

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ЭКОНОМИКИ И СЕРВИСА

Павликов С.Н.

УСТРОЙСТВА ФОРМИРОВАНИЯ И ГЕНЕРИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ

Рабочая тетрадь

ВЛАДИВОСТОК
2009

Рабочая тетрадь разработана в соответствии с программой курса, а также требованиями образовательного стандарта России к учебной дисциплине «Устройства формирования и генерирования сигналов» на основе современных отечественных и зарубежных исследований в области радиоэлектроники.

Рабочая тетрадь скомплектована из основных слайдов, представленных в презентации данной дисциплины и выделено место для записей студентами во время проведения лекций.

Рабочая тетрадь предназначена для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям: 210300 «Радиотехника» и 210400-«Телекоммуникации», а также может быть использована в процессе подготовки к лекциям, практическим занятиям и итоговой аттестации по дисциплине.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	
ТЕМА 1. ЗАДАЧИ И ФУНКЦИИ РАДИОПЕРЕДАЮЩИХ УСТРОЙСТВ (РПДУ)..	
ТЕМА 2. КЛАССИФИКАЦИЯ, КАСКАДЫ, СТРУКТУРНАЯ СХЕМА И ПАРАМЕТРЫ РАДИОПЕРЕДАТЧИКОВ.....	
ТЕМА 3. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ГЕНЕРИРОВАНИЯ И УСИЛЕНИЯ ВЧ И СВЧ КОЛЕБАНИЙ.....	
ТЕМА 4. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ВЧ ГЕНЕРАТОРА С ВНЕШНИМ ВОЗБУЖДЕНИЕМ..	
ТЕМА 5. ЛАМПОВЫЕ ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ С ВНЕШНИМ ВОЗБУЖДЕНИЕМ.....	
ТЕМА 6. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО РЕЖИМА РАБОТЫ ЛАМПОВОГО ГВВ В ГРАНИЧНОМ РЕЖИМЕ РАБОТЫ.....	
ТЕМА 7. ТРАНЗИСТОРНЫЕ ГВВ.....	
ТЕМА 8. РЕЖИМЫ РАБОТЫ ТРАНЗИСТОРНО ГВВ.....	
ТЕМА 9. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТРЕХ ТИПОВ ГЕНЕРАТОРОВ С ВВ..... ЛАМПОВОГО, С БИПОЛЯРНЫМ И ПОЛЕВЫМ ТРАНЗИСТОРАМИ.....	
ТЕМА 10 . ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ ВЧ ГВВ.....	
ТЕМА 11. РАДИОПЕРЕДАТЧИКИ ВЧ ДИАПАЗОНА..... РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	

ВВЕДЕНИЕ

Цели и задачи изучения дисциплины

- изучение принципов построения передающих систем;
- изучение передающих устройств в различных диапазонах волн;
- изучение основных типов современных вакуумных и полупроводниковых генераторных и усилительных приборов;
- изучение основных элементов передающих устройств;
- изучение модуляторов, усилителей мощности, умножителей, синтезаторов частот;
- изучение основ схемотехники;
- изучение особенностей проектирования и эксплуатации передающих устройств средств радиоэлектронной борьбы.

В результате теоретического изучения дисциплины студент должен:

иметь представление:

- об основных видах радиоэлектронных схем, используемых в устройствах формирования и генерирования сигналов;
- о принципах функционирования устройств формирования и генерирования сигналов.

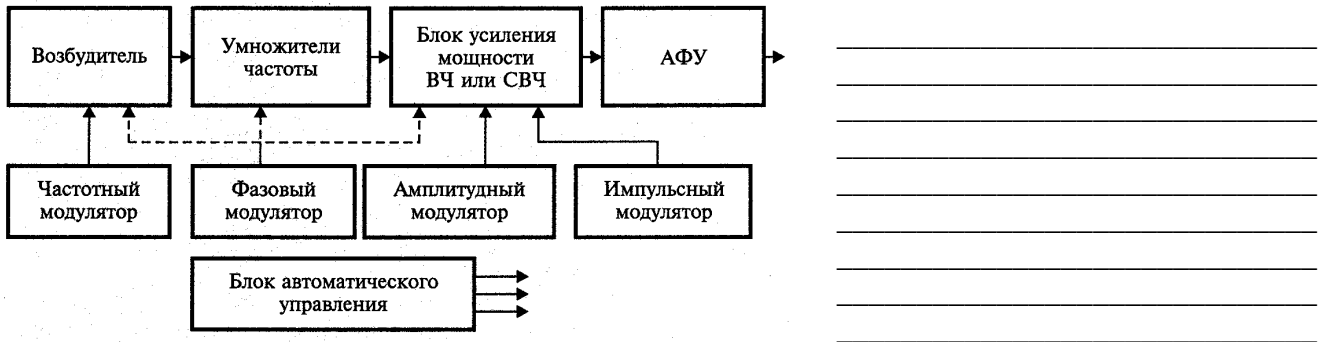
знать и уметь использовать:

- теоретические методы анализа и синтеза радиоэлектронных схем формирования сигналов;
- методы теоретического и экспериментального исследований устройств формирования и генерирования сигналов;
- методы выбора устройств формирования и генерирования сигналов для конкретных применений;
- методы построения и способы реализации на ЭВМ имитационных моделей устройств формирования сигналов;

иметь опыт:

- выполнения инженерных расчетов и принятия профессиональных решений по проектированию устройств формирования и генерирования сигналов;
- проведения расчетов и вычислительных экспериментов на ЭВМ
- для оценки показателей эффективности устройств формирования и генерирования сигналов;
- работы с научно-технической документацией, технической литературой и другими информационными источниками для решения профессиональных задач.

ТЕМА 1. ЗАДАЧИ И ФУНКЦИИ РАДИОПЕРЕДАЮЩИХ УСТРОЙСТВ (РПУ)



Классификация частот и их применение

Наименование диапазона	Длина волны	Частота	Назначение системы и радиопередатчика
Мириаметровые (сверхдлинные волны)	100... 10 км	3 ... 30 кГц	Дальняя радионавигация
Километровые (длинные волны)	100...1 км	30...300 кГц	Радиовещание
Гектометровые (средние волны)	1000...100 м	0,3...3 МГц	Радиовещание
Декаметровые (короткие волны)	100...10 м	3...30 МГц	Радиовещание Мобильная радиосвязь Любительская радиосвязь (диапазон 27 МГц)
Метровые (ультракороткие волны)	10...1м	30...30 МГц	УКВ ЧМ вещание Телевизионное вещание Мобильная радиосвязь Самолетная радиосвязь
Дециметровые (L, S диапазоны)	1...0,1 м	0,3...3 ГГц	Телевизионное вещание Космическая радиосвязь и радионавигация Сотовая радиосвязь Радиолокация
Сантиметровые (С, X, К диапазоны)	10...1 см	3...30 ГГц	Космическая радиосвязь Радиолокация Радионавигация Радиоастрономия
Миллиметровые	10...1 мм	30...300 ГГц	Космическая радиосвязь Радиолокация Радиоастрономия

**ТЕМА 2. Классификация, каскады, структурная
схема и параметры радиопередатчиков**

Табл. 1.

Наименование диапазона		Границы диапазонов
основной термин	параллельный термин	
1-й диапазон частот	Декамегаметровые	100—10 <i>мм</i>
2-й диапазон частот	Мегаметровые	10—1 <i>мм</i>
3-й диапазон частот	Гектокилометровые	1000—100 <i>км</i>
4-й диапазон частот	Мириаметровые	100—10 <i>км</i>
5-й диапазон частот	Километровые	10—1 <i>км</i>
6-й диапазон частот	Гектометровые	1—0,1 <i>км</i>
7-й диапазон частот	Декаметровые	100—10 <i>м</i>
8-й диапазон частот	Метровые	10—1 <i>м</i>
9-й диапазон частот	Дециметровые	1—0,1 <i>м</i>
10-й диапазон частот	Сантиметровые	10—1 <i>см</i>
11-й диапазон частот	Миллиметровые	10—1 <i>мм</i>
12-й диапазон частот	Децимиллиметровые	1—0,1 <i>мм</i>

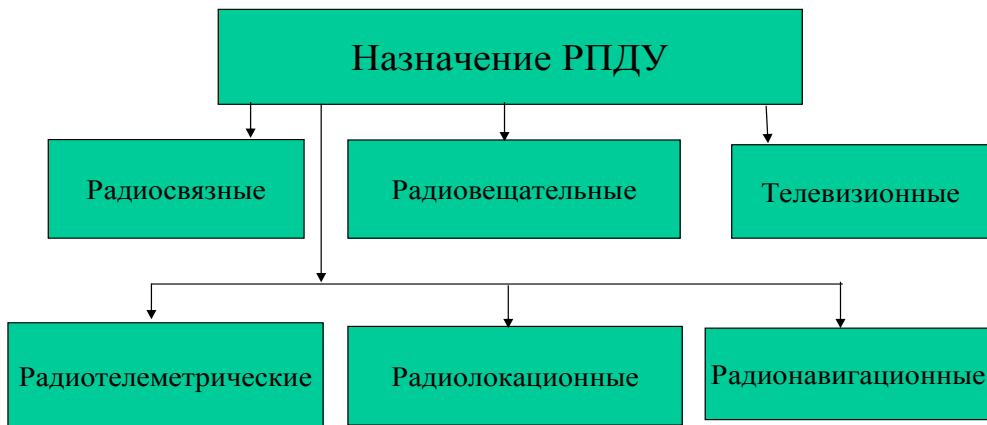
Табл. 2

Наименование диапазона		Границы диапазонов
основной термин	параллельный термин	
1-й диапазон частот	Крайне низкие КНЧ	3—30 <i>Гц</i>
2-й диапазон частот	Сверхнизкие СНЧ	30—300 <i>Гц</i>
3-й диапазон частот	Инфранизкие ИНЧ	0,3—3 <i>кГц</i>
4-й диапазон частот	Очень низкие ОНЧ	3—30 <i>кГц</i>
5-й диапазон частот	Низкие частоты НЧ	30—300 <i>кГц</i>
6-й диапазон частот	Средние частоты СЧ	0,3—3 <i>МГц</i>
7-й диапазон частот	Высокие частоты ВЧ	3—30 <i>МГц</i>
8-й диапазон частот	Очень высокие ОВЧ	30—300 <i>МГц</i>
9-й диапазон частот	Ультравысокие УВЧ	0,3—3 <i>ГГц</i>
10-й диапазон частот	Сверхвысокие СВЧ	3—30 <i>ГГц</i>
11-й диапазон частот	Крайне высокие КВЧ	30—300 <i>ГГц</i>
12-й диапазон частот	Гипервысокие ГВЧ	0,3—3 <i>ТГц</i>

Табл. 3.

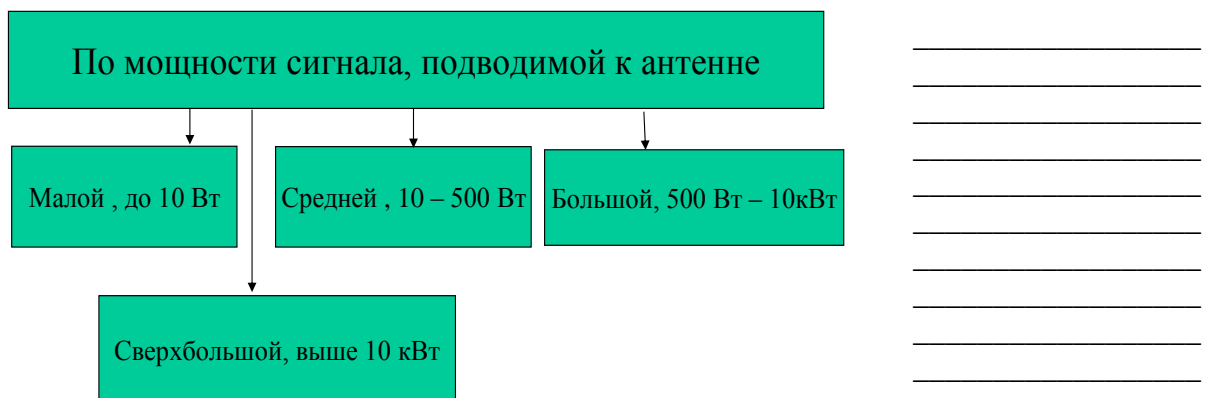
Название поддиапазона	Длина волны, <i>м</i>	Частота колебаний, <i>гц</i>
Сверхдлинные волны	более 10^4 <i>м</i>	менее 3×10^4
Длинные волны	10^4 — 10^3 <i>м</i>	3×10^4 — 3×10^5
Средние волны	10^3 — 10^2 <i>м</i>	3×10^5 — 3×10^6
Короткие волны	10^2 — 10 <i>м</i>	3×10^6 — 3×10^7
Метровые волны	10 — 1 <i>м</i>	3×10^7 — 3×10^8
Дециметровые волны	1 — $0,1$ <i>м</i>	3×10^8 — 3×10^{10}
Сантиметровые волны	$0,1$ — $0,01$ <i>м</i>	3×10^{10} — 3×10^{11}
Миллиметровые волны	$0,01$ — $0,001$	3×10^{11} — 6×10^{12}
Субмиллиметровые волны	10^{+3} — $5 \times 10^{+5}$	-----

Классификация радиопередатчиков по назначению



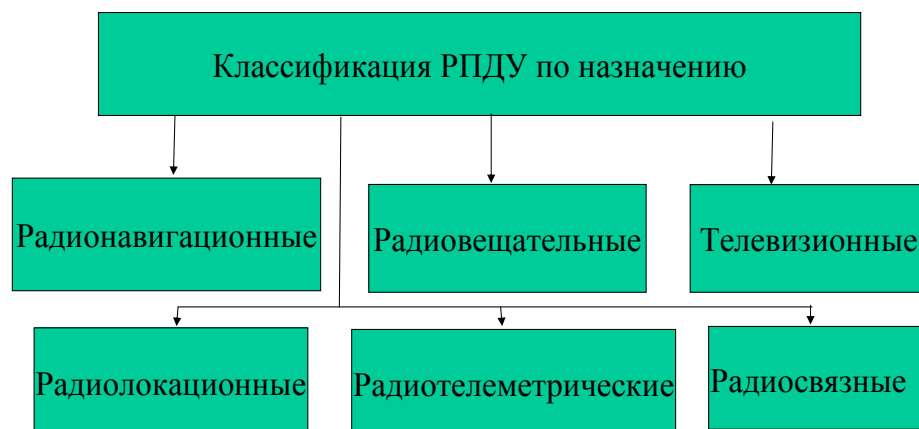
13

Классификация **по мощности**



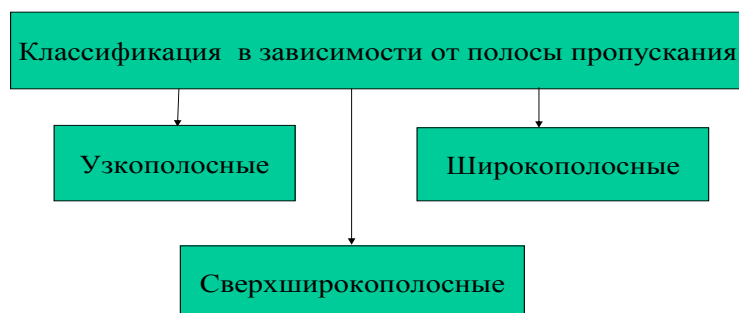
14

Классификация по назначению



17

Классификация по полосе пропускания



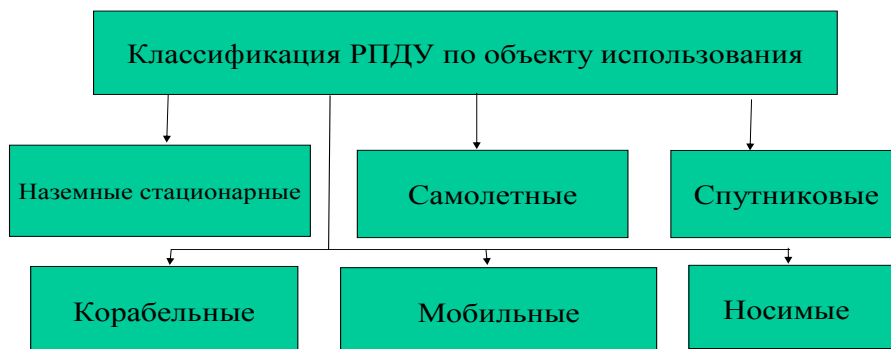
16

Классификация по виду излучения



15

Классификация по объекту использования



18

Перечень основных элементов (каскадов) РПДУ (начало слайда)

- Автогенератор или генератор с самовозбуждением – источники ВЧ и СВЧ колебаний;
- Генератор с внешним или независимым возбуждением – усилитель ВЧ и СВЧ сигнала;
- Умножитель частоты;
- Преобразователь частоты – для смещения частоты колебаний;
- Делитель частоты;

19

Перечень основных элементов (каскадов) РПДУ (продолжение)

- частотный модулятор;
- Фазовый модулятор;
- Фильтры: полосовой, режекторный, НЧ, ВЧ, гребёчатый;
- Сумматор (делитель) мощностей сигналов;
- Мостовое устройство — разновидность сумматора или делителя;

20

Перечень основных элементов (каскадов) РПДУ (продолжение)

- Согласующее устройство;
- Атенюатор — для регулирования мощности сигнала;
- Фазовращатель — управление фазой сигнала;
- Ферритовые однонаправленные устройства (церкуляторы, вентили) — для пропускания сигнала только в одном направлении;

21

Перечень основных элементов (каскадов) РПДУ (окончание)

- Направленный ответвитель — для отбора части мощности из основного канала его распространения;
- балластные сопротивления — в которых происходит рассеивание мощности;
- Источники электропитания;
- Экранированные контура;
- Волновод, радиокабель;
- Антенны.

22

ТЕМА 3. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ГЕНЕРИРОВАНИЯ И УСИЛЕНИЯ ВЧ И СВЧ КОЛЕБАНИЙ

Основное назначение генератора состоит в преобразовании энергии источника постоянного тока в энергию ВЧ или СВЧ колебаний.

Генераторы подразделяются на два основных типа:

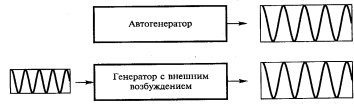
- автогенераторы, работающие в режиме самовозбуждения или автоколебаний, частота которых определяется параметрами самого устройства;
- генераторы с внешним возбуждением, работающие в режиме усиления входного сигнала по мощности или умножения его частоты.

23

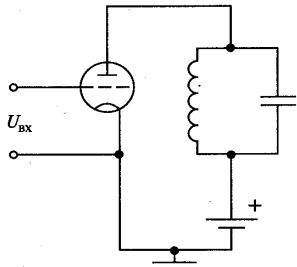
Основные электронные приборы, используемые в генераторах:

- Электровакуумные приборы — триоды, тетроды, пентоды и др.;
- Полупроводниковые приборы — транзисторы биполярные, полевые, диоды (туннельные, Ганна и лавино-пролетные);
- Клистроны;
- Лампы бегущей волны;
- Приборы магнетронного типа.

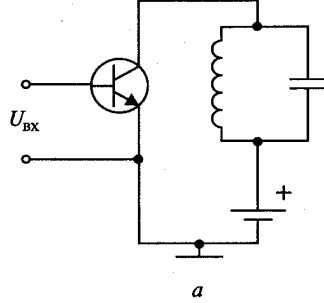
24



Устройство генератора с триодом

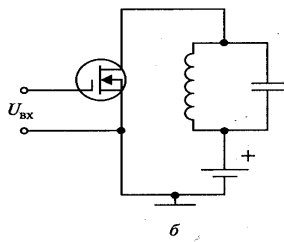


Устройство генератора на биполярном транзисторе

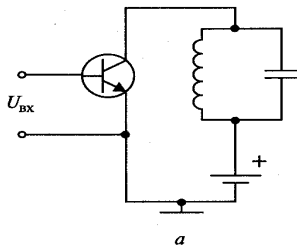


25

Устройство генератора на полевом транзисторе

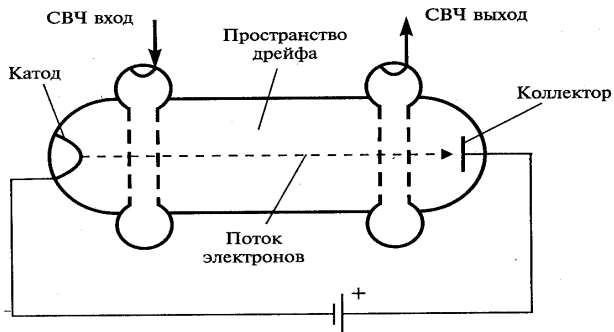


Устройство генератора на биполярном транзисторе



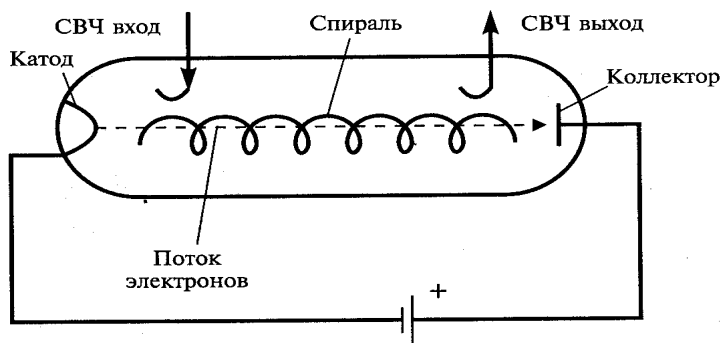
26

Клистронный генератор



27

Генератор на лампе бегущей волны



28

ТЕМА 4. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ВЧ ГЕНЕРАТОРА С ВНЕШНИМ ВОЗБУЖДЕНИЕМ

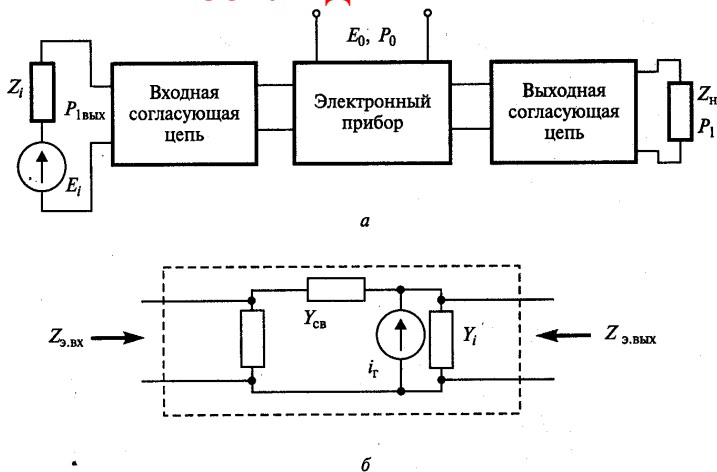


Рис. Обобщенная схема ВЧ генератора с внешним возбуждением

29

Характеристики ВЧ генератора

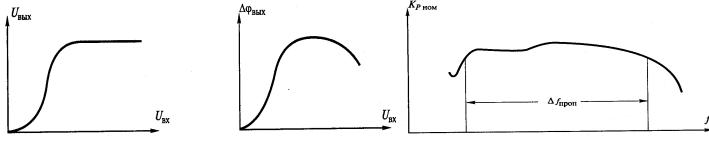
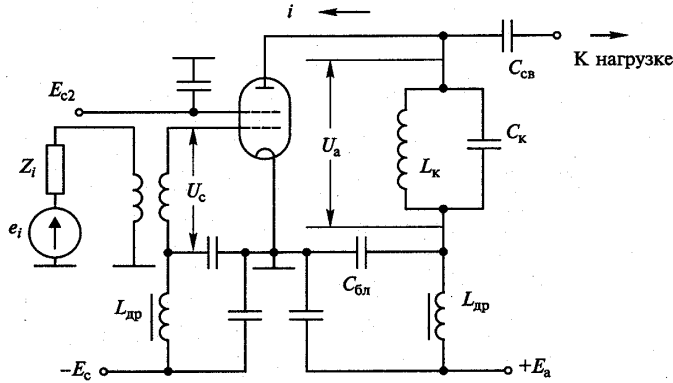


Рис. 1 и 2 Амплитудные характеристики ВЧ генератора

Рис. 3 Частотные характеристики ВЧ генератора

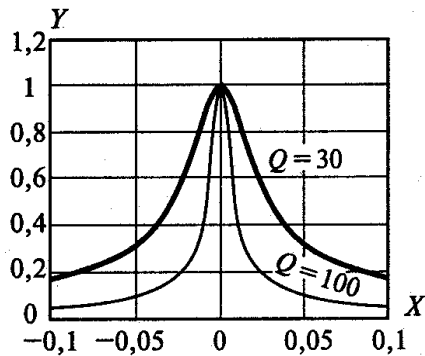
30

ТЕМА 5. ЛАМПОВЫЕ ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ С ВНЕШНИМ ВОЗБУЖДЕНИЕМ



Типовая схема лампового ГВВ содержит:
 электровакуумный прибор - тетрод;
 выходную электрическую цепь - параллельный колебательный контур;
 входную электрическую цепь - высокочастотный трансформатор;
 цепи питания анода, управляющей и экранной сеток.

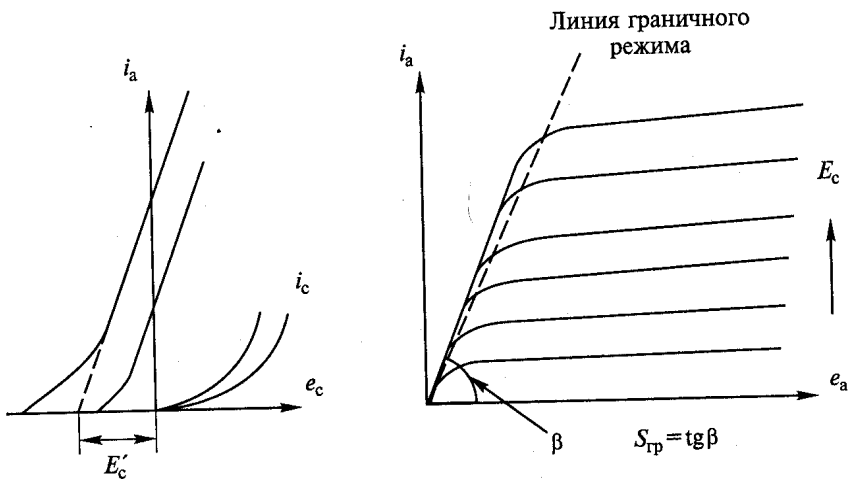
31



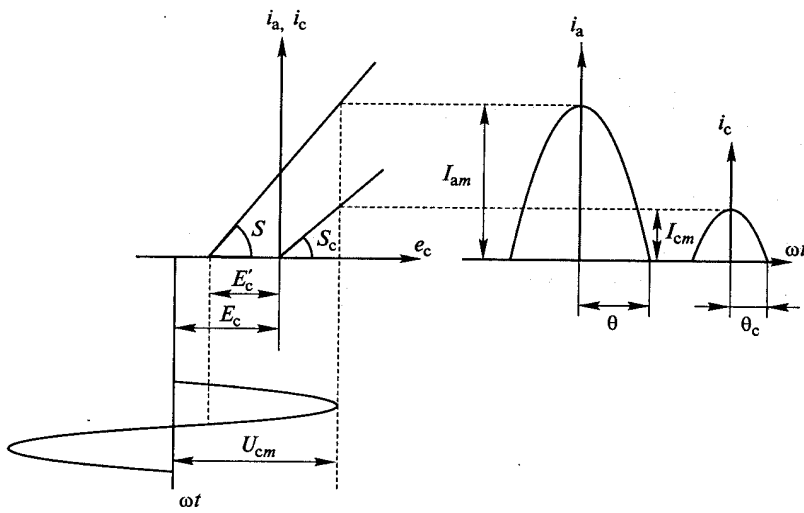
АЧХ параллельного колебательного контура

32

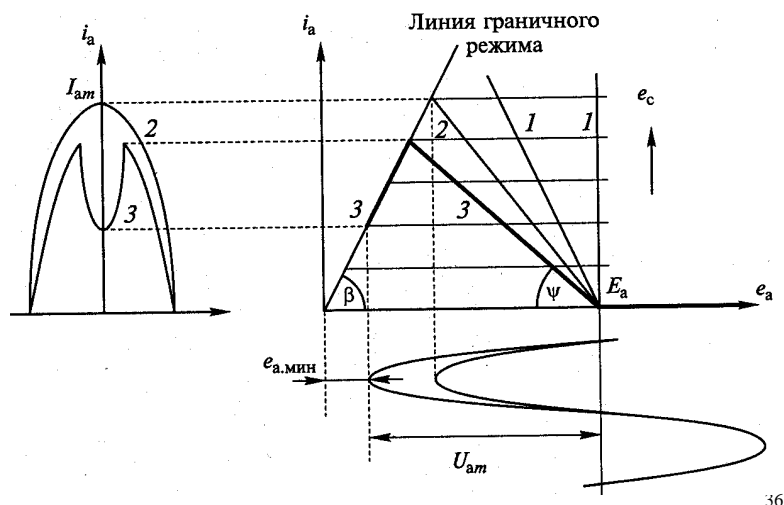
Статические характеристики ЛАМПЫ



Графический метод расчета анодного тока

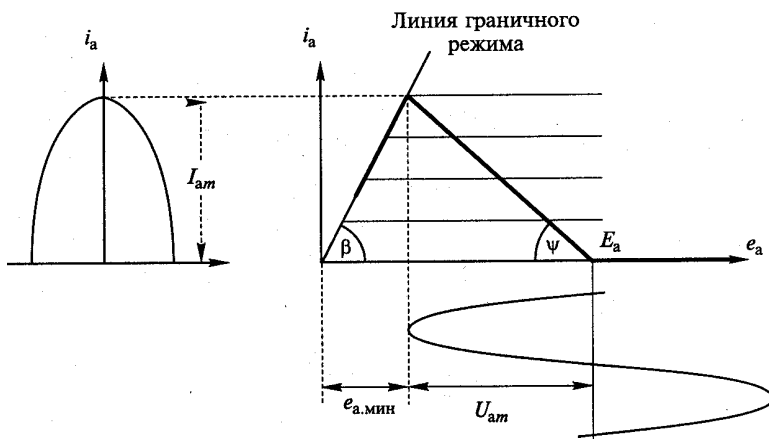


Динамическая характеристика ГВВ

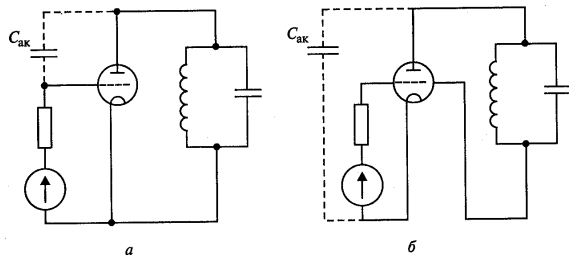


36

Определению параметров генератора в граничном режиме



37



Модель схемы лампового генератора с общим катодом

38

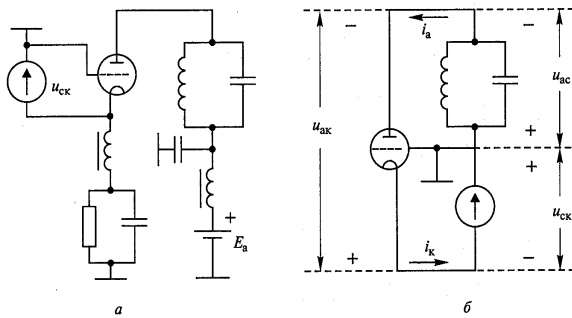
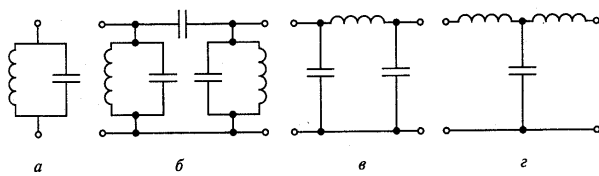


Схема ГВВ с общей сеткой

39

Входные и выходные цепи ГВВ



40

ТЕМА 6. Методика расчета электрического режима работы лампового ГВВ в граничном режиме работы (слайд 1)

1. Исходные данные для расчета: рабочая частота ,
выходная мощность.
2. Выбор типа электровакуумного прибора. Исходя из заданной мощности и частоты сигнала по справочнику «Электровакуумные приборы» выбираем тип генераторной лампы. Останавливаемся на тетраде типа ГУ-61Б.
3. Выбираем угол отсечки.
4. По характеристикам прибора определяем:
 - крутизну линии граничного режима;
 - крутизну анодно-сеточной характеристики;
 - напряжение отсечки .
5. Выбираем граничный режим работы.

41

Расчет анодной цепи генератора

(слайд 2)

1. Коэффициент использования анодного напряжения;
2. Амплитуда напряжения на анодном контуре;
3. Остаточное напряжение на аноде лампы;
4. Амплитуда 1-й гармоники анодного тока;
5. Амплитуда импульса анодного тока;
6. Постоянная составляющая анодного тока;
7. Мощность, потребляемая по анодной цепи;
8. Мощность, рассеиваемая анодом лампы;
9. Коэффициент полезного действия;
10. Сопротивление нагруженного анодного контура, необходимое для реализации рассчитанного режима работы.

42

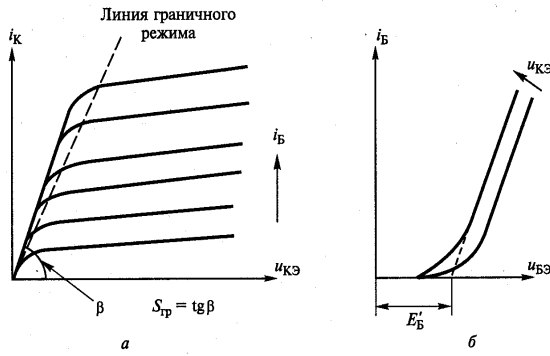
Расчет цепи управляющей сетки.

(слайд 3)

1. Требуемая амплитуда напряжения;
 2. Напряжение смещения;
 3. Максимальное напряжение на сетке;
 4. Высота импульса сеточного тока, определяемая по характеристикам (при и) или из примерного соотношения;
 5. Косинус угла отсечки сеточного тока;
 6. Первая гармоника сеточного тока;
 7. Постоянная составляющая сеточного тока;
 8. Требуемая мощность возбуждения;
 9. Мощность, теряемая в цепи смещения;
 10. Мощность, рассеиваемая управляющей сеткой;
 11. Входное сопротивление по 1-й гармонике сигнала;
 12. Коэффициент усиления генераторной лампы по мощности.
- Расчет электрического режима работы ВЧ лампового генератора с внешним возбуждением можно провести по программе на языке Mathcad.

43

ТЕМА 7. ТРАНЗИСТОРНЫЕ ГВВ



Статические характеристики биполярного транзистора

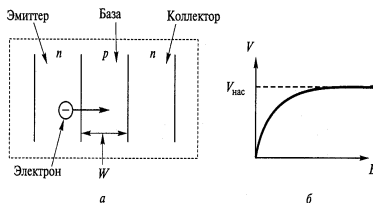
44

Зависимость скорости движения электронов в полупроводнике от напряженности электрического поля

Предельная или граничная частота усиления транзистора непосредственно связана со временем переноса носителей заряда через базовую область толщиной W

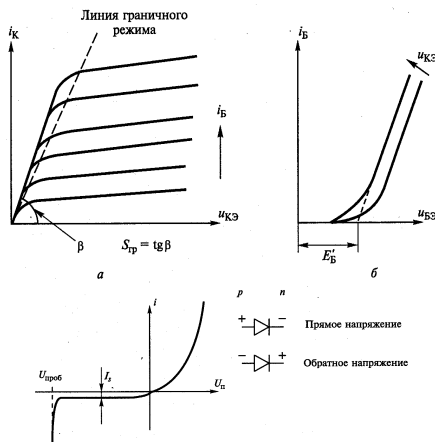
$$f_{ГП} = 1 / \left(\pi \tau_T \right) \approx V_{НАС} / \left(\pi W \right)$$

, где $\tau_T = W / V_{НАС}$ - время переноса носителей через базу.



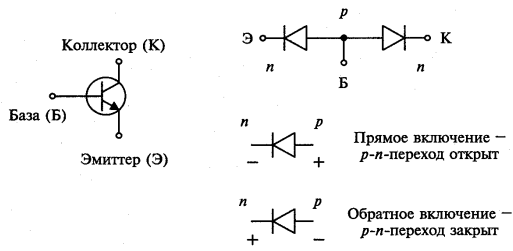
45

Статические характеристики биполярного транзистора и p-n-перехода



46

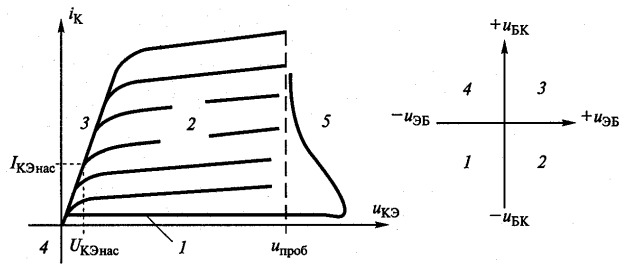
Модель транзистора из двух р-п-переходов.



47

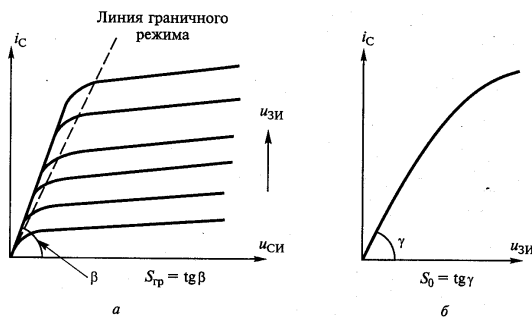
Четыре состояния биполярного транзистора

Коллекторный переход - вид включения	Эмиттерный переход - вид включения	Область на характеристиках
Обратное	Обратное	Отсечки (1)
Обратное	Прямое	Активная (2)
Прямое	Прямое	Насыщения (3)
Прямое	Обратное	Инверсная (4)



48

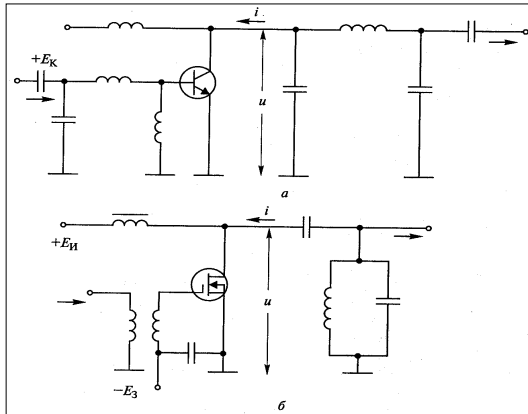
Статические характеристики полевого транзистора



49

ТЕМА 8. РЕЖИМЫ РАБОТЫ ТРАНЗИСТОРНО ГВВ

Схемы ГВВ на транзисторах: а)- с биполярным -б) с полевым



50

В транзисторных и в ламповых генераторах
возможны: недонапряженный, граничный и
перенапряженный режимы работы

При биполярном транзисторе динамическая характеристика располагается:

- в случае недонапряженного и граничного режимов работы в двух областях - активной (2) и отсечки (1);
- в случае перенапряженного режима работы в трех областях - отсечки (1), активной (2) и насыщения (3).

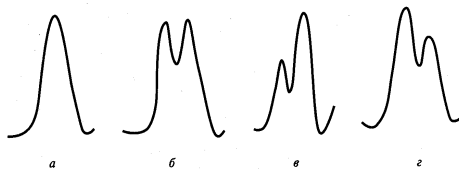
При этом провал в импульсе коллекторного тока происходит по причине захода рабочей точки (координаты) в область насыщения и перехода коллекторного р-п-перехода в открытое состояние.

В недонапряженном и граничном режимах импульсы коллекторного тока при работе с отсечкой имеют косинусоидальную форму.

51

Примеры форм импульса коллекторного тока в перенапряженном режиме работы показаны на рис. б-г. При наличии только активной составляющей в нагрузке провал в импульсе располагается посередине (см. рис. б), при добавлении к ней емкости - сдвигается влево (см. рис. в), индуктивности - вправо (см. рис. г).

Рис. Импульсы Коллекторного тока при работе с отсечкой в перенапряженном режиме



52

ТЕМА 9. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТРЕХ ТИПОВ ГЕНЕРАТОРОВ С ВВ: ЛАМПОВОГО, С БИПОЛЯРНЫМ И ПОЛЕВЫМ ТРАНЗИСТОРАМИ

Преимущества транзисторных генераторов перед ламповыми состоят:

- - в большей долговечности (срок службы генераторных ламп обычно не превышает нескольких тысяч часов, транзисторов - сотен тысяч часов);
- - низком значении напряжения питания, которое не превышает 30 В (у ламп это напряжение от нескольких сотен вольт до десятков киловольт);
- - практически мгновенной готовности к работе после подачи напряжения питания (у ламп требуется предварительное включение цепи накала);
- - высокой прочности по отношению к механическим перегрузкам; в значительном снижении массы и габаритных размеров аппаратуры и возможности ее миниатюризации на основе интегральной технологии.

К недостаткам транзисторных генераторов относятся:

- - ограниченная мощность транзисторов и связанная с этим необходимость суммирования мощностей генераторов при повышенной мощности радиопередатчика;
- - температура корпуса мощных транзисторов не должна превышать 60...70С;
- - чувствительность к весьма кратковременным нарушениям эксплуатационного режима по причине пробоя р-п-переходов, в связи с чем требуется применение специальных схем защиты мощных транзисторов;
- - в низком коэффициенте усиления по мощности при приближении частоты усиливаемого сигнала к граничной частоте транзистора (обычно не более 3...6 дБ) и зависимости этого коэффициента от частоты согласно.

53

Сравнительный анализ генераторов с ВВ: лампового и транзисторного

Ламповые генераторы работают со сравнительно высокими напряжениями питания (от сотен вольт до десятков киловольт) и относительно малыми токами. Поэтому сопротивление анодной нагрузки в них превышает 1000 Ом.

Транзисторные генераторы работают при низких напряжениях питания (<30 В) и с относительно большими токами. Поэтому в них сопротивление коллекторной или стоковой нагрузки составляет от нескольких до десятков Ом.

Таким образом, ламповый генератор требует высокоомной нагрузки, а транзисторный - низкоомной.

Во втором случае можно обеспечить широкую полосу пропускания генератора.

54

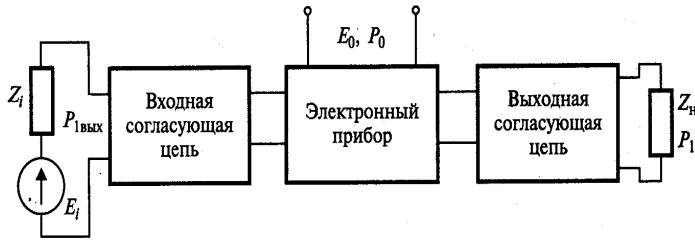
Сравнительный анализ генераторов с ВВ: лампового и транзисторного

Основное применение в современных радиопередатчиках при мощностях не более нескольких сотен ватт находят транзисторные генераторы. С помощью способов суммирования сигналов это значение мощности может быть повышено на 2-3 порядка.

И только в передатчиках повышенной мощности, например радиовещательных мощностью в несколько десятков и сотен киловатт используются электровакуумные приборы.

55

ТЕМА 10 . ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ ВЧ ГВВ



Обобщенная схема ГВВ

56

По назначению следует различать три основных случая согласования цепей применительно к ГВВ:

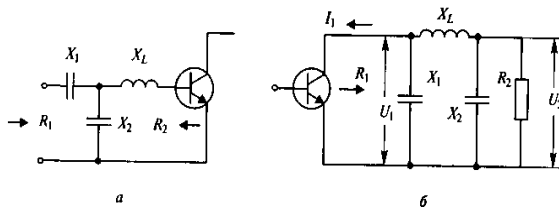
- согласование входного сопротивления транзистора с предыдущим каскадом;
- согласование выходного сопротивления транзистора со следующим каскадом;
- согласование выходного сопротивления транзистора с антенной.

Другая классификация электрических цепей связана с полосой их пропускания $\Delta f_{пр}$ при среднем значении частоты в этой полосе f_0 . Различают три основных цепи:

- узкополосная цепь при $(\Delta f_{пр}/f_0) = 1 \dots 2\%$;
- среднесплоосная цепь при $2\% \leq (\Delta f_{пр}/f_0) \leq 20\%$;
- широкополосная цепь при $(\Delta f_{пр}/f_0) \geq 20\%$.

57

Согласующие цепи в ВЧ транзисторных генераторах



а – входная цепь;
б – выходная цепь

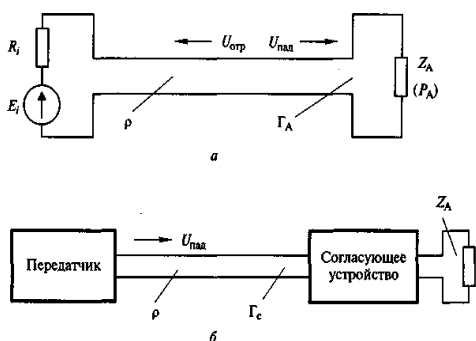
58

Согласование выходного каскада с антенной определяет, какая часть мощности ВЧ сигнала радиопередатчика будет подведена к антенне и излучена в пространство. Отсутствие надлежащего согласования между антенной и радиопередатчиком недопустимо.

Антенна по отношению к радиопередатчику имеет определенное входное сопротивление, зависящее от конструкции и размеров антенны, окружающих ее предметов, длины волны и других факторов.

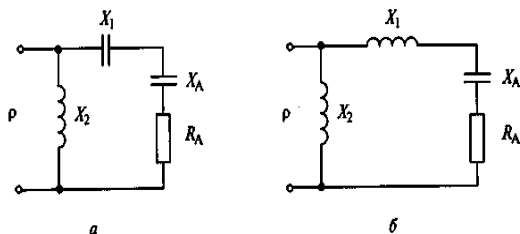
59

Измерение амплитуд падающей и отраженной волны



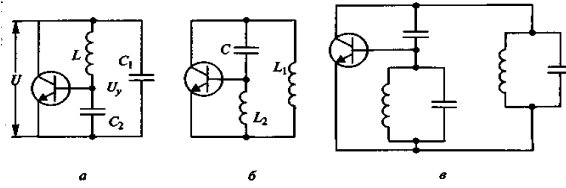
60

Согласующего устройства при емкостном характере сопротивления антенны



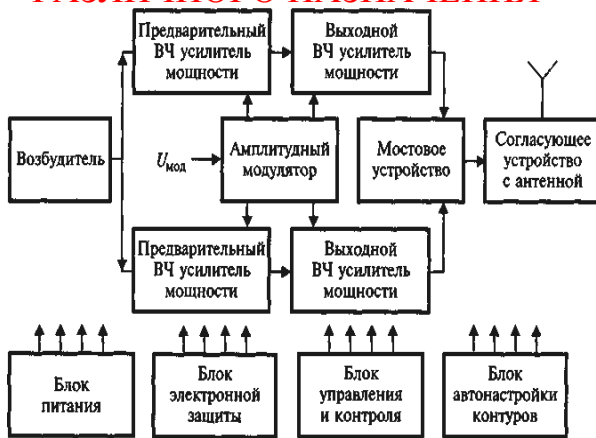
61

Трехточечная схема АГ



62

ТЕМА 11. РАДИОПЕРЕДАТЧИКИ ВЧ ДИАПАЗОНА РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ



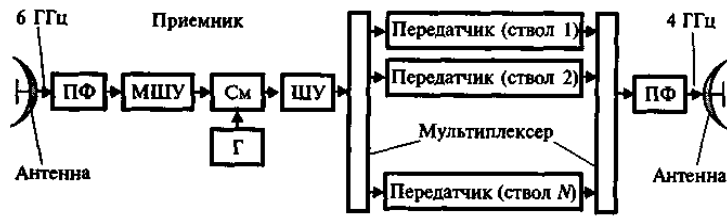
66

Телевизионный радиопередатчик

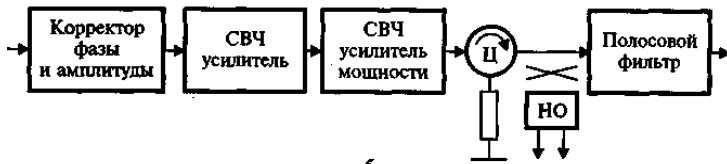


67

Спутниковый ретранслятор



а



б

68

Классификация электронных приборов, применяемых в радиопередатчиках

Параметр	Тип СВЧ электровакуумного прибора		
	Амплитрон	Прямопролетный клистрон	ЛБВ типа О
КПД, %	50...70	25...50	20...50
Максимальная средняя мощность, кВт	8...10	10	0,5...1
Максимальная импульсная мощность, МВт	2...7	2...10	0,5...1
Полоса пропускания, %	10	0,2...1	10...30
Усиление, дБ	10...16	25...40	30...50
Напряжение питания, кВ	30...70	20...90	10...30

69

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью данного учебного пособия является изучение теории построения устройств формирования и генерирования сигналов, изучены общие принципы построения передающих устройств в различных диапазонах частот.

Рассмотрены различные типы модуляции и их реализации.

В пособии приведены схемные решения умножителей, синтезаторов, модуляторов, усилителей и схем согласования.

Учебное пособие позволяет повторить основные определения, изученные в предыдущих дисциплинах и связать их с новыми знаниями, приведенными в данной работе.

В дополнение к учебному пособию имеются «Методические рекомендации по курсовому проектированию».

Данное учебное пособие позволяет перейти к освоению таких дисциплин, как «Средства радиоэлектронной борьбы», «Средства радиоэлектронной защиты» и «Модемы и кодеки радиосистем».

Рекомендуется ознакомиться с основными определениями, и выводами по главам, а затем познакомиться с вопросами для итогового контроля и перечнем тем контрольных и курсовых работ.

После каждой лекции для закрепления материала изучить соответствующие параграфы данного пособия, а также обратиться к рекомендованной литературе, к основной и дополнительной.

Устройства формирования и генерирования сигналов являются обязательным компонентом любой радиоэлектронной аппаратуры.

Знания, полученные при изучении данной дисциплины позволят разобраться в работе любого радиоэлектронного устройств.

70

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гряник В.Н., Павликов С.Н., Убанкин Е.И. Устройства формирования и генерирования сигналов. - Владивосток: ВГУЭС. 2005. – 260 с.
2. Радиопередающие устройства, Учебник для ВУЗов/Под редакцией В.В. Шахгильдяна - М.: Радио и связь, 2003.-560 с.
3. Проектирование радиопередатчиков: Учебное пособие для вузов/Под редакцией В.В. Шахгильдяна, - М.: Радио и связь, 2003.-656 с.
4. Устройства генерирования и формирования радиосигналов/Под редакцией Г.М. Уткин, В.Н. Кулешова и М.В. Благовещенского,- М.: Радио и связь, 1994.
5. Каганов В.И. Радиопередающие устройства: Учебник для сред. проф. образования. М.: ИРПО: Изд. Центр <Академия>, 2002.- 188 с.
6. Каганов В.И. Радиотехника + компьютер + Matcad. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001. - 416 с.
7. Карлашук В.И. Электронная лаборатория на IBM PC. Программа Electronics Workbench и ее применение. М.: Солон-Р, 2000.-506 с.

71