

Теоретические вопросы

1. Усилители мощности радиочастоты. Принципы расчета схемы.
2. Расчет колебательной системы и элементов блокировки УМ радиочастоты.
3. Режимы работы транзисторов с отсечкой выходного тока. Гармонический анализ импульсов тока.
4. Напряженность режима работы УМ. Расчет генератора в граничном режиме.
5. Усилители мощности ОВЧ-УВЧ диапазонов на полевых транзисторах.
6. Усилители мощности ОВЧ-УВЧ диапазонов на биполярных транзисторах. Режим без отсечки коллекторного тока.
7. Усилители мощности ОВЧ-УВЧ диапазонов на биполярных транзисторах. Режим с отсечкой коллекторного тока.
8. Согласующе-фильтрующие системы в УМ. Коэффициент фильтрации гармоник.
9. Синфазные мосты сложения мощностей генераторов.
10. Автогенераторы. Основные схемы и соотношения стационарного состояния.
11. Основное уравнение неустойчивости частоты. Методы стабилизации частоты.
12. Кварцевая стабилизация частоты.
13. Синтезаторы с ИФАПЧ. Основное уравнение синтезатора. Процессы в кольце ИФАПЧ в отсутствие ФНЧ.
14. Работа синтезаторов с ИФАПЧ с ФНЧ.
15. Синтезаторы с зарядовой (токовой) накачкой.
16. Прямой цифровой метод синтеза частот.
17. Формирование сигналов с линией модуляции. Формирование сигнала ДБП.
18. Нелинейные искажения при усилении сигналов с меняющейся амплитудой.
19. Частотная модуляция. Спектр сигнала. Полоса частот.
20. Модуляция при передаче цифровых сигналов. Фундаментальные положения.
21. Фазовая модуляция при передаче цифровых сигналов. Формирование сигналов 2-ФМ (ОФМ), 4-ФМ (ОФМ), 8-ФМ (ОФМ).
22. Формирование сигналов 16-QAM, 64-QAM.
23. ЧММС – частотная модуляция с минимальным сдвигом фазы.
24. Гауссовская фильтрация при формировании цифровых сигналов.
25. Технология OFDM: принципы и реализация.
26. Реализация индуктивностей на отрезках полосковых линий.

СХЕМЫ

1. Схема усилителя мощности радиочастоты.
2. Схема выходной колебательной системы.
3. Синфазная схема сложения мощностей генераторов.
4. Перекрытый мост сложения мощностей генераторов.
5. Квадратурный мост сложения мощностей генераторов.
6. Автогенератор по схеме емкостной трехточки.
7. Автогенератор по схеме индуктивной трехточки.
8. Осцилляторная схема автогенератора с кварцем.
9. Схема автогенератора с кварцем в цепи обратной связи.
10. Структурная схем синтезатора с ИФАПЧ.
11. Схема ГУН на биполярном транзисторе.
12. ГУН в интегральном исполнении на биполярных транзисторах.
13. ГУН в интегральном исполнении на полевых транзисторах.
14. Схема ДПКД.
15. Схема прямого цифрового синтеза синусоиды.
16. Схема балансного модулятора.
17. Схема формирования ЧМ сигнала на основе метода прямого синтеза.
18. Схемы формирования и приема сигналов 2-ФМ и 4-ФМ.
19. Схемы формирования сигналов 16-КАМ, 64-КАМ.
20. Схема формирования сигнала ЧММС.

ЗАДАЧИ.

1. Рассчитать генератор (КПД, элементы колебательной системы и блокировки) при следующих исходных данных:

$E_c = 36 \text{ В}$, $U_{c1} = 26 \text{ В}$, $I_{c0} = 2 \text{ А}$, $I_{c1} = 3 \text{ А}$. Сопротивление нагрузки $R_n = 50 \text{ Ом}$.
Рабочая частота $f = 950 \text{ МГц}$.

1. Рассчитать генератор (КПД, элементы колебательной системы и блокировки) при следующих исходных данных:

$E_c = 12 \text{ В}$, $U_{c1} = 8 \text{ В}$, $I_{c0} = 1 \text{ А}$, $I_{c1} = 1,5 \text{ А}$. Сопротивление нагрузки $R_n = 25 \text{ Ом}$.
Рабочая частота $f = 710 \text{ МГц}$.

1. Рассчитать генератор (КПД, элементы колебательной системы и блокировки) при следующих исходных данных:

$E_c = 24 \text{ В}$, $U_{c1} = 19 \text{ В}$, $I_{c0} = 2 \text{ А}$, $I_{c1} = 3,1 \text{ А}$. Сопротивление нагрузки $R_n = 36 \text{ Ом}$.
Рабочая частота $f = 870 \text{ МГц}$.

2. Произвести расчет коэффициента усиления мощности УМ на полевом транзисторе.

Исходные данные УМ:

выходная мощность $P_{\text{вых}} = 25 \text{ Вт}$,

напряжение питания стока $E_c = 32 \text{ В}$,

относительное напряжение на стоке $\xi = 0,75$

рабочая частота $f = 420 \text{ МГц}$ ($\lambda = 0,75 \text{ м}$),

угол отсечки выходного тока $\theta = 90^\circ$.

Параметры транзистора:

крутизна $S = 2 \text{ А/В}$,

емкости $C_{зи} = 450 \text{ пФ}$; $C_{зс} = 50 \text{ пФ}$,

сопротивления $r'_{\text{кан}} = 0,3 \text{ Ом}$; $r_3 = 0,1 \text{ Ом}$,

индуктивность вывода истока $L_{\text{и}} = 0,15 \text{ нГн}$.

3. Выполнить расчет коэффициента усиления мощности УМ на биполярном транзисторе.

Исходные данные УМ:

выходная мощность $P_{\text{вых}} = 5 \text{ Вт}$,

напряжение питания коллектора $E_{\text{к}} = 12 \text{ В}$,

относительное напряжение на коллекторе $\xi = 0,75$,

рабочая частота $f = 740 \text{ МГц}$,

режим работы транзистора – класс А.

Параметры транзистора:

$f_{\text{т}} = 4500 \text{ МГц}$, $h_{210} = 40$, $C_{\text{бэ}} = 40 \text{ пФ}$, $C_{\text{кб}} = 13 \text{ пФ}$, $r_{\text{э}} = 0,3 \text{ Ом}$, $r_{\text{б}} = 1 \text{ Ом}$, $L_{\text{э}} = 0,3 \text{ нГн}$.

3. Выполнить расчет коэффициента усиления мощности УМ на биполярном транзисторе.

Исходные данные УМ:

выходная мощность $P_{\text{вых}} = 3 \text{ Вт}$,

напряжение питания коллектора $E_{\text{к}} = 12 \text{ В}$,

относительное напряжение на коллекторе $\xi = 0,75$,

рабочая частота $f = 450 \text{ МГц}$,

режим работы транзистора – класс А.

Параметры транзистора:

$f_{\text{т}} = 5000 \text{ МГц}$, $h_{210} = 40$, $C_{\text{бэ}} = 40 \text{ пФ}$, $C_{\text{кб}} = 13 \text{ пФ}$, $r_{\text{э}} = 0,2 \text{ Ом}$, $r_{\text{б}} = 1 \text{ Ом}$, $L_{\text{э}} = 0,2 \text{ нГн}$.

4. Выполнить расчет коэффициента усиления мощности УМ на биполярном транзисторе.

Исходные данные УМ:

выходная мощность $P_{\text{вых}} = 5 \text{ Вт}$,

напряжение питания коллектора $E_{\text{к}} = 12 \text{ В}$,

относительное напряжение на коллекторе $\xi = 0,75$,

рабочая частота $f = 950 \text{ МГц}$,

режим работы транзистора – класс В.

Параметры транзистора:

$f_{\text{т}} = 6500 \text{ МГц}$, $h_{210} = 40$, $C_{\text{бэ}} = 50 \text{ пФ}$, $C_{\text{кб}} = 13 \text{ пФ}$, $r_{\text{э}} = 0,3 \text{ Ом}$, $r_{\text{б}} = 2 \text{ Ом}$, $L_{\text{э}} = 0,2 \text{ нГн}$.

5. Рассчитать элементы П-образной колебательной системы УМ, работающего в диапазоне 1805-1880 МГц. Добротность контура $Q = 10$, сопротивление нагрузки $R_{\text{н}} = 40 \text{ Ом}$, эквивалентное сопротивление нагрузки транзистора $R_{\text{э}} = 8 \text{ Ом}$.

5. Рассчитать элементы П-образной колебательной системы УМ, работающего в диапазоне 734-746 МГц. Добротность контура $Q = 15$, сопротивление нагрузки $R_{\text{н}} = 50 \text{ Ом}$, эквивалентное сопротивление нагрузки транзистора $R_{\text{э}} = 7 \text{ Ом}$.

5. Рассчитать элементы П-образной колебательной системы УМ, работающего в диапазоне 935-960 МГц. Добротность контура $Q = 12$, сопротивление нагрузки $R_{\text{н}} = 50 \text{ Ом}$, эквивалентное сопротивление нагрузки транзистора $R_{\text{э}} = 8 \text{ Ом}$.

6. В синфазной схеме сложения мощностей 2 генераторов по 30 Вт $R_{э} = 8 \text{ Ом}$, $R_n = 50 \text{ Ом}$. Найти параметры линий и сопротивление балласта.

6. В синфазной схеме сложения мощностей 2 генераторов по 50 Вт $R_{э} = 10 \text{ Ом}$, $R_n = 75 \text{ Ом}$. Найти параметры линий и сопротивление балласта.

6. В синфазной схеме сложения мощностей 2 генераторов по 45 Вт $R_{э} = 7,5 \text{ Ом}$, $R_n = 75 \text{ Ом}$. Найти параметры линий и сопротивление балласта.

7. В синфазной схеме сложения мощностей 4 генераторов по 30 Вт $R_{э} = 8 \text{ Ом}$, $R_n = 50 \text{ Ом}$. Найти параметры линий и сопротивления балласта.

8. Рассчитать элементы колебательной системы АГ, построенного по схеме емкостной трехточки, со следующими исходными данными:

частота АГ 450 МГц,

амплитуда напряжения радиочастоты на коллекторе $U_{к1} = 5\text{В}$,

ток коллектора $I_{к1} = 8 \text{ мА}$,

коэффициент обратной связи $\beta = 0,25$,

характеристическое сопротивление контура $Z_0 = 30 \dots 100 \text{ Ом}$. $80 < Q \leq 100$.

8. Рассчитать элементы колебательной системы АГ, построенного по схеме емкостной трехточки, со следующими исходными данными:

частота АГ 705 МГц,

амплитуда напряжения радиочастоты на коллекторе $U_{к1} = 5\text{В}$,

ток коллектора $I_{к1} = 7 \text{ мА}$,

коэффициент обратной связи $\beta = 0,2$,

характеристическое сопротивление контура $Z_0 = 30 \dots 100 \text{ Ом}$. $80 < Q \leq 100$.

9. Рассчитать основные характеристики синтезатора с ИФАПЧ, работающего в диапазоне 925 – 960 МГц с сеткой через 100 кГц. Построить характеристику передачи разомкнутого кольца ИФАПЧ.

9. Рассчитать основные характеристики синтезатора с ИФАПЧ, работающего в диапазоне 704 – 726 МГц с сеткой через 100 кГц. Построить характеристику передачи разомкнутого кольца ИФАПЧ.

9. Рассчитать основные характеристики синтезатора с ИФАПЧ, работающего в диапазоне 869 – 894 МГц с сеткой через 200 кГц. Построить характеристику передачи разомкнутого кольца ИФАПЧ.

10. Определить время перестройки частоты в синтезаторе ИФАПЧ, работающего в диапазоне 925 – 960 МГц с сеткой через 100 кГц.

11. Рассчитать параметры схемы ДПКД синтезатора с ИФАПЧ, работающего в диапазоне 925 – 960 МГц с сеткой через 100 кГц. В ДПКД использовать делитель с переключаемым коэффициентом деления 127/128.

11. Рассчитать параметры схемы ДПКД синтезатора с ИФАПЧ, работающего в диапазоне 869 – 894 МГц с сеткой через 200 кГц. В ДПКД использовать делитель с переключаемым коэффициентом деления 127/128.

12. Рассчитать параметры синтезатора, построенного по методу прямого синтеза. Диапазон выходных частот 20 – 22 МГц, сетка частот через 10 кГц.

12. Рассчитать параметры синтезатора, построенного по методу прямого синтеза. Диапазон выходных частот 40-50 МГц, сетка частот через 50 кГц.

12. Рассчитать параметры синтезатора, построенного по методу прямого синтеза. Диапазон выходных частот 1-30 МГц, сетка частот через 10 кГц.

13. Рассчитать полосу частот, необходимую для передачи ЧМ-сигнала. Выходная частота 140 МГц, максимальная девиации частоты – 12,5 кГц; диапазон частот модулирующего сигнала 300 – 3400 Гц.

14. Найти параметры формирователя ЧМ-сигнала по схеме прямого синтеза при следующих данных: $f_0 = 10$ МГц при $\Delta f_{\max} = 7$ кГц. Уровень шумов выходного сигнала не более –70дБ.

14. Найти параметры формирователя ЧМ-сигнала по схеме прямого синтеза при следующих данных: $f_0 = 20$ МГц при $\Delta f_{\max} = 10$ кГц. Уровень шумов выходного сигнала не более –70дБ.

14. Найти параметры формирователя ЧМ-сигнала по схеме прямого синтеза при следующих данных: $f_0 = 45$ МГц при $\Delta f_{\max} = 15$ кГц. Уровень шумов выходного сигнала не более –70дБ.

15. Определить полосы частот, необходимые для передачи цифрового сигнала со скоростью в радиоканале 100 Мбит/с при использовании модуляции 2-ФМ, 4-ФМ, 16-КАМ, 64-КАМ.

15. Определить полосы частот, необходимые для передачи цифрового сигнала со скоростью в радиоканале 200 Мбит/с при использовании модуляции 2-ФМ, 4-ФМ, 16-КАМ, 64-КАМ.

15. Определить полосы частот, необходимые для передачи цифрового сигнала со скоростью в радиоканале 25 Мбит/с при использовании модуляции 2-ФМ, 4-ФМ, 16-КАМ, 64-КАМ.

16. За 1 мс на каждой поднесущей передают 12 OFDM-символов. Длина активной части символа $T_s = 66,7$ мкс. Число используемых поднесущих – 600. Модуляция – 16-КАМ. Найти скорость передачи в радиоканале и требуемую полосу частот.

16. За 1 мс на каждой поднесущей передают 10 OFDM-символов. Длина активной части символа $T_s = 91,4$ мкс. Число используемых поднесущих – 720. Модуляция – 64-КАМ. Найти скорость передачи в радиоканале и требуемую полосу частот.

16. За 1 мс на каждой поднесущей передают 10 OFDM-символов. Длина активной части символа $T_s = 91,4$ мкс. Число используемых поднесущих – 1440. Модуляция – 64-КАМ. Найти скорость передачи в радиоканале и требуемую полосу частот.

16. За 1 мс на каждой поднесущей передают 12 OFDM-символов. Длина активной части символа $T_s = 66,7$ мкс. Число используемых поднесущих – 1200. Модуляция – 64-QAM. Найти скорость передачи в радиоканале и требуемую полосу частот.

17. Расстояние между поднесущими OFDM-сигнала 11 кГц. Ширина защитного интервала между символами составляет $1/8$ длины активной части символа T_s . Число используемых поднесущих – 300. Модуляция – 16-QAM. Найти скорость передачи в радиоканале и требуемую полосу частот.

17. Расстояние между поднесущими OFDM-сигнала 15 кГц. Ширина защитного интервала между символами составляет $1/15$ длины активной части символа T_s . Число используемых поднесущих – 600. Модуляция – 64-QAM. Найти скорость передачи в радиоканале и требуемую полосу частот.

17. Расстояние между поднесущими OFDM-сигнала 15 кГц. Ширина защитного интервала между символами составляет $1/15$ длины активной части символа T_s . Число используемых поднесущих – 1200. Модуляция – 16-QAM. Найти скорость передачи в радиоканале и требуемую полосу частот.