТУИТ». – Ташкент, 2010. - № 3. - С. 64-68.
6. Алимова Н.Б., Тошматов Ш.Т., Ярмухамедов А.А. Эмиттерная стабилизация усилителя мощности RD-цепью // «Вестник ТУИТ». – Ташкент, 2010. - № 4. - С. 41-45.
7. Арипов Х.К., Бустанов Х.Х., Касимов С.С., Ярмухамедов А.А. Таркибий биполяр транзистори / Ўзбекистон Республикаси Фан ва техника Давлат кўмитаси Давлат патент идораси ДАСТЛАБКИ ПАТЕНТ № IDP 04949, 24.09.2001. рўйхатдан ўтказилган. 31.10.2001, Бюл. № 5.
3. Арипов Х.К., Бустанов Х.Х., Касимов С.С., Ярмухамедов А.А. Таркибий кўшқутбли транзистор / Ўзбекистон Республикаси Фан ва техника Давлат кўмитаси Давлат патент идораси ДАСТЛАБКИ ПАТЕНТ № IDP 04950, 24.09.2001. рўйхатдан ўтказилган 31.10.2001, Бюл. № 5.
9. Арипов Х.К., Алимова Н.Б., Фазилжанов И.Р., Ярмухамедов А.А. Гетеротаркибий транзистор вольт-ампер характеристикасини ҳисоблаш дастури / Давлат патент идораси “Электрон ҳисоблаш машиналари учун яратилган дастурнинг расмий рўйхатдан ўтказилганлиги тўғрисидаги” ГУВОҲНОМА № DGU 01980, 01.07. 2010 й.
10. Арипов Х.К., Алимова Н.Б., Фазилжанов И.Р., Ярмухамедов А.А. Дарлингтон схемаси асосидаги икки каскадли гетеротаркибий транзистор вольтампер характеристикасини ҳисоблаш дастури / Давлат патент идораси “Электрон ҳисоблаш машиналари учун яратилган дастурнинг расмий рўйхатдан ўтказилганлиги тўғрисидаги” ГУВОҲНОМА № DGU 01981, 01.07. 2010 й.
11. Арипов Х.К., Алимова Н.Б., Фазилжанов И.Р., Ярмухамедов А.А. Биполяр дрейфли транзистор вольтампер характеристикасини ҳисоблаш дастури / Давлат патент идораси “Электрон ҳисоблаш машиналари учун яратилган дастурнинг расмий рўйхатдан ўтказилганлиги тўғрисидаги” ГУВОҲНОМА № DGU 02064, 29.09. 2010 й.
12. Ярмухамедов А.А. Сильноточный составной биполярный транзистор по схеме Шиклаи. Четвертая международная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов стран СНГ. «Техника и технология связи», Труды конференции.- Алматы, 2002. - С. 350-352.
13. Касимов С.С., Арипов Х.К., Бустанов Х.Х., Ярмухамедов А.А. Составной биполярный транзистор по схеме Шиклаи. 1-й Международный Радиоэлектронный Форум «Прикладная радиоэлектроника. Состояние и перспективы развития». МРФ – 2002. Сборник научных трудов. Часть 2.- Харьков, 2002. - С. 342-344.

14. Арипов Х.К., Бустанов Х.Х., Ярмухамедов А.А. Исследование составного трехструктурного инжекционно-вольтаического транзистора по схеме Дарлингтона. Международная научно-техническая конференция «Состояние и перспективы развития связи и информационных технологий Узбекистана». Доклады и тезисы конференции. – Ташкент, 2005. - С. 141-143.

15. Ярмухамедов А.А. Математическая модель составного инжекционно-вольтаического транзистора по схеме Дарлингтона. «Ахборот коммуникация технологиялари». Аспирант, магистр ва бакалаврларнинг республика илмий-техник анжумани. Маърузалар тўплами. 22-23 апрел, 2005. –Тошкент, 2005. 88-89 Б.

16. Ярмухамедов А.А. Математическая модель составного инжекционно-вольтаического транзистора на схеме Шиклаи. «Ахборот коммуникация технологиялари». Аспирант, магистр ва бакалаврларнинг республика илмий-техник анжумани. Маърузалар тўплами. 22-23 апрел, 2005. –Тошкент: ТАТУ, 2005, - Б. 90-91.

17. Бустанов Х.Х., Ярмухамедов А.А. Исследование выходного каскада на инжекционно – вольтаическом транзисторе. Труды международной научной конференции «Роль и значение телекоммуникаций и информационных технологий в современном обществе» I том.- Ташкент, 2005. - С. 136-138.

18. Ярмухамедов А.А. Анализ и особенности использование составных инжекционно – вольтаических транзисторов на выходных каскадах усилительных устройств. «Ахборот-коммуникация технологиялари» аспирант, магистрант ва иқтидорли талабалар илмий-техник конференцияси. Маърузалар тўплами. 4-5 март, 2008. – Тошкент, 2008, Б. 150.

19. Арипов Х.К., Алимова Н.Б., Ярмухамедов А.А., Тошматов Ш.Т. Компьютерное исследование стабильных электронных схем на инжекционно – вольтаических приборах. The 4th international conference on «Application of information and communication technologies»/ Tashkent, 2010. -Р. 223-226.

Техника фанлари номзоди илмий даражасига талабгор Ярмухамедов Алишер Аббаровичнинг 05.12.04 - Радиотехника, радионавигация, радиолокация ва телевидение тизимлари ва қурилмалари ихтисослиги бўйича «Таркибий транзисторлар асосида радиотехник қурилмалар чиқиш каскадлари иш режимини барқарорлаш услублари» мавзусидаги диссертациясининг

РЕЗЮМЕСИ

Таянч сўзлар: Дарлингтон ва Шиклаи схемалари бўйича кўп каскадли гомо ва гетеротаркибий транзисторлар, сокинлик токи берилган қувват кучайтигичлари, радиотехник қурилмалар чиқиш каскадларини барқарорлаш услублари.

Тадқиқот объектлари: Таркибий транзисторлар, радиотехник қурилмалар чиқиш каскадлари.

Ишнинг мақсади: Кўп каскадли гетеротаркибий ва гомотаркибий транзисторларни назарий ва тажрибада тадқиқ этиш. Сокинлик токи белгиланган, қўшимча сошлаш ва сокинлик токи қийматини назорат қилиш талаб этилмайдиган, температура ўзгариши, кучланиш манбаи қийматларини ўзгариши ва транзистор параметрларини ўзгаришига чидамли қувват кучайтиргичларини яратиш ва тадқиқ этиш.

Тадқиқот методлари: Чизикли ва ночизикли занжирлар назарияси, БТ асосидаги электрон схемаларни кўппараметрик, жумладан, компьютерда моделлаштириш, ночизикли тенгламаларни саноқ ечими, электрофизик характеристикалар, вольтампер характеристикалар (ВАХ), юклама характеристикалари, АЧХ ва ФЧХларни ўлчаш.

Олинган натижалар ва уларнинг янгилиги: Илк бор Дарлингтон ва Шиклаи схемалари бўйича кўп каскадли таркибий транзисторлар яратиш имконияти кўрсатилган. Сокинлик токи белгиланган, қўшимча сошлаш ва сокинлик токи қийматини назорат қилиш талаб этилмайдиган, температура ўзгариши, кучланиш манбаи қийматларини ўзгариши ва транзистор параметрларини ўзгаришига барқарор қувват кучайтиргичлари яратилган ва тадқиқ этилган.

Амалий аҳамияти: Ишлаб чиқилган гетеротаркибий ва гомотаркибий транзисторлар радиотехник қурилмалар чиқиш каскадлари ишини барқарорлаш муаммосини ечишга имкон беради.

Татбиқ этиш даражаси ва иқтисодий самарадорлиги: Ишлаб чиқилган чиқиш каскадлари «Ўзбектелеком» АКсида тадбиқ этилган. Ишнинг назарий ва амалий натижалари ТАТУ нинг ўқув жараёнида ҳамда ЎзААА билан тузилган №1-06 ҳамда №ИДА-6 хўжалик шартномаларини бажаришда қўлланилган.

Қўлланиш соҳаси: Таклиф этилган гетеротаркибий ва гомотаркибий транзисторлар температура ўзгариши, кучланиш манбаи қийматларини ўзгариши ва транзистор параметрларини ўзгаришига чидамли радиотехник қурилмалар чиқиш каскадлари учун мўлжалланган.

РЕЗЮМЕ

диссертации Ярмухамедова Алишера Агбаровича на тему: «Методы стабилизации рабочего режима выходных каскадов радиотехнических устройств на составных транзисторах» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 – Системы и устройства радиотехники, радионавигации, радиолокации и телевидения

Ключевые слова: Многокаскадные гомо и гетеросоставные транзисторы по схеме Дарлингтона и Шиклаи, усилители мощности с заданным током покоя, методы стабилизации выходных каскадов радиотехнических устройств.

Объекты исследования: Составные транзисторы, выходные каскады радиотехнических устройств.

Цель работы: Теоретическое и экспериментальное исследование многокаскадных гетеросоставных и гомосоставных транзисторов. Создание и исследование усилителей мощности с заданным током покоя, без дополнительной настройки и контроля тока покоя, устойчивым к изменениям температуры, изменению напряжения источников питания и разбросу параметров транзисторов.

Методы исследования: Методы теории линейных и нелинейных электрических цепей, многопараметрическое, в том числе компьютерное моделирование нелинейных электронных схем на БТ, численное решение нелинейных уравнений, измерение электрофизических характеристик вольтамперных характеристик (ВАХ), нагрузочных характеристик, АЧХ и ФЧХ.

Полученные результаты и их новизна: Впервые предложены многокаскадные составные транзисторы по схеме Дарлингтона и Шиклаи. Созданы и исследованы выходные каскады с заданным током покоя, без дополнительной настройки и контроля тока покоя, устойчивым к изменениям температуры, изменению напряжения источников питания и разбросу параметров транзисторов.

Практическая значимость: Разработанные многокаскадные гетеро-гомосоставные транзисторы способствуют решению проблемы стабилизации выходных каскадов радиотехнических устройств.

Степень внедрения и экономическая эффективность: Разработанные выходные каскады радиотехнических устройств внедрены в А «Узбектелеком». Теоретические и практические результаты внедрены в учебный процесс ТУИТ, проведены НИР № 1-06 и №ИДА-6 по договору УзАСИ.

Область применения: Разработанные гетеросоставные гомосоставные транзисторы предназначены для оконечных каскадов усилителей мощности, радиопередающих устройств, устойчивых к изменениям температуры, изменению напряжения источников питания и разбросу параметров транзисторов.

REZUME

Thesis of Yarmukhamedov Alisher Agbarovich on the scientific degree competition of the doctor of philosophy in technical on speciality 05.12.04 – «Systems and devices of radio engineering, radio navigation, radio location and television» subject: «Methods of stabilization of the operating conditions of target cascades of radio technical devices on compound transistors»

Key words: Multistage homo-composite and hetero-composite transistors on the basis of Darlington and Shiklai circuits, power amplifiers with preset standing current, stabilization methods of output stages of radio technical devices.

Subject of research: Composite transistors, output stages of radio technical devices.

Purpose of work: Theoretical and experimental research of multistage hetero-composite and homo-composite transistors. Design and research of power amplifiers with preset standing current, without additional adjustment and control of standing current, with stability against thermal variations, power supply voltage changing and parameters variety of transistors.

Methods of research: Methods of linear and non-linear electric circuit theory, multi parametric, including computer simulation of nonlinear electronic circuits based on bipolar transistors, numerical solution of nonlinear equations, methods of measurement of electro physical characteristics, voltage-current characteristics, load characteristics, amplitude-frequency characteristics and phase-frequency variations were used.

The results obtained and their novelty: For the first time multistage composite transistors on the basis of Darlington and Shiklai circuits are proposed. Designed and investigated output stages with preset standing current, without additional adjustment and control of standing current, with stability against thermal variations, power supply voltage changing and parameters variety of transistors.

Practical value: Developed multistage hetero-composite and homo-composite transistors effectively solve problem related to stabilization of output stages of radio technical devices.

Degree of embed and economic effectivity: Developed output stages of radio technical devices are introduced in JSC «Uzbektelekom». Theoretical and practical results are used in scholastic process TUIT, research scientific work №1-06 and innovative research scientific work №6 carried out under the treaty with UzACI.

Field of application: Offered hetero-composite and homo-composite transistors can be applied for terminal stages of power amplifiers, radio transmitting devices with stability against thermal variations, power supply voltage changing and parameters variety of transistors

Подписано к печати 11.05.2011г. формат 60x84 1/16
Бумага офсетная. Уч.изд. л1.0. Усл.печ.л. 1.0.
Тираж 100, заказ 304

Типография Узгидромета
Ташкент, 100052, Кодира Махсумова, 72.