

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И
РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»**
(ТУСУР)
Кафедра телевидения и управления
(ТУ)

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой ТУ, профессор
_____ И.Н. Пустынский
« _____ » _____ 2012 г.

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
по практическим занятиям и проверочные тесты по дисциплине «Устройства
генерирования и формирования сигналов»
(УГФС) для специальностей 210302 «Радиотехника», 210402 «Средства связи
с подвижными объектами», 210403 «Защищенные системы связи», 210304
«Радиоэлектронные системы», 075400 «Комплексная защита объектов
информации», 210303 «Бытовая радиоэлектронная аппаратура», 210312
«Аудивизуальная техника», 100101 «Сервис».

РАЗРАБОТАЛ
_____ А.Д. Бордус
_____ Г.Д. Казанцев
_____ А.Г. Ильин
« _____ » _____ 2012 г.

А.Д. Бордус, Г.Д. Казанцев, А.Г. Ильин. Методическое пособие по практическим занятиям и проверочные тесты по дисциплине «Устройства генерирования и формирования сигналов». – Томск: кафедра ТУ, ТУСУР, 2012. – 44 с.

Настоящее методическое пособие для практических занятий по дисциплине «Устройства генерирования и формирования сигналов (УГФС)» содержит ряд задач по конкретным вопросам построения основных узлов радиопередающих устройств. Решение таких задач позволяет закреплять на практике теоретические знания, получаемые студентами всех специальностей, изучающих дисциплину УГФС. Кроме того, решение примеров и задач позволяет находить подтверждение расчетных данных с экспериментальными параметрами, получаемыми при выполнении лабораторных работ по дисциплине «Устройства генерирования и формирования сигналов».

© А.Д. Бордус, Г.Д. Казанцев, А.Г. Ильин, 2012

© Кафедра Телевидения и управления, ТУСУР, 2012

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| 1. Аннотация ----- | 4 |
| 2.РАСЧЕТ УСИЛИТЕЛЯ МОЩНОСТИ В РЕЖИМЕ МОДУЛЯЦИИ----- | 5 |
| 2.1.Пример расчета усилителя мощности с коллекторной модуляцией---- | 6 |
| 3. ИНЖЕНЕРНЫЙ РАСЧЕТ АВТОГЕНЕРАТОРА С ЧАСТОТНЫМ МОДУЛЯТОРОМ----- | 11 |
| 3.1.Пример расчета автогенератора с частотным модулятором----- | 12 |
| 4. УСИЛИТЕЛИ МОЩНОСТИ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ. ТЕСТЫ. ЧАСТЬ ----- | 17 |
| 5. АВТОГЕНЕРАТОРЫ. ТЕСТЫ. ЧАСТЬ 2----- | 32 |
| 6.МОДУЛЯЦИЯ. ЧАСТЬ 3----- | 38 |
| ЛИТЕРАТУРА----- | 44 |

1. Аннотация

Настоящее методическое пособие для практических занятий по дисциплине «Устройства генерирования и формирования сигналов (УГФС)» содержит ряд задач по конкретным вопросам построения основных узлов радиопередающих устройств. Решение таких задач позволяет закреплять на практике теоретические знания, получаемые студентами всех специальностей, изучающих дисциплину УГФС. Кроме того, решение примеров и задач позволяет находить подтверждение расчетных данных с экспериментальными параметрами, получаемыми при выполнении лабораторных работ по дисциплине «Устройства генерирования и формирования сигналов».

2. РАСЧЕТ УСИЛИТЕЛЯ МОЩНОСТИ В РЕЖИМЕ МОДУЛЯЦИИ

В процессе выполнения работы следует:

- Составить принципиальную электрическую схему высокочастотного каскада и выходного каскада модулятора.

- Исходя из заданной мощности и частоты ВЧ сигнала, выбрать тип транзистора или лампы. Произвести расчет модулируемого каскада в двух режимах работы: максимальном и молчания. На основании полученных данных построить статическую модуляционную характеристику.

- Определить требуемую мощность модулятора. Произвести расчет блокировочных конденсаторов и дросселей ВЧ с учетом заданной полосы модулирующих частот ($\Omega_n - \Omega_v$).

Исходные данные для расчета приведены в таблице 1.

Таблица 1

| № варианта | Мощность в режиме молчания $P_{1н}$ (Вт) | Частота сигнала (МГц) | Коэффициент модуляции m | Диапазон частот модулирующего сигнала (Гц) | Тип модуляции |
|------------|--|-----------------------|---------------------------|--|-----------------|
| 1 | 8 | 30 | 1 | 200-5000 | Коллекторная |
| 2 | 5 | 10 | 0,8 | 300-6000 | Базовая |
| 3 | 4 | 50 | 0,9 | 100-5000 | Коллекторная |
| 4 | 3 | 100 | 0,9 | 200-8000 | Коллекторная |
| 5 | 10 | 120 | 1 | 100-10000 | Анодно-экранная |
| 6 | 20 | 150 | 1 | 200-10000 | Анодно-экранная |
| 7 | 10 | 50 | 1,8 | 100-8000 | Сеточная смещ. |
| 8 | 8 | 60 | 0,8 | 300-6000 | Сеточная смещ. |
| 9 | 20 | 75 | 0,9 | 200-5000 | Анодная |
| 10 | 75 | 30 | 0,9 | 200-8000 | Анодная |
| 11 | 17 | 40 | 1 | 300-3500 | Коллекторная |
| 12 | 7 | 30 | 0,8 | 300-3500 | Базовая |
| 13 | 30 | 20 | 1 | 200-10000 | Анодная |
| 14 | 5 | 50 | 0,8 | 300-3500 | Базовая |
| 15 | 40 | 70 | 1 | 100-15000 | Анодно-экранная |
| 16 | 20 | 80 | 1 | 200-5000 | Коллекторная |
| 17 | 50 | 60 | 1 | 100-10000 | Анодная |
| 18 | 10 | 8 | 1 | 300-3500 | Коллекторная |
| 19 | 5 | 27 | 0,8 | 300-3500 | Базовая |
| 20 | 15 | 144 | 1 | 300-3500 | Коллекторная |

2.1 Пример расчета усилителя мощности с коллекторной модуляцией

| № варианта | Мощность в режиме молчания $P_{1н}$ (Вт) | Частота сигнала (МГц) | Коэффициент модуляции m | Диапазон частот модулирующего сигнала (Гц) | Тип модуляции |
|------------|--|-----------------------|---------------------------|--|---------------|
| 0 | 3 | 27 | 1 | 350-3500 | Коллекторная |

- Составляем принципиальную электрическую схему (рисунок 1).

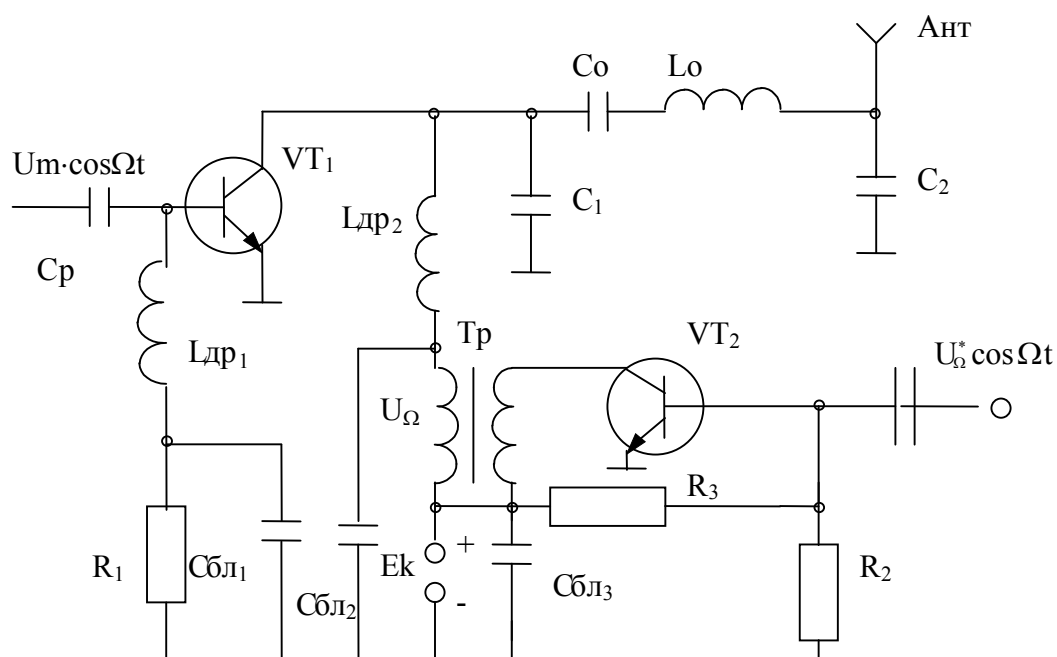


Рисунок 1

- Расчет усилителя мощности начинается с максимального режима. Для модулируемого каскада максимальная мощность с учетом потерь в контуре и фидере [1-6].

$$P_{1\max} = \frac{K_{пз} \cdot P_{1н} (1 + m)^2}{\eta_k \cdot \eta_\phi} = 15.2 \text{ Вт.}$$

где $K_{пз} = 1,1 - 1,3$ - коэффициент производственного запаса,

$P_{1н}$ - заданная мощность в режиме несущей,

m - заданный коэффициент модуляции,

$\eta_k = 0,8 - 0,95$, $\eta_\phi = 0,8 - 0,95$ - к.п.д. контура и фидера соответственно.

Для повышения к.п.д. используем режим с углом отсечки тока $\Theta_k = 90^\circ$. По таблицам для коэффициентов Берга [2] определим:

$$\cos \Theta_k = 0, \quad \alpha_0(\Theta_k) = 0,319, \quad \alpha_1(\Theta_k) = 0,5.$$

Исходя из $P_{1\max} = 15.2$ Вт, $f_0 = 27$ МГц, выбираем транзистор КТ930А, который имеет следующие параметры [7]:

$$\begin{array}{lll} f \cdot t = 120 \text{ МГц}, & P_{\text{кдоп}} = 30 \text{ Вт}, & I_{\text{кдоп}} = 3 \text{ А}, \\ U_{\text{кдоп}} = 60 \text{ В}, & \beta_0 = 35, & E_b = 0,7 \text{ В}, \\ r_{\text{нас}} = 1,2 \text{ Ом}, & C_k = 100 \text{ пФ}, & r_b = 2 \text{ Ом}, \\ r_g = 0,01 \text{ Ом}, & C_g = 400 \text{ пФ}, & L_g = 20 \text{ нГн}, \\ L_b = 20 \text{ нГн}, & L_k = 5 \text{ нГн}. & \end{array}$$

Энергетический расчет цепи коллектора

1) Определим амплитуду напряжения на коллекторе транзистора VT₁

$$U_{\text{mk}} = \frac{E_{\text{kmax}}}{2} \left[1 + \sqrt{1 - \frac{8 \cdot P_{1\max}^2 \cdot r_{\text{нас}}}{\alpha_1(\Theta_k) E_{\text{kmax}}^2}} \right] = 15 \left[1 + \sqrt{1 - \frac{8 \cdot 15.2 \cdot 1.2}{0.5 \cdot 900}} \right] = 27.4 \text{ В},$$

где $E_{\text{kmax}} = \frac{U_{\text{кдоп}}}{1 + m} = 30 \text{ В}.$

2) Остаточное напряжение на коллекторе:

$$e_{\text{kmin}} = E_{\text{kmax}} - U_{\text{mk}} = 30 - 27.4 = 2.6 \text{ В}.$$

3) Амплитуда импульса коллекторного тока:

$$I_{\text{mk}} = \frac{e_{\text{kmin}}}{r_{\text{нас}}} = \frac{2.6}{1.2} = 2.17 \text{ А}.$$

4) Постоянная составляющая тока коллектора:

$$I_{\text{k0max}} = \alpha_0(\Theta_k) \cdot I_{\text{mk}} = 0.319 \cdot 2.17 = 0.69 \text{ А}.$$

5) Первая гармоника коллекторного тока:

$$I_{\text{k1max}} = \alpha_1(\Theta_k) \cdot I_{\text{mk}} = 0.5 \cdot 2.17 = 1.01 \text{ А}.$$

6) Произведем расчет высокочастотных Y - параметров транзистора на рабочей частоте [6].

7) Находим активную составляющую выходного сопротивления транзистора:

$$R_{22} = \frac{\alpha_1(\Theta_k)}{\alpha_0(\Theta_k) \cdot R_{\epsilon}(Y_{22})} = \frac{0.5}{0.319 \cdot 11.2 \cdot 10^{-3}} = 140 \text{ Ом}.$$

8) Первая гармоника коллекторного тока, протекающего через выходное сопротивление транзистора:

$$I'_{\text{k1}} = \frac{U_{\text{mk}}}{R_{22}} = \frac{27.4}{140} = 0.2 \text{ А}.$$

9) Первая гармоника коллекторного тока, протекающего через нагрузочный П - контур:

$$I''_{\text{k1}} = I_{\text{k1}} - I'_{\text{k1}} = 1.09 - 0.2 = 0.89 \text{ А}.$$

10) Сопротивление нагрузочного П - контура, необходимое для обеспечения критического режима:

$$R_{\text{оэкp}} = \frac{U_{\text{mk}}}{I_{\text{k1}}''} = \frac{27.4}{0.89} = 30.8 \text{ Ом.}$$

11) Потребляемая мощность в максимальном режиме:

$$P_{0 \text{ max}} = I_{\text{k0 max}} \cdot E_{\text{k max}} = 0.69 \cdot 30 = 20.7 \text{ Вт.}$$

12) Мощность, поступающая в нагрузочный П - контур:

$$P_1' = 0.5 \cdot U_{\text{mk}} \cdot I_{\text{k1}}'' = 0.5 \cdot 27.4 \cdot 0.89 = 12.2 \text{ Вт.}$$

13) К.п.д. генератора (без учета потерь в нагрузочном П - контуре):

$$\eta = \frac{P_1'}{P_0} = \frac{12.2}{2.07} = 0.59 \text{ или } 59\%.$$

14) Мощность, рассеиваемая на коллекторе транзистора:

$$P_{\text{k max}} = P_{0 \text{ max}} - P_{1 \text{ max}} = 20.7 - 15.2 = 5.2 \text{ Вт.}$$

Переходим к энергетическому расчету базовой цепи.

15) Угол дрейфа на рабочей частоте:

$$\varphi_{\text{др}} = \frac{360}{2\pi} \cdot \frac{f_0}{f_t} = \frac{360 \cdot 27}{2\pi \cdot 120} = 12.9^\circ.$$

16) Угол отсечки импульсов эмиттерного тока:

$$\Theta_3 = \Theta_k - 0.5\varphi_{\text{др}} = 90 - 0.5 \cdot 12.9 = 83.6^\circ,$$

$$\alpha_1(\Theta_3) = 0.48; \alpha_0(\Theta_3) = 0.29; \text{Cos}\Theta_3 = 0.2.$$

17) Модуль коэффициента усиления по току:

$$\alpha_f = \frac{f_t}{f_t + f_0} = \frac{120}{120 + 29} = 0.82.$$

18) Импульсные токи эмиттера:

$$I_{\text{мэ}} = \frac{I_{\text{k1}}}{\alpha_f \cdot \alpha_1(\Theta_3)} = \frac{1.09}{0.82 \cdot 0.48} = 2.77 \text{ А.}$$

19) Амплитуда напряжения возбуждения на рабочей частоте:

$$U_{\text{мб}} = \frac{I_{\text{мэ}} \cdot \alpha_f}{|Y_{21}| \cdot (1 - \text{cos}\Theta_3)} = \frac{2.77 \cdot 0.82}{1.4(1 - 0.2)} = 2.03 \text{ В.}$$

20) Постоянная составляющая тока базы:

$$I_{\text{б0}} = \frac{I_{\text{k0}}}{\beta_0} = \frac{0.69}{35} = 20 \text{ мА.}$$

21) Напряжение смещения на базе:

$$E_{\bar{6}} = E'_{\bar{6}} - U_{m\bar{6}} \cdot \cos \Theta_{\bar{6}} - I_{\bar{6}0} \cdot r_{\bar{6}} = 0,7 - 2,03 \cdot 0,2 - 20 \cdot 10^{-3} \cdot 2 = 0,3 \text{ В.}$$

22) Угол отсечки импульсного тока базы:

$$\Theta_{\bar{6}} = \arccos \frac{E'_{\bar{6}} - E_{\bar{6}}}{U_{m\bar{6}}} = \arccos \frac{0,7 - 0,3}{2,03} = 78,6^{\circ},$$

$$\alpha_0(\Theta_{\bar{6}}) = 0,28; \alpha_1(\Theta_{\bar{6}}) = 0,47.$$

23) Активная составляющая входного сопротивления транзистора на рабочей частоте:

$$R_{\text{вх}} = \frac{\alpha_1(\Theta_{\bar{6}})}{\alpha_0(\Theta_{\bar{6}}) \cdot \operatorname{Re}(Y_{11})} = \frac{0,47}{0,28 \cdot 0,5} = 3,36 \text{ Ом.}$$

24) Мощность возбуждения на рабочей частоте без учета потерь во входном согласующем контуре:

$$P_{\text{возб}} = 0,5 \frac{U_{m\bar{6}}^2}{R_{\text{вх}}} = 0,5 \frac{(2,03)^2}{3,36} = 0,62 \text{ Вт.}$$

25) Коэффициент усиления по мощности:

$$K_p = \frac{P'_1}{P_{\text{возб}}} = \frac{12,2}{0,62} = 19,7.$$

26) Общая мощность, рассеиваемая транзистором:

$$P_{\text{мп}} = P_k + P_{\text{возб}} = 5,5 + 0,62 = 6,12 \text{ Вт.}$$

Режим молчания

Благодаря высокой линейности статической модуляционной характеристики при коллекторной модуляции, режим молчания или несущей волны пересчитывается из максимального режима через коэффициент модуляции.

1) Амплитуда первой гармоники коллекторного тока:

$$I_{k1н} = \frac{I_{k1 \max}}{1+m} = \frac{1,09}{1+1} = 0,55 \text{ А.}$$

2) Постоянная составляющая тока коллектора:

$$I_{k0} = \frac{I_{k0 \max}}{1+m} = \frac{0,69}{1+1} = 0,35 \text{ А.}$$

3) Напряжение на коллекторе транзистора VT₁:

$$U_{кн} = \frac{U_{k \max}}{1+m} = \frac{27,4}{1+1} = 13,7 \text{ В.}$$

4) Мощность, потребляемая генератором:

$$P_{0н} = \frac{P_{0\max}}{(1+m)^2} = \frac{2.07}{(1+1)^2} = 5.2 \text{ Вт.}$$

5) Мощность первой гармоники:

$$P_{1н} = \frac{P_{1\max}}{(1+m)^2} = \frac{15.2}{(1+1)^2} = 3.8 \text{ Вт.}$$

6) Мощность, рассеиваемая на коллекторе транзистора:

$$P_{кн} = P_{0н} - P_{1н} = 5.2 - 3.8 = 1.4 \text{ Вт.}$$

7) Средняя мощность за период модуляции:

$$P_{1ср} = P_{1н} \left(1 + \frac{m^2}{2}\right) = 3.8(1 + 0.5) = 5.7 \text{ Вт,}$$

$$P_{0н} = P_{0н} \left(1 + \frac{m^2}{2}\right) = 5.2(1 + 0.5) = 7.8 \text{ Вт.}$$

8) Средняя мощность, рассеиваемая на коллекторе транзистора:

$$P_{кср} = P_{0ср} - P_{1ср} = 7.8 - 5.7 = 2.1 \text{ Вт} < P_{кдоп} = 30 \text{ Вт.}$$

Определяем мощность модулятора [6]:

$$P_{\Omega} = 0.5P_{0н}m^2 = 0.5 \cdot 5.2 \cdot 1^2 = 2.6 \text{ Вт.}$$

Из последнего выражения видим, что при коллекторной модуляции мощность модулятора соизмерима с мощностью высокочастотного усилителя мощности.

▪ Произведем расчет параметров элементов схемы модулируемого каскада:

1) Определяем индуктивность дросселя $L_{др1}$.

$$L_{др1} = \frac{10R_{вх}}{\omega_0} = \frac{10 \cdot 3.36}{2\pi \cdot 27 \cdot 10^6} = 0.2 \text{ мкГн.}$$

2) Определяем индуктивность дросселя $L_{др2}$.

$$L_{др2} = \frac{20}{\omega^2 C_1} = \frac{20}{(2\pi \cdot 27 \cdot 10^6)^2 \cdot 240 \cdot 10^{-12}} = 3 \text{ мкГн.}$$

где $C_1=240$ пФ - емкость П - контура, параметры которого определяются по методике, изложенной в [6].

3) Определяем сопротивление дополнительного резистора R_1 (рисунок 1):

$$R_1 = \frac{E_{б}}{I_{б0}} = \frac{0.3}{20 \cdot 10^{-3}} = 15 \text{ Ом.}$$

4) Определяем емкость блокировочного конденсатора $C_{бл2}$:

$$C_{бл2} = \frac{1}{(20 \cdot \Omega_{в})^2 \cdot L_{др2}} = \frac{1}{(20 \cdot 2\pi \cdot 3500)^2 \cdot 3 \cdot 10^{-6}} = 0.5 \text{ мкФ.}$$

5) Определяем емкость блокировочного конденсатора $C_{бл1}$:

$$C_{\text{бл1}} = \frac{10}{\Omega_n \cdot R_1} = \frac{10}{2\pi \cdot 350 \cdot 15} = 0.33 \text{ мкФ.}$$

3. ИНЖЕНЕРНЫЙ РАСЧЕТ АВТОГЕНЕРАТОРА С ЧАСТОТНЫМ МОДУЛЯТОРОМ

Произвести инженерный расчет автогенератора с частотным модулятором, в котором реактивным элементом является варикап. В процессе выполнения работы следует:

составить принципиальную электрическую схему автогенератора с частотным модулятором;

выбрать по справочнику тип транзистора для автогенератора, исходя из заданной мощности и частоты;

рассчитать электрический режим работы автогенератора;

произвести энергетический расчет автогенератора;

рассчитать частотный модулятор, исходя из заданной величины девиации частоты и режима работы автогенератора.

Исходные данные для расчета приведены в табл. 2.

Таблица 2

| № варианта | Мощность в нагрузке, мВт | Частота автогенератора, МГц | Девиация частоты, кГц | Входной модулирующий сигнал | | Начальная емкость варикапа пФ | Тип трехточечной схемы автогенератора |
|------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------|--------------|-------------------------------|---------------------------------------|
| | | | | Амплитуда В | Частота, кГц | | |
| 1 | 10 | 4,6 | 0,2 | 0,3 | 1 | 20 | емкостная |
| 2 | 20 | 7,5 | 0,3 | 0,4 | 1,5 | 15 | индуктивная |
| 3 | 20 | 10 | 0,6 | 0,5 | 3,5 | 25 | емкостная |
| 4 | 10 | 10 | 0,3 | 0,5 | 3,5 | 20 | индуктивная |
| 5 | 10 | 6 | 0,2 | 0,3 | 1 | 10 | емкостная |
| 6 | 15 | 9 | 0,3 | 0,5 | 1,5 | 18 | индуктивная |
| 7 | 15 | 5 | 0,2 | 0,3 | 1 | 25 | емкостная |
| 8 | 5 | 8 | 0,3 | 0,4 | 1 | 12 | индуктивная |
| 9 | 15 | 2 | 0,1 | 0,3 | 0,5 | 15 | емкостная |
| 10 | 15 | 3 | 0,1 | 0,4 | 0,5 | 20 | индуктивная |
| 11 | 8 | 5 | 0,3 | 0,4 | 1 | 17 | емкостная |
| 12 | 10 | 7 | 0,2 | 0,3 | 0,5 | 15 | индуктивная |
| 13 | 12 | 9 | 0,4 | 0,5 | 3 | 10 | емкостная |
| 14 | 7 | 4 | 0,3 | 0,3 | 0,5 | 15 | индуктивная |
| 15 | 5 | 8 | 0,2 | 0,3 | 1 | 10 | емкостная |
| 16 | 10 | 7 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 20 | индуктивная |
| 17 | 12 | 9 | 0,1 | 0,3 | 3 | 10 | емкостная |
| 18 | 9 | 6 | 0,2 | 0,3 | 1 | 10 | индуктивная |
| 19 | 7 | 10 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 15 | емкостная |
| 20 | 10 | 8 | 0,3 | 0,3 | 0,5 | 7 | индуктивная |

3.1 Пример расчета автогенератора с частотным модулятором

| № варианта | Мощность в нагрузке, мВт | Частота автогенератора, МГц | Девиация частоты Гц | Входной модулирующий сигнал | | Начальная емкость варикапа, пФ | Тип трехточечной схемы автогенератора |
|------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|--------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| | | | | Амплитуда, В | Частота, кГц | | |
| 0 | 34 | 16 | 400 | 4,3 | 0,3-3,5 | 96 | емкостная |

Составим электрическую принципиальную схему автогенератора с кварцевым резонатором и частотным модулятором (рисунок 2).

Принципиальная схема автогенератора.

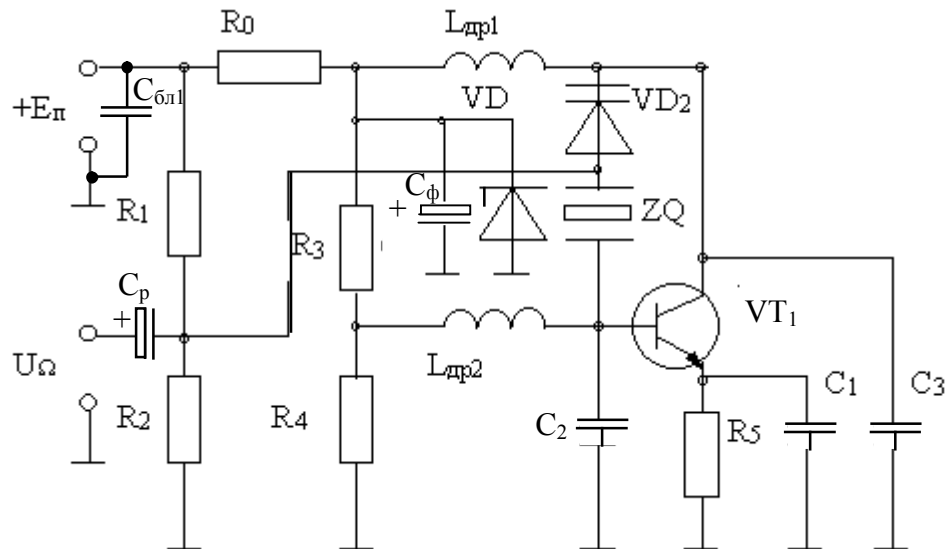


Рисунок 2

В качестве активного элемента применим транзистор КТ 315. Его верхняя граничная частота $f_t = 250$ МГц, что многократно превышает частоту генерации $f_0 = 16$ МГц. Это позволяет не учитывать инерционные свойства транзистора.

- Электрический расчет автогенератора:

Приведем основные параметры КТ 315 [7]:

$$\beta_0 = 150; \quad f_t = 250 \text{ МГц}; \quad I_{kдоп} = 50 \text{ мА}; \quad U_{kдоп} = 15 \text{ В};$$

$$\tau_k = 1000 \text{ нс}; \quad C_k = 10 \text{ пФ} \quad \text{при } U_{кэ} = 5 \text{ В}; \quad P_{доп} = 100 \text{ мВт}.$$

Активное сопротивление кварцевого резонатора ZQ: принимаем $r_{кв} = 10 \text{ Ом}$.

- Расчет по постоянному току [6]:

$$I_{k0} = 8 \text{ mA}; \quad U_{k\varepsilon} = 5 \text{ B}; \quad U_{\varepsilon} = 2 \text{ B}; \quad E_k = 7 \text{ B};$$

$$I_{b0} = I_{k0} / \beta_0 = 50 \text{ мкА}.$$

Ток базового делителя:

$$I_{\partial} = 10 \cdot I_{b0} = 0,5 \text{ mA}.$$

Общее сопротивление делителя:

$$R_{\partial} = E_n / I_{\partial} = 9 / 0,5 \cdot 10^{-3} = 18 \text{ (кОм)}.$$

Поскольку $U_{b\varepsilon} = 0,7 \text{ B}$, то $U_b = U_{b\varepsilon} + U_{\varepsilon} = 0,7 + 2 = 2,7 \text{ B}$.

$$R_4 = U_b / I_{\partial} = 5,4 \text{ кОм}, \quad R_3 = R_{\partial} - R_4 = 12,6 \text{ кОм}.$$

$$R_5 = U_{\varepsilon} / I_{k0} = 250 \text{ Ом}.$$

▪ Расчет по переменному току [6]:

$$r_{\sigma}' = \frac{\tau_k}{C_k} = 100 \text{ Ом}; \quad r_{\varepsilon} = \frac{0,026}{I_{k0}} + \frac{0,2}{\sqrt{I_{k0}}} = 4,3 \text{ Ом}.$$

1) Крутизна транзистора:

$$S = \frac{\beta_0}{r_{\sigma}' + \beta_0 \cdot r_{\varepsilon}} = 0,2 \text{ A/B}$$

2) Коэффициент обратной связи:

$$K_{oc} = \frac{C_3}{C_2} = 0,4.$$

3) Принимаем коэффициент регенерации $S_p = 5$. Тогда управляющее сопротивление:

$$R_y = \frac{S_p}{S} = \frac{5}{0,2} = 25 \text{ Ом}.$$

4) Определяем:

$$X_3 = \sqrt{\frac{R_y \cdot r_{кв}}{K_{oc}'}} = 25 \text{ Ом}, \text{ откуда}$$

$$C_3 = \frac{1}{\omega_0 \cdot X_3} = 0,4 \text{ нФ},$$

$$C_2 = \frac{C_3}{K_{oc}'} = 1 \text{ нФ}.$$

Емкость конденсатора C_1 выбираем из условия:

$$X_{c1} = \frac{R_5}{20} = 12 \text{ Ом}.$$

$$\text{тогда: } C_1 = \frac{1}{\omega_0 \cdot X_{c1}} = 0,8 \text{ нФ}.$$

5) Дроссель $L_{\partial p1}$ рассчитаем по формуле:

$$L_{\partial p1} = \frac{30 X_3}{\omega_0} = 7,5 \text{ мкГн}.$$

6) Амплитуда выходного напряжения:

$$U_{вых} = U_{мк} = \frac{U_{мб}}{|K_{oc}|} = 0,5 \text{ B} < E_k = 7 \text{ B}.$$

7) Мощность, потребляемая каскадом:

$$P_0 = I_{k0} * U_{кэ} = 8 * 10^{-3} * 5 = 40 \text{ мВт.}$$

8) Мощность, потребляемая кварцевым резонатором:

$$P_{кв} = 0,5 \left(\frac{U_{мб}}{X_2} \right)^2 * r_{кв} = 6 \text{ мВт.}$$

9) Мощность, рассеиваемая транзистором:

$$P_{тр} = P_0 - P_{кв} = 34 \text{ (мВт)} \quad P_{доп} = 100 \text{ мВт.}$$

10) Оценим величину допустимого сопротивления нагрузки из условия $P_n = 0,1 P_{кв} = U_{мк}^2 / 2R_n$. Тогда

$$R_{ндоп} \geq \frac{5U_{мк}^2}{P_{кв}} = 200 \text{ Ом.}$$

Расчет управителя при частотной модуляции проведен по методике [8].

Исходные данные:

| | |
|---------------------------------|--|
| * частота автогенератора - | $f_0 = 16 \text{ МГц,}$ |
| * девиация частоты - | $\Delta f_r = \pm 400 \text{ Гц,}$ |
| * сопротивление кварца - | $r_{кв} = 10 \text{ Ом,}$ |
| * статическая ёмкость кварца - | $C_0 = 3,7 \text{ пФ,}$ |
| * динамическая ёмкость кварца - | $C_{кв} = 16 \cdot 10^3 \text{ пФ,}$ |
| * емкостное отношение - | $m_{кв} = C_{кв} / C_0 =$ $= 16 \cdot 10^{-15} / 3,7 \cdot 10^{-12} = 4,3 \cdot 10^{-3}.$ |

Дроссель $L_{др2}$ может отсутствовать, так как сопротивление делителя $R_3 // R_4 = 10 \text{ кОм}$, что много больше сопротивления конденсатора C_2 , т.е. $X_{C2} = 10 \text{ Ом}$. На практике можно применять $L_{др1} = L_{др2}$.

Энергетический расчет автогенератора

1) Коэффициент разложения:

$$\beta_1 = \frac{1}{S_p} = 0,2,$$

тогда угол отсечки коллекторного тока $\Theta_k = 60^\circ$. По таблицам коэффициентов Берга [2] определяем:

$$\alpha_0 = (\Theta_k) = 0,22, \quad \alpha_1 = (\Theta_k) = 0,38.$$

2) Импульс тока коллектора:

$$I_{km} = \frac{I_{k0}}{\alpha_0(\Theta_k)} = 36 \text{ мА} < I_{кдоп} = 50 \text{ мА.}$$

3) Амплитуда первой гармоники тока коллектора:

$$I_{k1} = I_{km} \cdot \alpha_1(\Theta_k) = 14 \text{ мА.}$$

4) Амплитуда напряжения на базе:

$$U_{мб} = I_{k1} \cdot R_y = 14 \cdot 10^{-3} \cdot 25 = 0,35 \text{ В.}$$

5) Модуль коэффициента обратной связи:

$$|K_{oc}| = \frac{X_2}{\sqrt{X_2^2 + r_{KB}^2}} = \frac{10}{\sqrt{100 + 100}} = 0.707.$$

Переходим к определению параметров варикапа

1) Определим приведенную величину сопротивления варикапа:

$$X_{вр} = \frac{2\Delta I_1}{\bar{U}_m}, \text{ где:}$$

$$\bar{U}_m = \frac{U_m}{E_H + \varphi_K} - \text{приведенная амплитуда модулирующего напряжения}$$

$$U = U_m \cdot \cos \Omega t,$$

E_H - начальное смещение на варикапе,

$\varphi_K = 0,7$ - контактная разность потенциалов,

$$\Delta e_1 = \frac{2\Delta f}{m_{KB} \cdot f_0} - \text{приведенная девиация.}$$

Зададимся $\bar{U}_m = 0.6$, тогда:

$$X_{вр} = \frac{-4\Delta f}{\bar{U}_m \cdot f_0 \cdot m_{KB}} = 0.039.$$

Задаем начальное смещение на варикапе $E_H = 6,5$ В.

2) Амплитуда модулирующего напряжения:

$$U_{m\Omega} = \bar{U}_m (E_H + \varphi_K) = 0.6 \cdot (6.5 + 0.7) = 4.3 \text{ В.}$$

3) Начальная ёмкость варикапа:

$$C_{вн} = \frac{-C_0}{X_{вр}} = 96 \text{ пФ.}$$

4) Выбираем варикап, имеющий $C_{вн} = 96$ пФ. Обычно в справочниках указана ёмкость при $U=4$ В. Поэтому произведем расчет для $C_{вн}$ [8] при $U=6,5$ В.

$$C_{вн} = C_{вн} \cdot \sqrt{\frac{\varphi_K + E_H}{\varphi_K + 4}} = 120 \text{ пФ.}$$

Выбираем варикап КВ 104Г. Его данные следующие [5].

$$C_{вн} = 95 \div 143 \text{ пФ,}$$

$$Q(10 \text{ МГц}) = 100,$$

$$U_{обр доп} = 80 \text{ В.}$$

5) Допустимая амплитуда переменного напряжения на варикапе:

$$U_f \leq E_{вн} - U_{m\Omega} = 6.5 - 4.3 = 2.2 \text{ В} < U_{мб} = 0.35 \text{ В.}$$

6) Определяем сопротивления делителя для смещения на варикапе:

Принимаем $R_2 = 100$ кОм, тогда:

$$R_1 = \frac{\Delta U}{I_d} = \frac{\Delta U \cdot R_2}{U_n} = \frac{(9 - 6.5) \cdot 10^5}{6.5} = 38 \text{ кОм.}$$

Принимаем $R_1 = 39$ кОм.

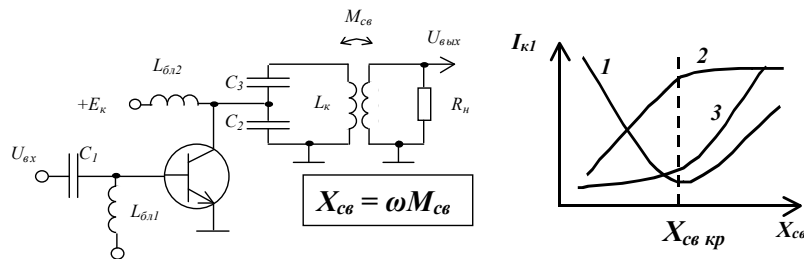
В качестве стаблячейки для автогенератора используем стабилитрон КС814А. Тогда ограничительное сопротивление R_0 равно:

$$R_0 = \frac{E_n - E_k}{I_{cm1} + I_{k0}} = \frac{9 - 7}{18 \cdot 10^{-3}} = 110 \text{ Ом,}$$

где $I_{ст1} = 10$ мА - ток стабилизации КС 814А.

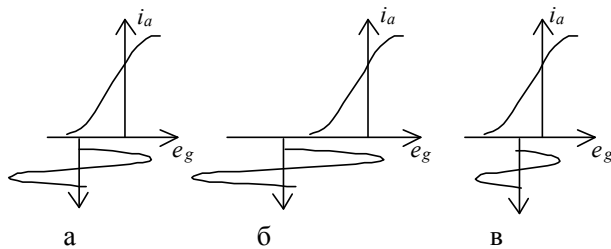
- 7) Ёмкость конденсатора фильтра в стаблячейке выбираем не менее 47 мкФ. Принимаем $C_f = 47$ мкФ х 16 В, типа К-56.

4. УСИЛИТЕЛИ МОЩНОСТИ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ . ТЕСТЫ. ЧАСТЬ 1



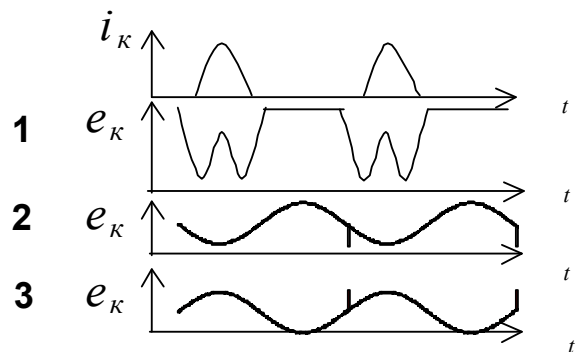
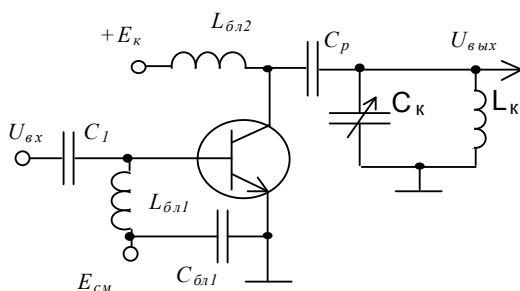
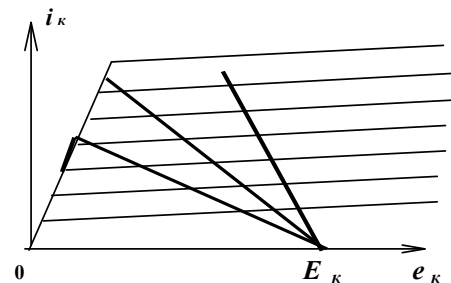
1. 1. Какая зависимость $I_{к1} = f(X_{св})$ верна?

1. 2. В каком столбце таблицы углы отсечки анодного тока соответствуют смещениям на рисунках а, б, в? Укажите **единственный** номер столбца, в котором правильные ответы даны **для всех трёх случаев**.



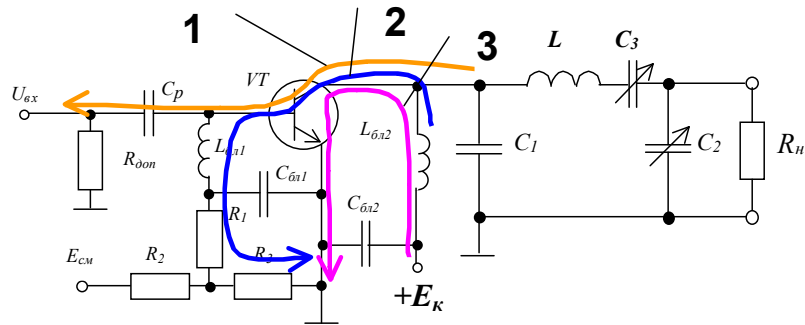
| | | | | |
|----------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| а | 90° | 180° | >90° | 90° |
| б | >90° | <90° | 180° | <90° |
| в | <90° | 90° | <90° | >90° |
| | 1 | 2 | 3 | 4 |

1. 3. Динамические характеристики приведены для угла отсечки
1) 60°, 2) 90° 3) 120° 4) 180°

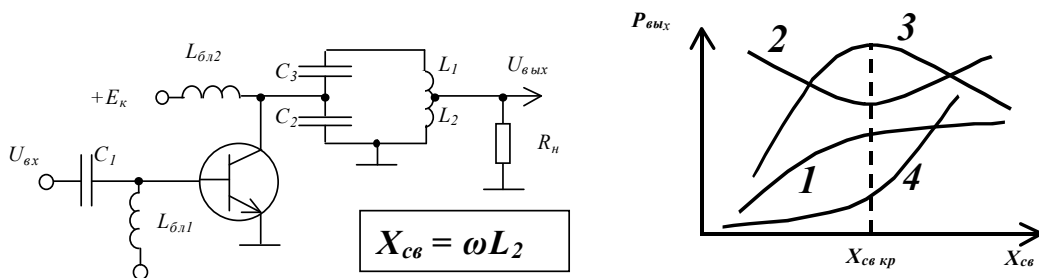


1. 4. Усилитель мощности. Какая эюра коллекторного напряжения верна?

1. 5. По какому пути (1, 2 или 3) протекает постоянная составляющая коллекторного тока?



2.1. Какая зависимость верна?



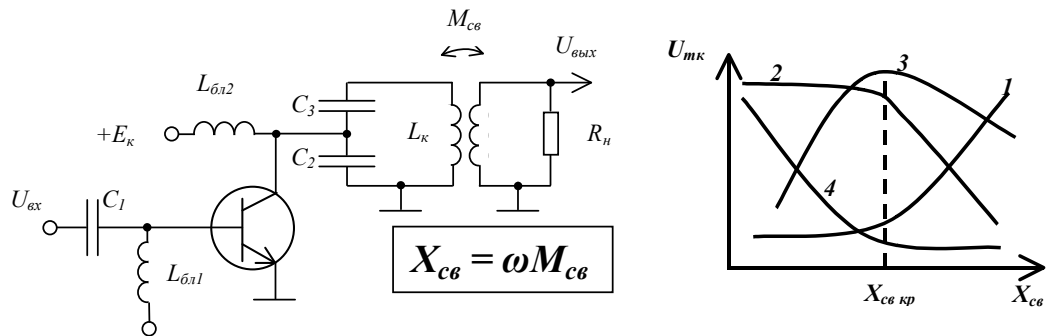
2. 2. В какой режим перейдёт транзистор в схеме усилителя мощности, если произойдёт короткое замыкание нагрузки R_n :

1 – недонапряжённый, 2 – перенапряжённый, 3 – останется в критическом?

2. 3. Каким режимам соответствуют динамические характеристики а, б, в? Укажите **единственный** номер столбца, в котором правильные ответы даны для всех трёх случаев.

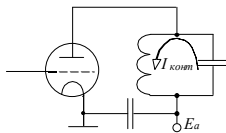
Н – недонапряжённый, **К** – критический, **П** – перенапряжённый .

3.1. Укажите правильную зависимость амплитуды напряжения на



коллекторе от величины сопротивления связи контура с нагрузкой $U_{mk} = f(X_{св})$.

3. 2. Ламповый усилитель мощности. Дано:

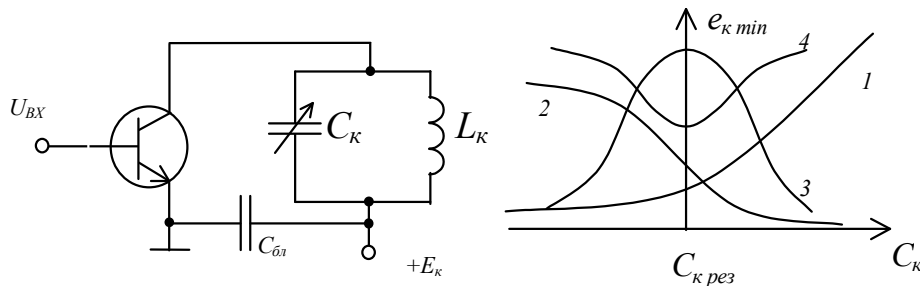


характеристическое сопротивление контура $\rho = 100$ Ом,
резонансное сопротивление $R_{рез} = 2$ кОм, амплитуда первой

гармоники анодного тока $I_{a1} = 1$ А. Определить амплитуду контурного тока.

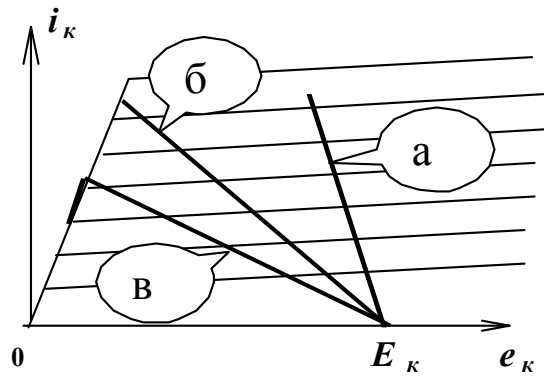
Ответ: а) 1 А , б) 10 А, в) 20 А, г) 100 А, д) 5 А

3. 3. Какая зависимость верна? $e_{k\ min}$ – минимальное мгновенное напряжение на коллекторе; C_K – ёмкость контурного конденсатора.

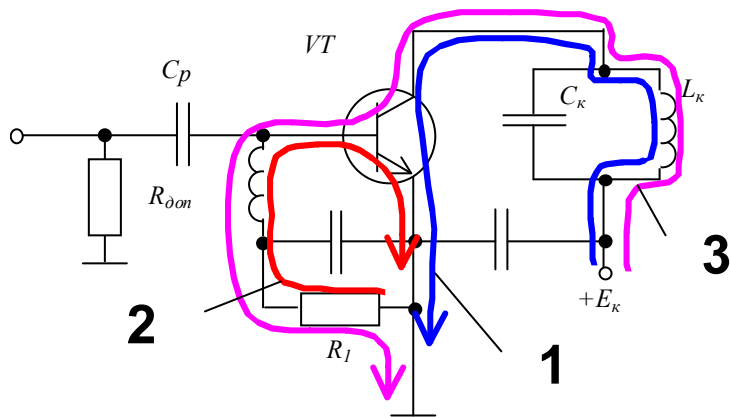


3. 4. Наибольшая полезная мощность соответствует следующей динамической характеристике:

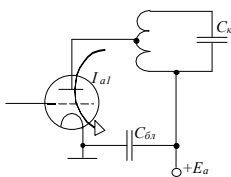
а, б, в.



3. 5. По какому пути (1,2 или 3) протекает постоянная составляющая базового тока?



4.1. Ламповый усилитель мощности.

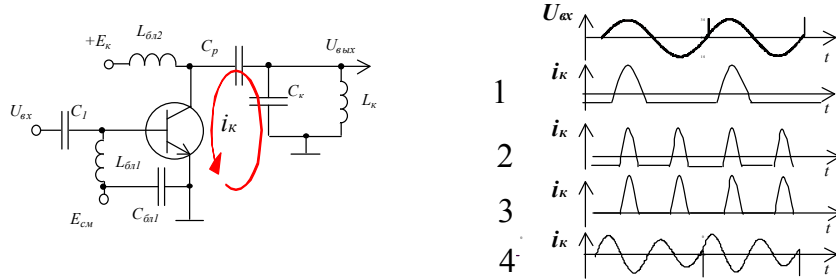


Дано: резонансное сопротивление контура $R_{рез} = 2000 \text{ Ом}$, амплитуда первой гармоники анодного тока $I_{a1} = 2 \text{ А}$, амплитуда напряжения на аноде $U_{m a} = 1000 \text{ В}$. Определить

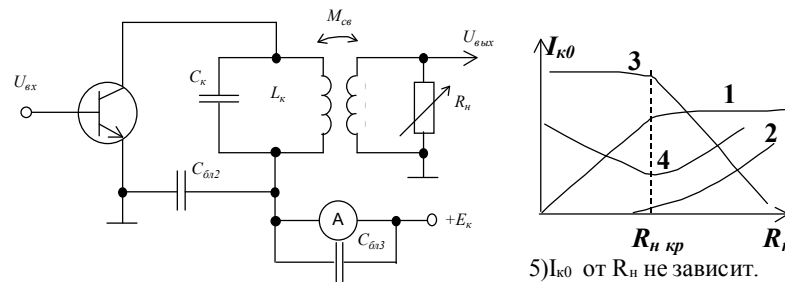
коэффициент включения контура в анодную цепь p .

- а) 0,5; б) 2; в) $\sqrt{2}$, г) $1/\sqrt{2}$, д) нет правильного ответа.

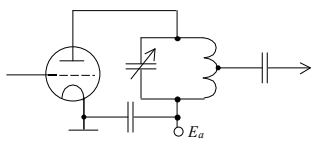
4. 2. Удвоитель частоты. Какая эюра (1,2,3 или 4) переменной составляющей коллекторного тока верна?



4. 3. Как будут изменяться показания амперметра в коллекторной цепи транзистора при изменении сопротивления нагрузки $R_{\text{н}}$. Выбрать один из пяти вариантов ответов.

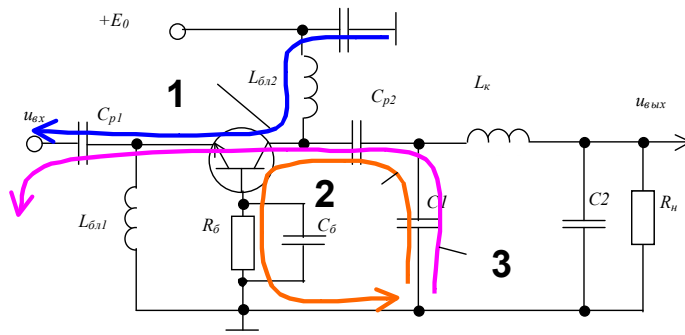


4. 4. Ламповый усилитель мощности.



Дано: напряжение анодного питания $E_a = 2000$ В, коэффициент использования анодного напряжения в критическом режиме $\xi_{\text{кр}} = 0,9$, угол отсечки анодного тока $\theta = 90^\circ$, импульс анодного тока $I_{a \text{ max}} = 1$ А. Определить мощность P_0 , потребляемую от источника анодного питания. ($\alpha_0(90^\circ) = 0,318$; $\alpha_1(90^\circ) = 0,500$).

4. 5. По какому пути (1, 2 или 3) протекает переменная составляющая коллекторного тока?

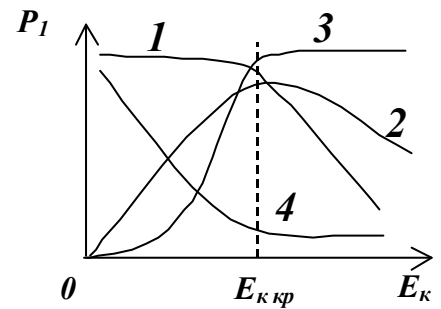


5.1. Ламповый усилитель мощности. Дано: напряжение анодного питания $E_a = 1000$ В, коэффициент использования анодного напряжения в критическом режиме $\xi_{кр} = 0,9$, угол отсечки анодного тока $\theta = 90^\circ$, импульс анодного тока

$I_{a \max} = 1$ А. Определить мощность P_a , рассеиваемую на аноде лампы.

5. 2. Транзисторный усилитель мощности.

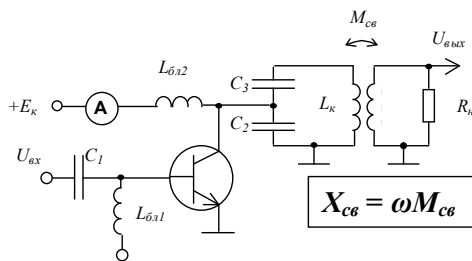
Укажите правильную зависимость полезной мощности от величины напряжения коллекторного питания $P_1 = f(E_k)$.



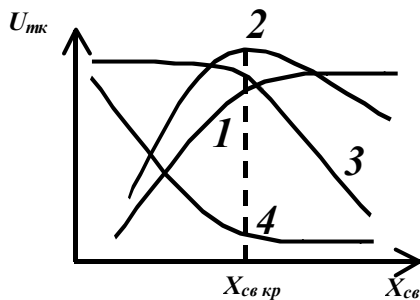
5. 3. В какой режим перейдет транзистор в схеме усилителя мощности, если произойдет обрыв в цепи сопротивления нагрузки R_n :

1 – недонапряжённый, 2 – перенапряжённый, 3 – останется в критическом?

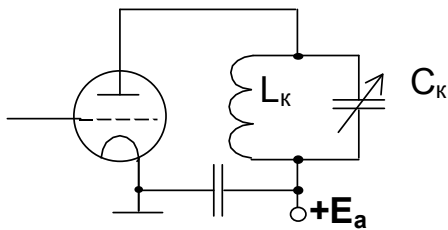
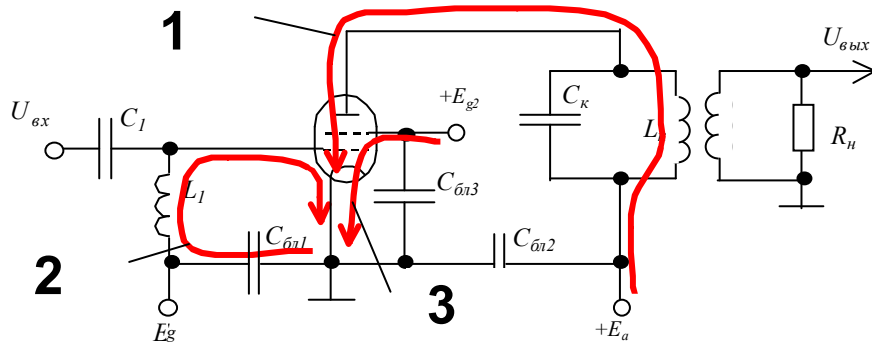
5. 4. Укажите правильную зависимость амплитуды напряжения на



коллекторе от величины
сопротивления связи контура с
нагрузкой. $U_{тк} = f(X_{св})$,



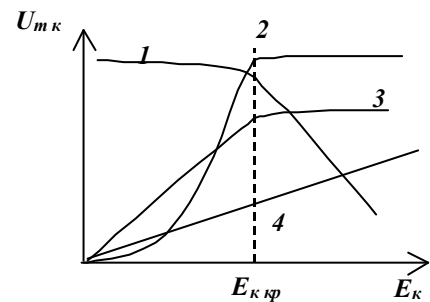
5. 5. Путь постоянной составляющей какого тока показан неверно?



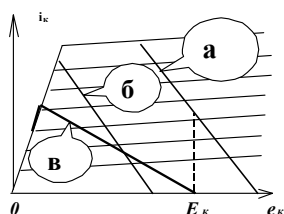
6.1. Дано: минимальное мгновенное напряжение на аноде $e_{a \min} = 500$ В, амплитуда напряжения на аноде $U_{ma} = 2500$ В, угол отсечки анодного тока

90° . Определить электронный КПД η_e .

6.2. Укажите правильную зависимость амплитуды коллекторного напряжения от величины напряжения коллекторного питания $U_{тк} = f(E_k)$.



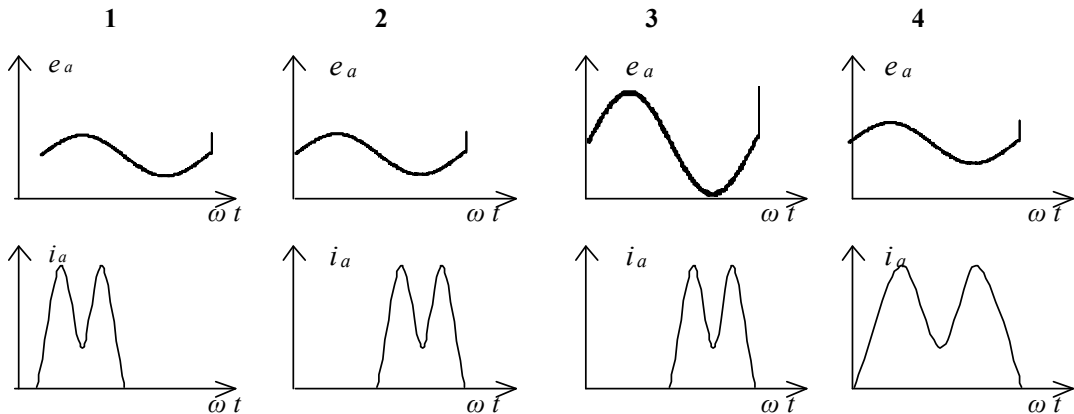
6.3. Динамические характеристики а, б, в соответствуют следующим углам отсечки. Укажите **единственный** номер столбца, в котором правильные



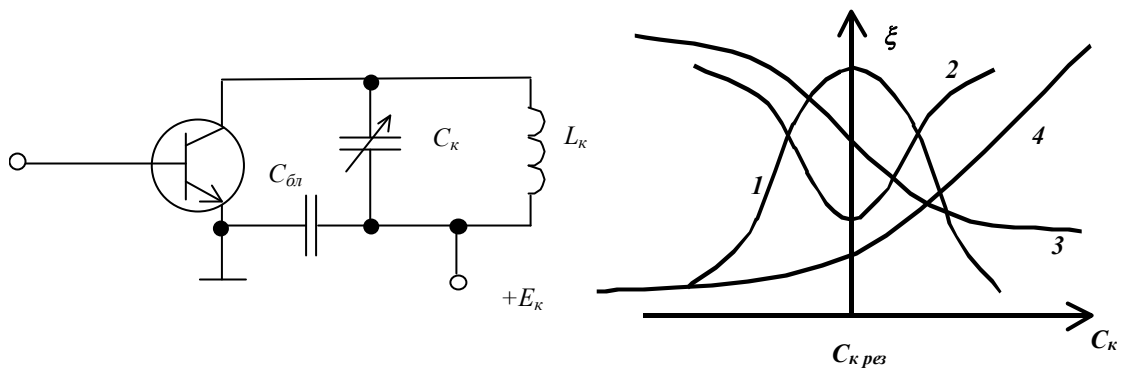
| | | | | |
|---|------|------|------|------|
| а | 90° | 180° | >90° | 60° |
| б | <90° | <90° | 180° | 90° |
| в | >90° | 90° | <90° | 120° |
| | 1 | 2 | 3 | 4 |

ответы даны *для всех трёх случаев.*

6. 4. В каком случае эюры анодного тока i_a и напряжения на аноде e_a соответствуют перенапряжённому режиму в усилителе мощности?



6. 5. Какая зависимость верна (ξ – коэффициент использования коллекторного напряжения; C_K – ёмкость контурного конденсатора)?



7. 1. Дано: полезная мощность 1000 Вт,

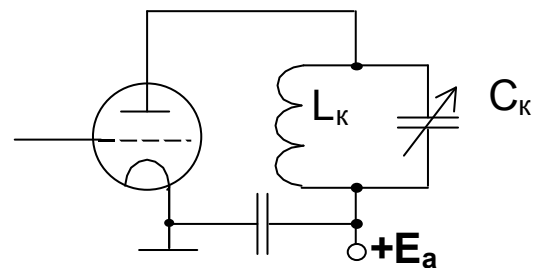
коэффициент использования анодного

напряжения в критическом режиме $\xi_{\text{кр}} =$

0,8,

угол отсечки анодного тока $\theta = 90^\circ$,

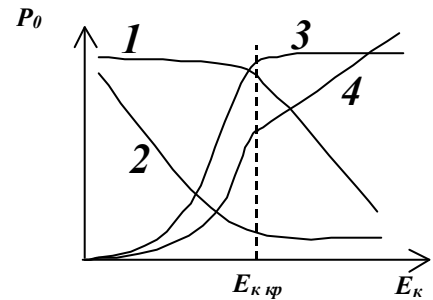
импульс анодного тока $I_{a \text{ max}} = 10 \text{ A}$.



Определить напряжение анодного питания E_a .

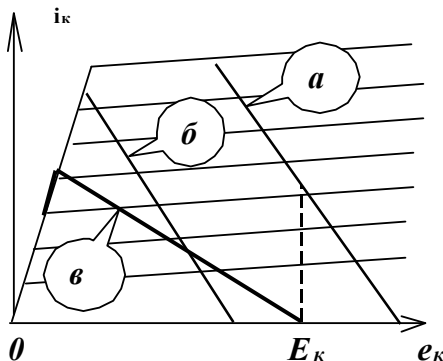
7. 2. Укажите правильную зависимость потребляемой мощности от величины напряжения коллекторного питания

$$P_0 = f(E_K).$$



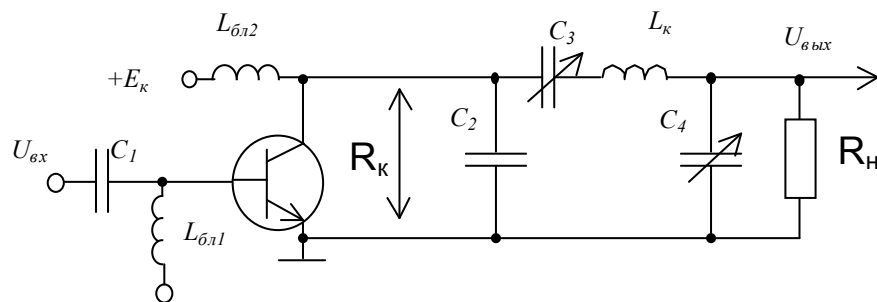
7. 3. В каком частном случае ток покоя I_n равен постоянной составляющей коллекторного тока I_{K0} ? 1. При $\theta = 180^\circ$. 2. При $\theta = 90^\circ$. 3. При $\theta = 45^\circ$.

7. 4. Динамические характеристики **а, б, в** соответствуют следующим углам отсечки. Укажите **единственный** номер столбца, в котором правильные ответы даны **для всех трёх случаев**.



| | | | | |
|----------|----------------|----------------|----------------|-------------|
| а | 90° | 180° | >90° | 60° |
| б | <90° | <90° | 180° | 90° |
| в | >90° | 90° | <90° | 120° |
| | 1 | 2 | 3 | 4 |

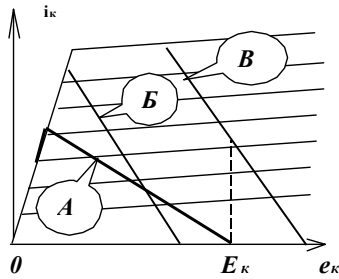
7. 5. В критическом режиме $\theta = 90^\circ$, $I_{K \max} = 0,5$ А, $e_{K \min} = 2$ В, $R_H = 2$ Ом, амплитуда выходного напряжения $U_{\text{вых}} = 2$ В, коэффициент полезного действия контура $\eta_K = 0,8$. Определить эквивалентное сопротивление нагрузки в цепи коллектора R_K .



8.1.
Динамические

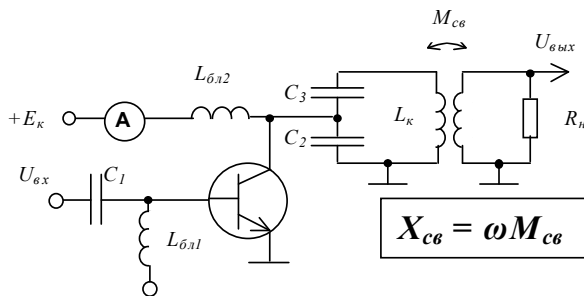
характеристики **А, Б, В** соответствуют следующим углам отсечки (указать

номер столбца). Укажите **единственный** номер столбца, в котором правильные ответы даны для **всех трёх случаев**.

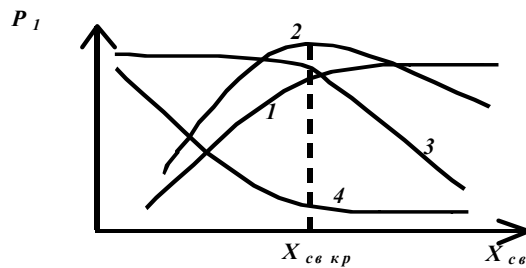


| | | | | |
|----------|----------------|----------------|----------------|-------------|
| A | 90° | 180° | 90° | 60° |
| Б | <90° | <90° | >90° | 90° |
| B | >90° | 90° | <90° | 120° |
| | 1 | 2 | 3 | 4 |

8. 2. При какой связи контура с нагрузкой постоянная составляющая коллекторного тока I_{K0} будет наибольшей?



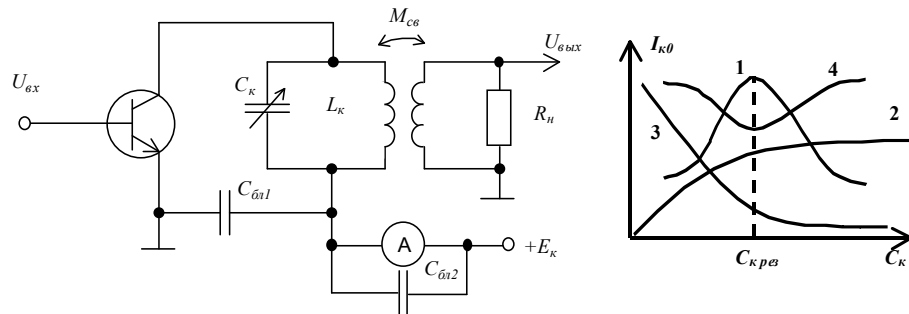
- 1) $M_{св} = M_{св\text{ опт}}$, 2) $M_{св} < M_{св\text{ опт}}$,
 2) $M_{св} > M_{св\text{ опт}}$, 4) I_{K0} от $M_{св}$ не зависит.



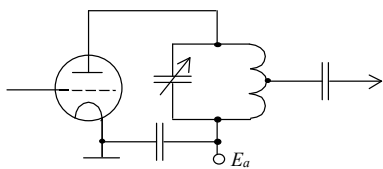
8. 3. Укажите правильную зависимость полезной мощности от величины сопротивления связи контура с нагрузкой $P_1 = f(X_{св})$.

контура с нагрузкой $P_1 = f(X_{св})$.

8. 4. Как будут изменяться показания амперметра в коллекторной цепи транзистора при изменении ёмкости контурного конденсатора C_k ?

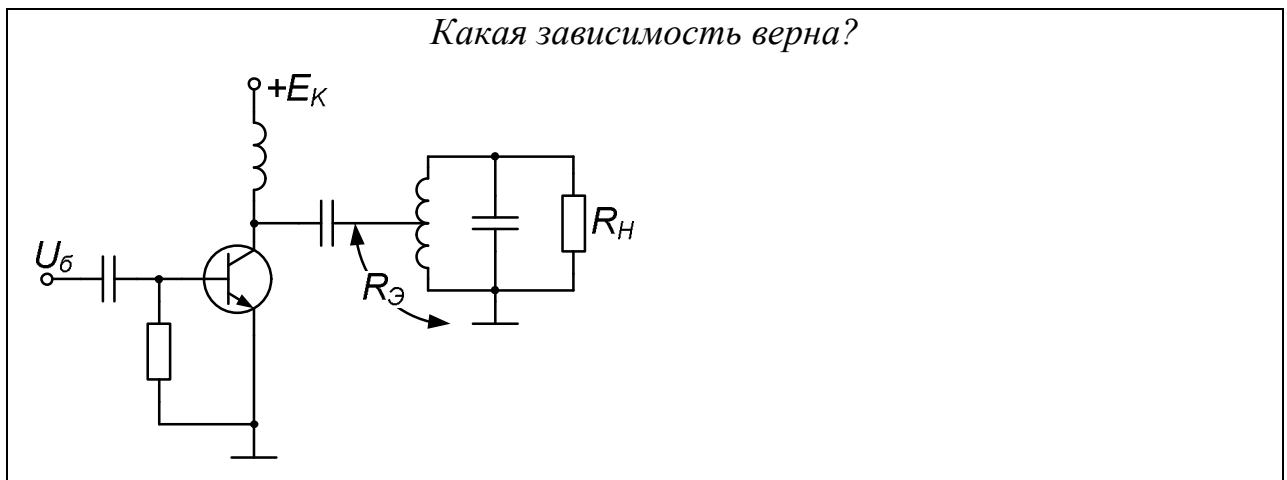


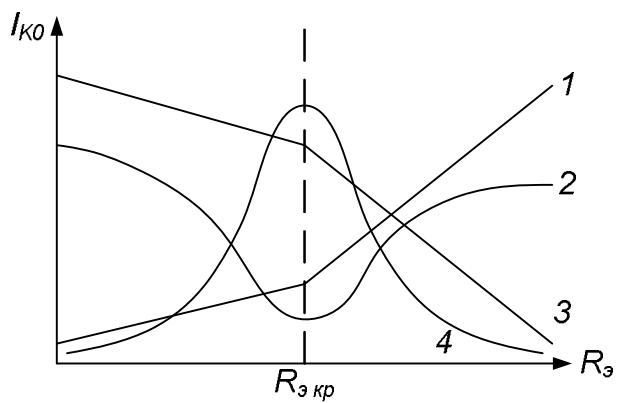
8. 5. Ламповый усилитель мощности. Дано: напряжение анодного питания



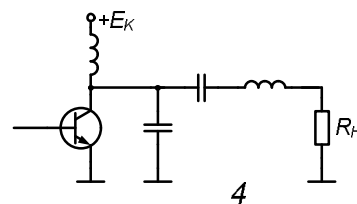
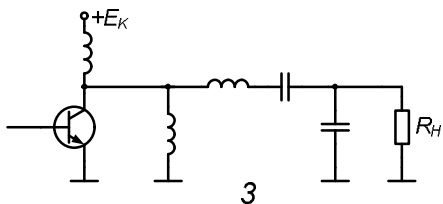
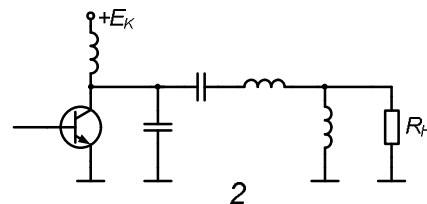
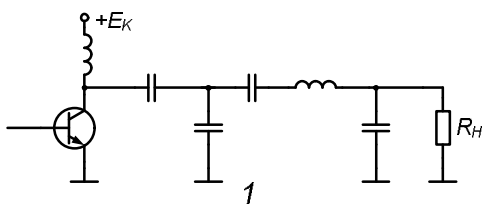
$E_a = 2000$ В, коэффициент использования анодного напряжения в критическом режиме $\xi_{кр} = 0,9$, угол отсечки анодного тока $\theta = 90^\circ$,

импульс анодного тока $I_a \max = 1$ А, коэффициент полезного действия контура 0,8. Определить выходную мощность $P_{вых}$ (коэффициенты Берга $\alpha_0(90^\circ) = 0,32$; $\alpha_1(90^\circ) = 0,5$)

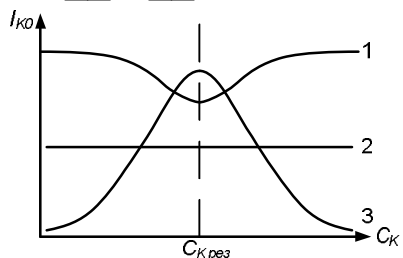
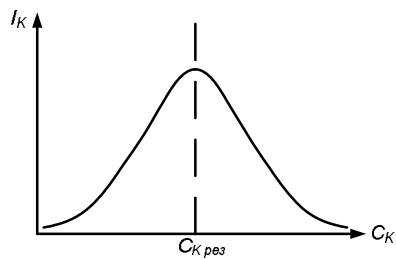
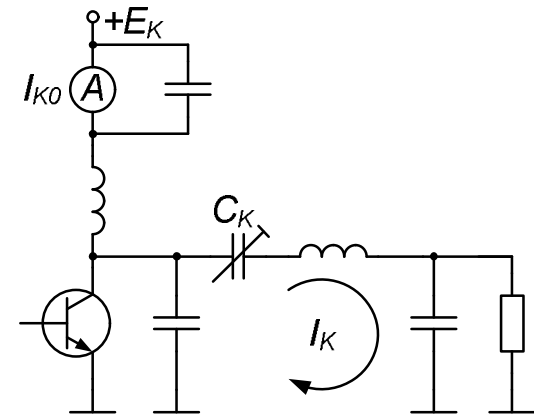




Какая схема неверна?

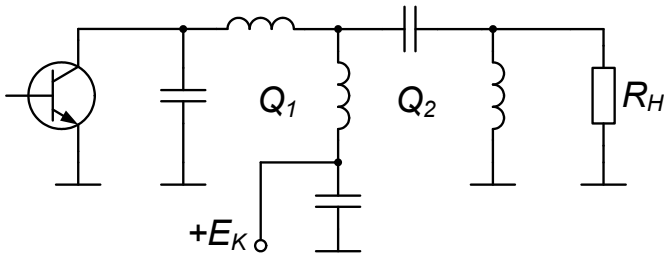


Какая зависимость верна?



Чему равен коэффициент фильтрации Φ ($n=2$)?

$Q_1=Q_2=20$



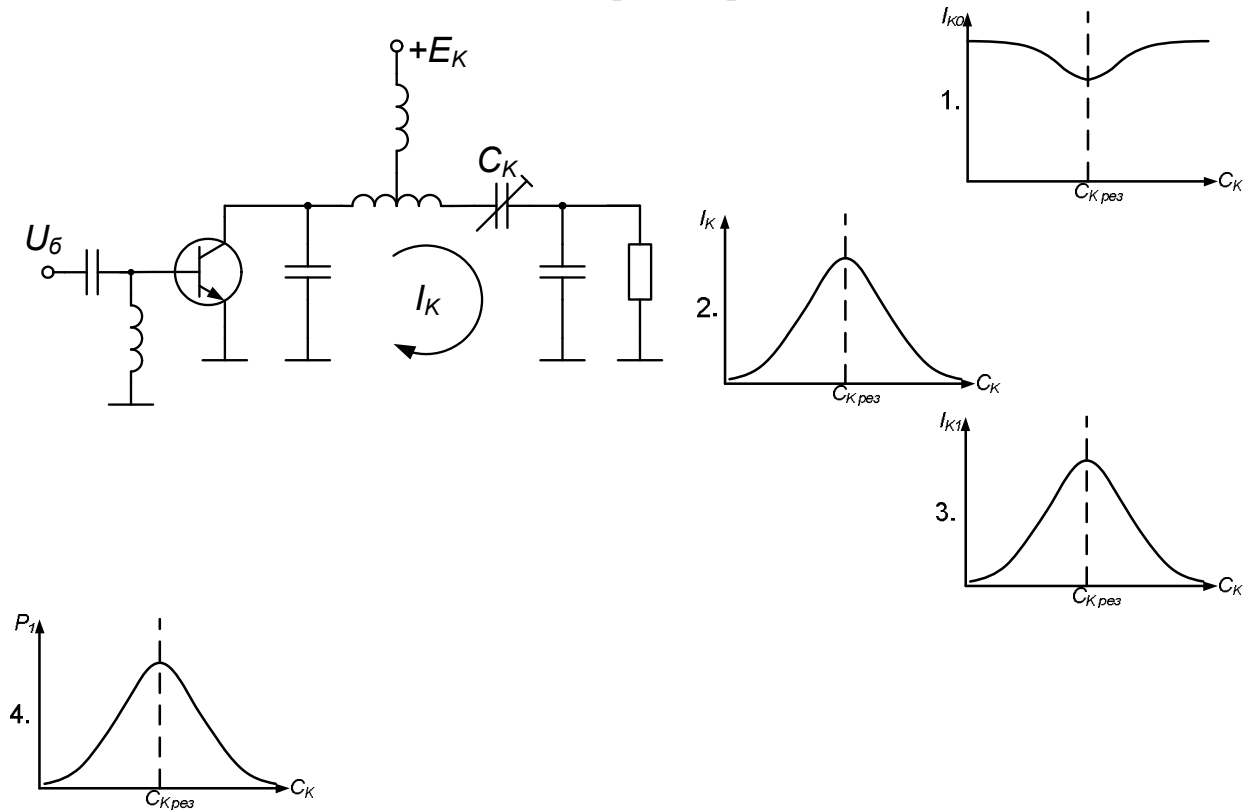
1. $\Phi = 1800$
2. $\Phi = 450$
3. $\Phi = 225$
4. $\Phi = 7200$

Вариант 1-2

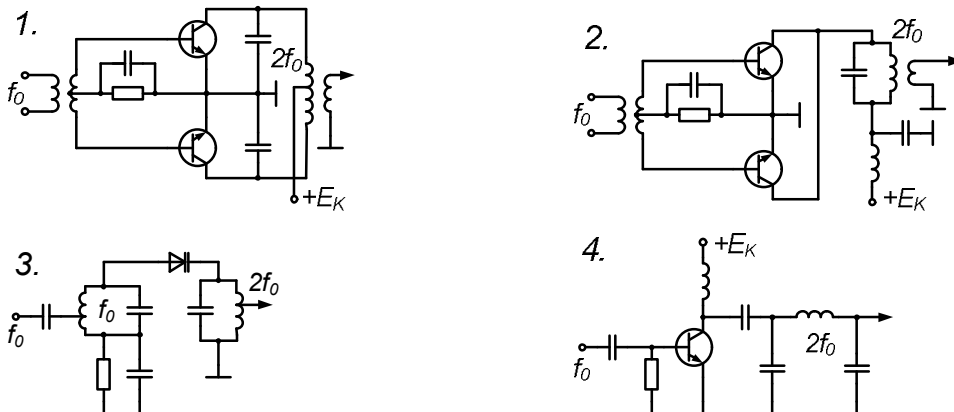
Группа

Ф.И.О.

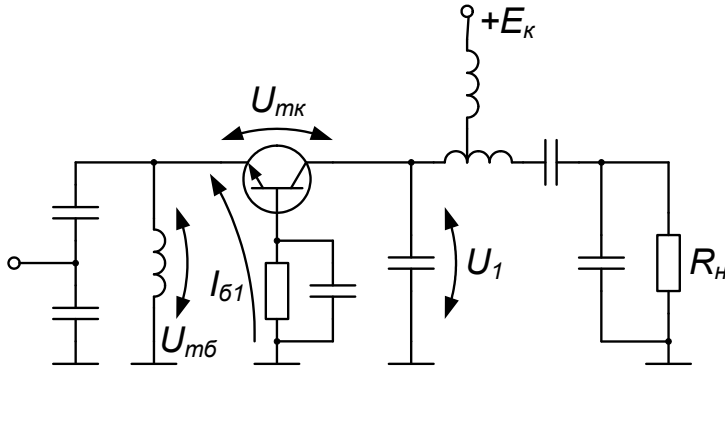
Какая эюра неверна?



Какая из схем удвоителя частоты неверна?



Какая из приведенных формул неверна для схемы УМВЧ с общей базой?



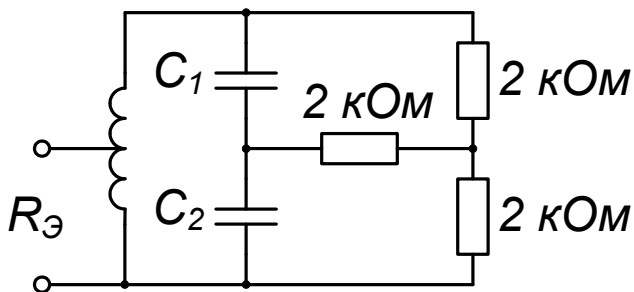
$$1. K_p = \frac{I_{\kappa 1} (U_{m\kappa} + U_{m\delta})}{U_{m\delta} (I_{\kappa 1} + I_{\delta 1})}$$

$$2. P_{\text{возб}} = \frac{1}{2} U_{m\delta} (I_{\kappa 1} + I_{\delta 0})$$

$$3. P_1 = \frac{1}{2} I_{\kappa 1} U_{m\delta}$$

$$4. U_1 = U_{m\kappa} + U_{m\delta}$$

Определить входное сопротивление контура $R_{\text{Э}}$ на резонансной частоте при следующих данных: $p = 0,5$; $C_1 = C_2$



$$1. R_{\text{Э}} = 4 \text{ кОм}$$

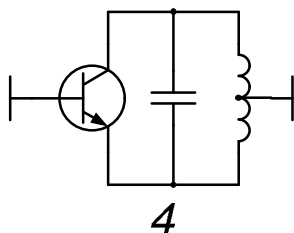
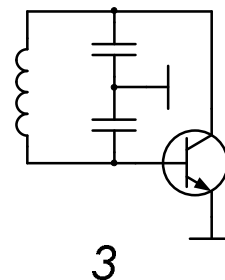
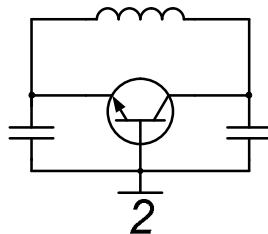
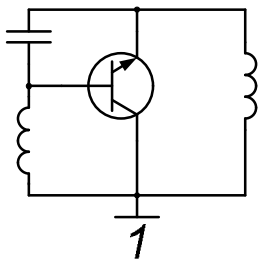
$$2. R_{\text{Э}} = 1 \text{ кОм}$$

$$3. R_{\text{Э}} = 2 \text{ кОм}$$

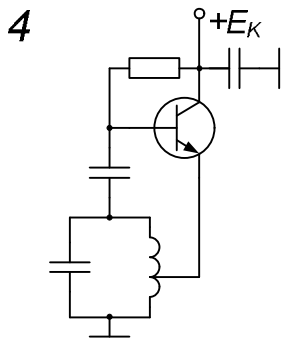
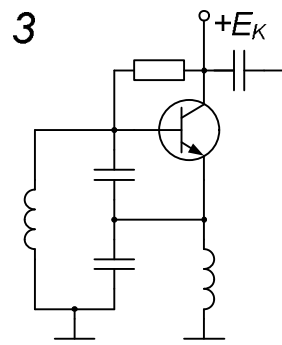
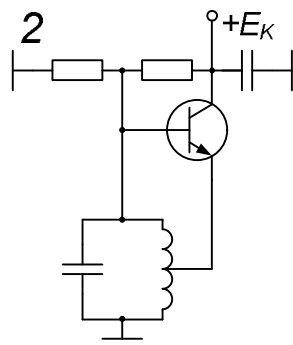
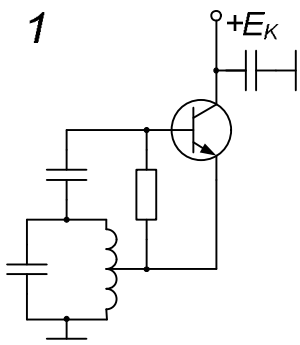
$$4. R_{\text{Э}} = 6 \text{ кОм}$$

5. АВТОГЕНЕРАТОРЫ. ТЕСТЫ. ЧАСТЬ 2.

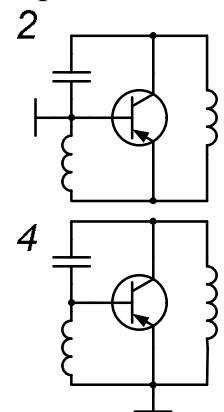
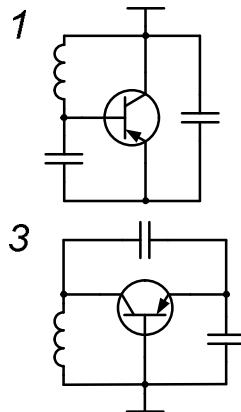
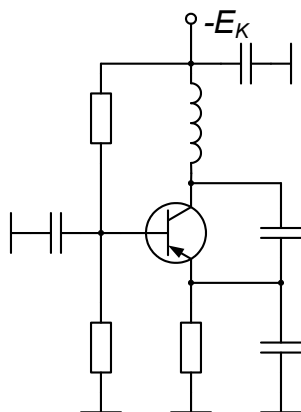
Какая из эквивалентных схем автогенератора верна?



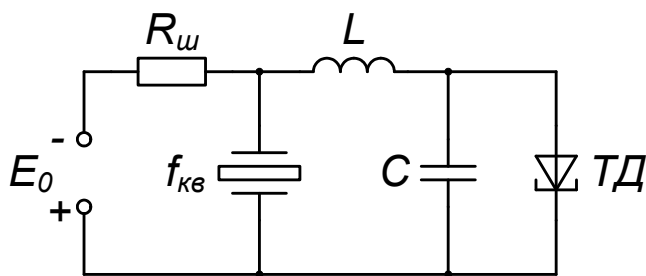
Какая схема верна?



К какой эквивалентной схеме сводится автогенератор?



На какой частоте возбуждается автогенератор?



1. $f_2 = f_{кв}$

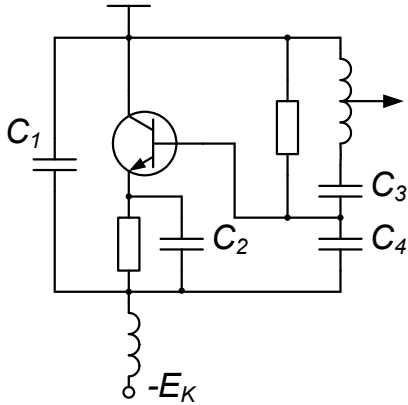
2. $f_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

3. $f_{кв} < f_2 < \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

4. Автогенератор не возбуждается

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|

Укажите правильную формулу для коэффициента обратной связи автогенератора.



1. $K = \frac{C_1}{C_4}$

2. $K = \frac{C_1}{C_2}$

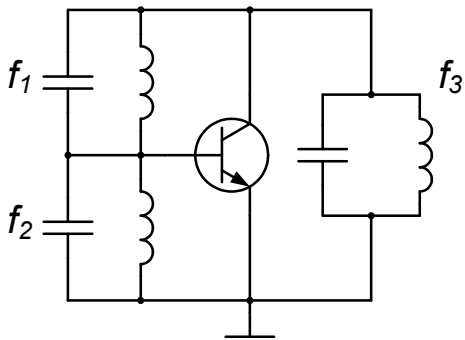
3. $K = \frac{C_1}{C_3}$

4. $K = \frac{C_4}{C_1}$

5. $K = \frac{C_4}{C_3}$

6. Схема не работает

На какой частоте f_2 возбуждается автогенератор?



1. $f_2 < f_1$

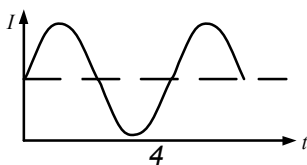
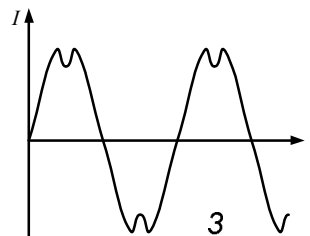
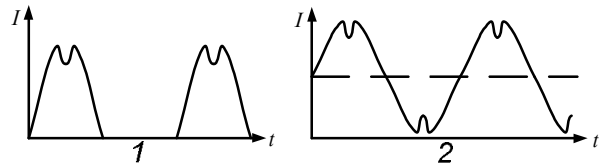
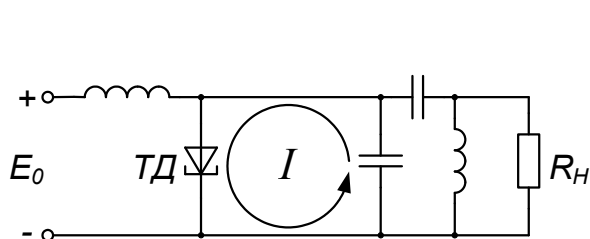
2. $f_1 < f_2 < f_3$

3. $f_2 < f_2 < f_3$

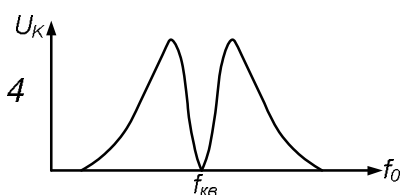
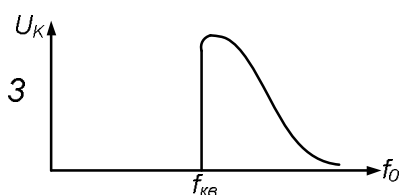
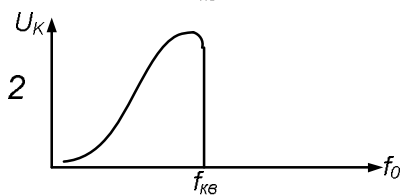
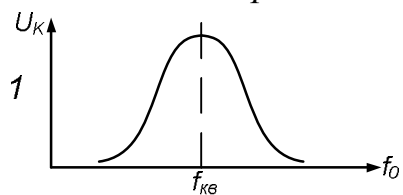
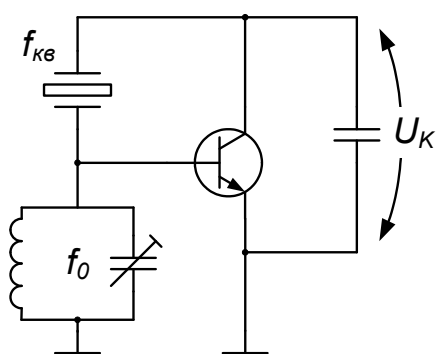
4. $f_2 > f_3$

$f_1 < f_2 < f_3$

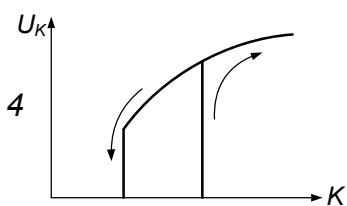
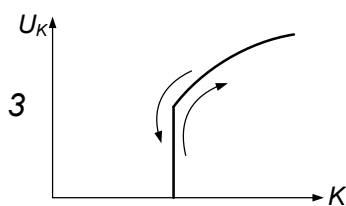
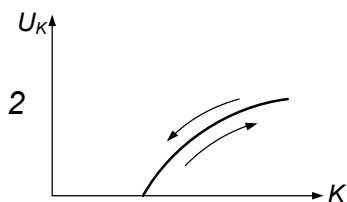
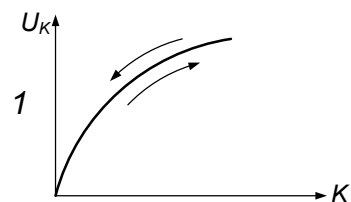
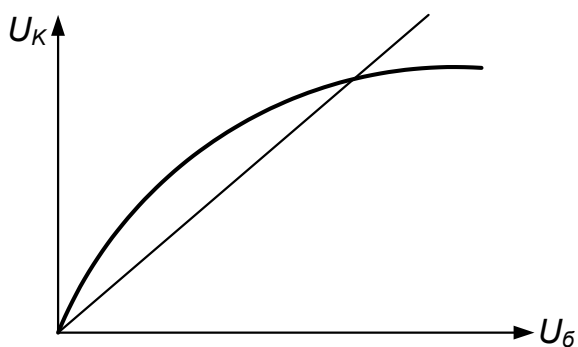
Какая эюра верна?



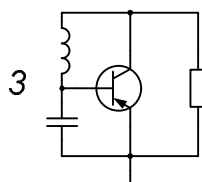
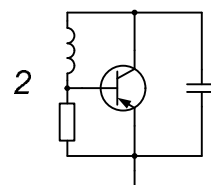
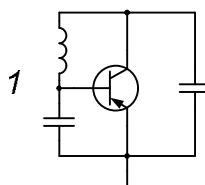
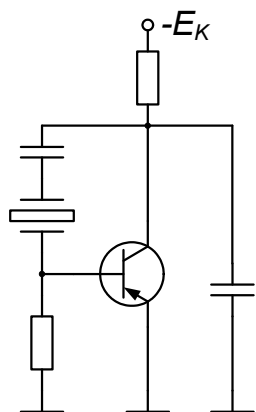
Какая зависимость верна?



Какая из диаграмм срыва верна?

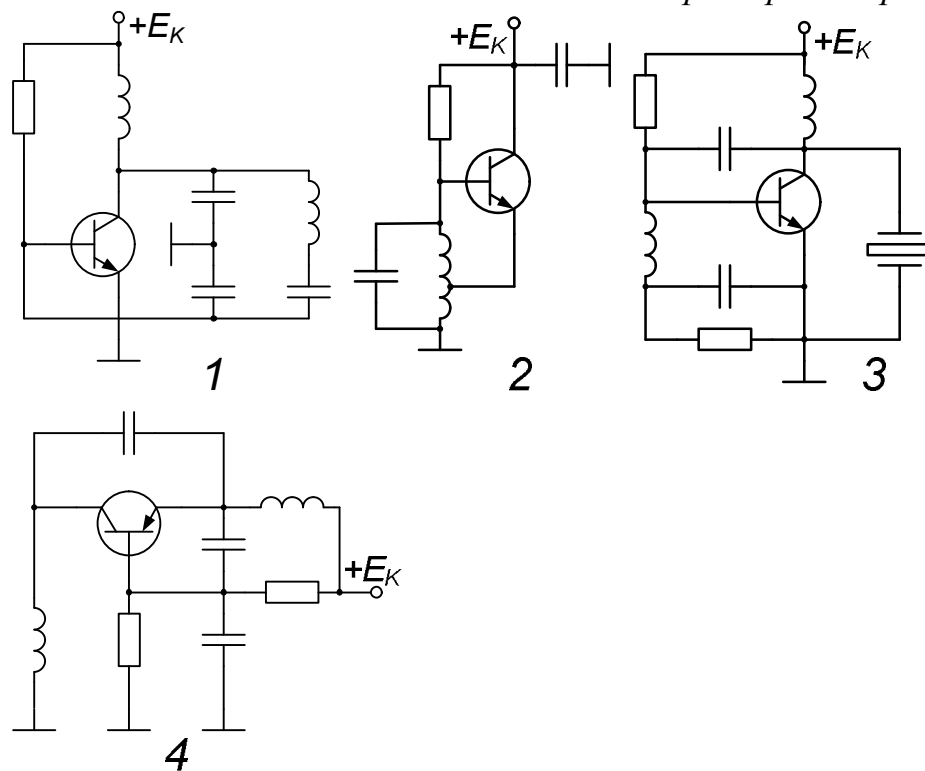


К какой эквивалентной схеме сводится автогенератор?

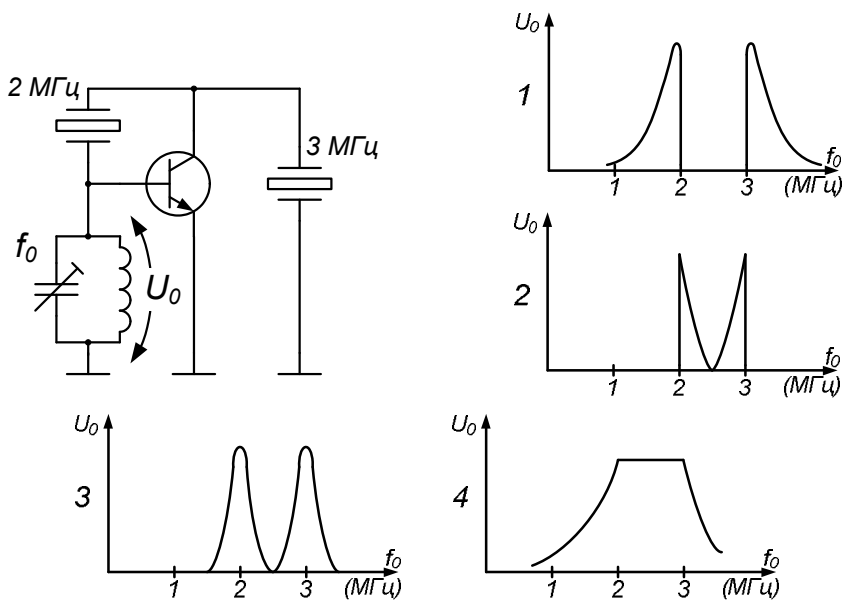


4 В схеме ошибка

Какая из схем автогенератора неверна?

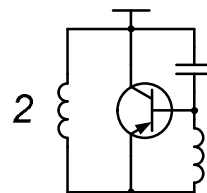
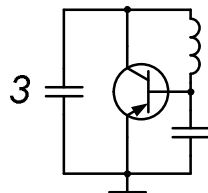
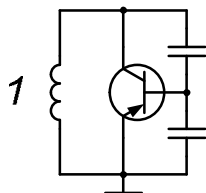
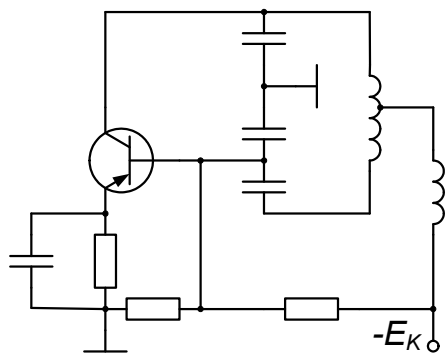


Какая зависимость верна?



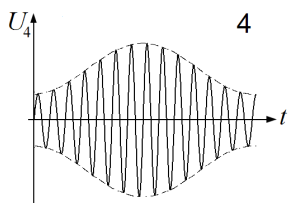
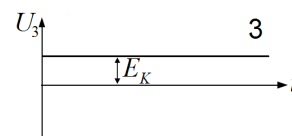
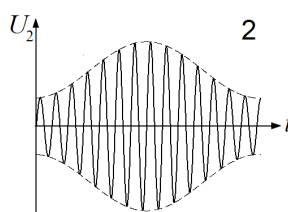
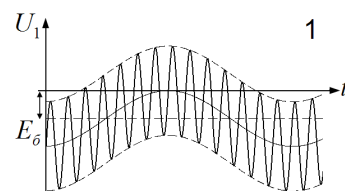
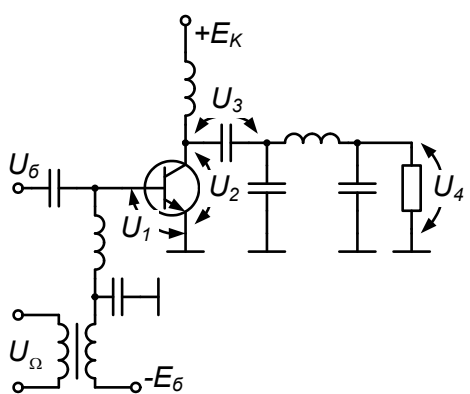
| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
|--|--|--|--|

К какой эквивалентной схеме сводится автогенератор?

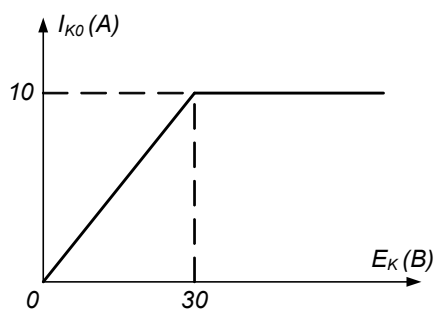


4 В схеме ошибка

Какая эюра неверна?



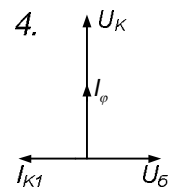
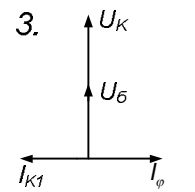
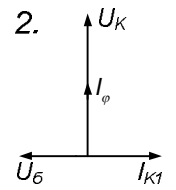
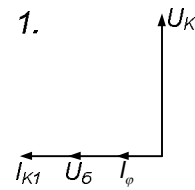
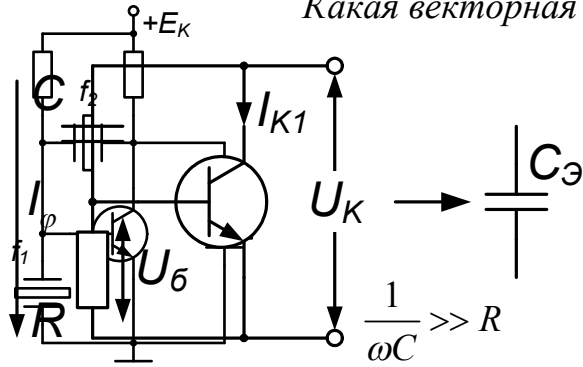
Дана СМХ каскада с коллекторной модуляцией.
 Определить мощность модулятора при $m = 1$.



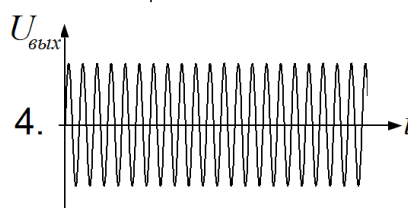
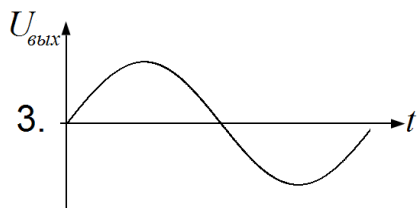
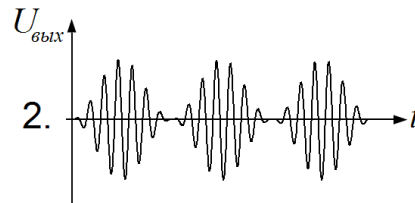
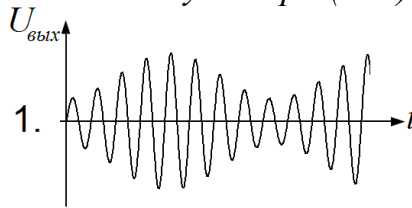
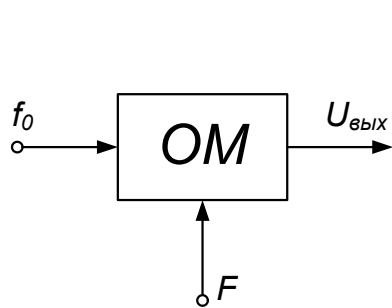
1. 300Вт ;
2. 150Вт ;
3. 75Вт ;
4. 37,5Вт .

Реактивный транзистор, эквивалентный емкости $C_{\text{Э}}$.

Какая векторная диаграмма верна?



Сигнал на выходе однополосного модулятора (ОМ). Какая эюра верна?



На какой частоте возбуждается автогенератор?

1. f_1 ;

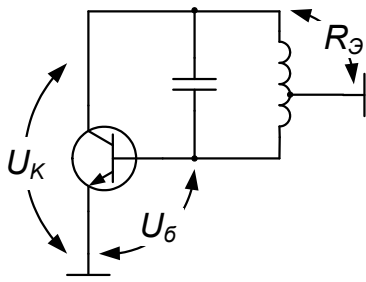
2. f_2 ;

3. f_3 ;

4. В схеме ошибка

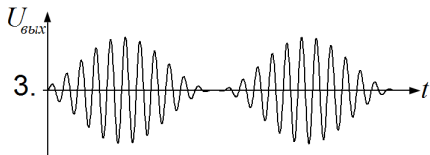
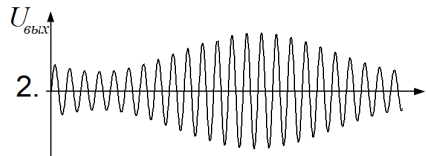
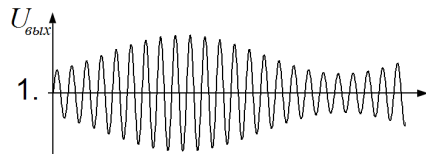
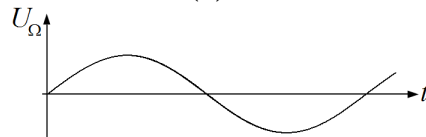
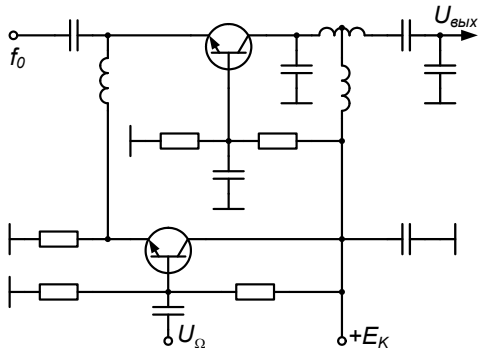
Какая из схем автогенератора неверна?

Какая формула неверна?

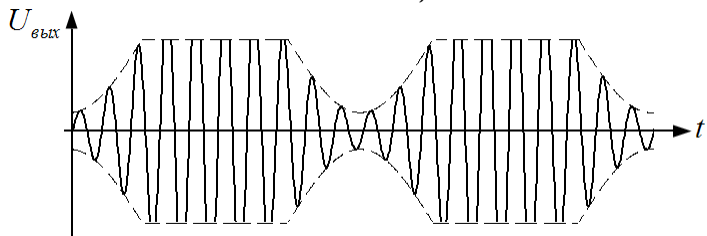
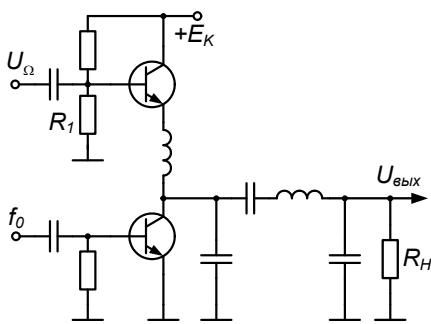


1. $KS_0R_Э > 1$;
2. $K = \frac{U_б}{U_K}$;
3. $KS_{cp}R_Э = 1$;
4. $f_r = \frac{1}{\sqrt{LC}}$.

Какая эюра $U_{вых}(t)$ верна?



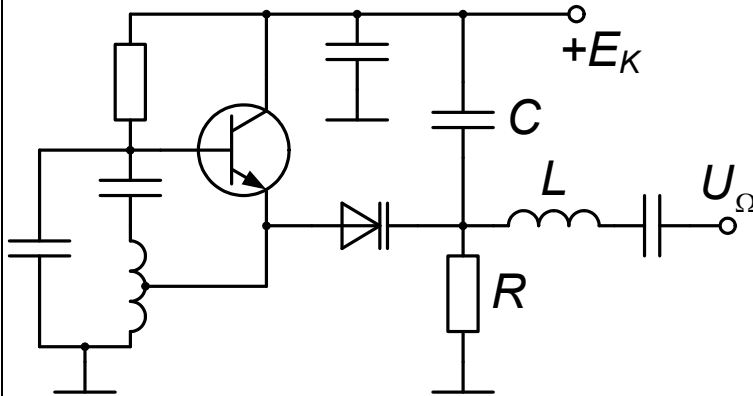
Как уменьшить нелинейные искажения огибающей АМ сигнала?



1. Увеличить $U_Ω$
2. Уменьшить R_1
3. Увеличить R_1
4. Каскад

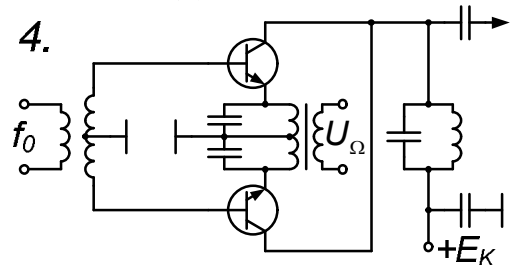
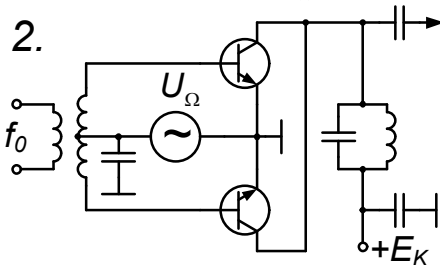
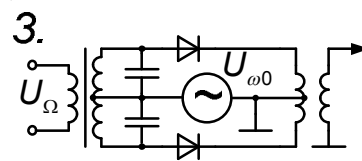
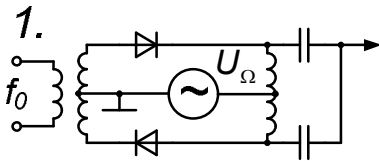
неработоспособен

Как исправить ошибку в схеме ЧМ автогенератора?

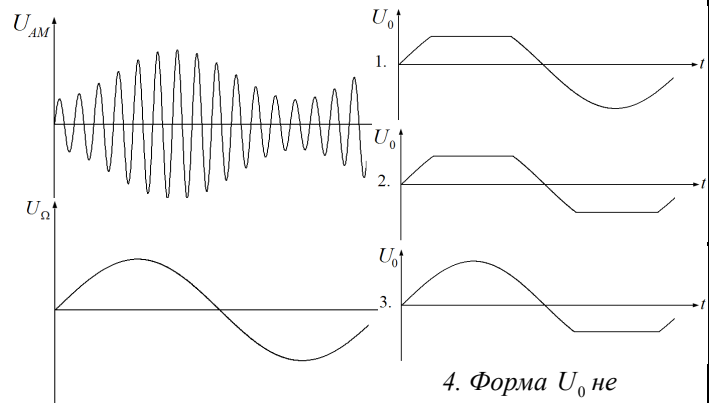
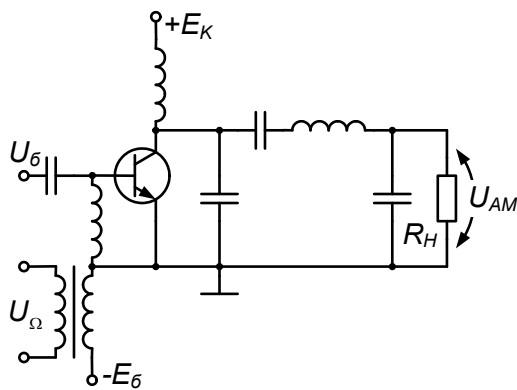


1. Изменить полярность включения варикапа;
2. Закоротить конденсатор C ;
3. Поменять местами элементы R и L ;
4. Поменять местами элементы C и R .

Какая из схем не может выполнять функции балансного модулятора?

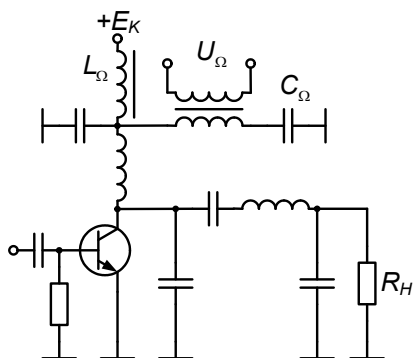


Как исказится огибающая (U_0) АМ-сигнала (U_{AM}) при отключении R_H ?



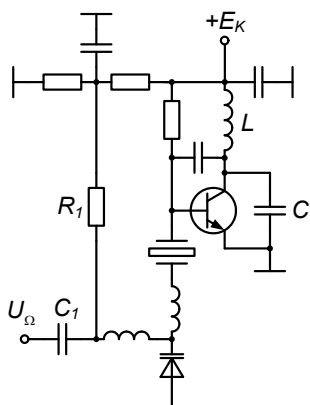
изменится.

Какая формула неверна?



1. $\frac{1}{2\pi F_H C_\Omega} \leq 0,05 \frac{U_\Omega}{I_\Omega}$;
2. $2\pi F_H L_\Omega \geq 20 \frac{U_\Omega}{I_\Omega}$;
3. Обе формулы верны;
4. Обе формулы неверны.

Какое утверждение ложно?



1. Изображена схема кварцевого АГ с ЧМ;
2. Должно выполняться соотношение $\omega_{кв} \sqrt{LC} > 1$;
3. АГ сводится к индуктивной трехточке;
4. Должно выполняться соотношение $R_1 C_1 \gg \frac{1}{F_H}$.

Какая эюра верна?

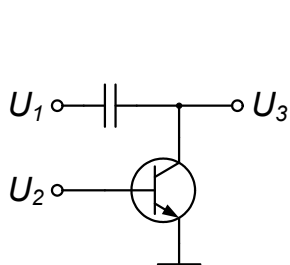
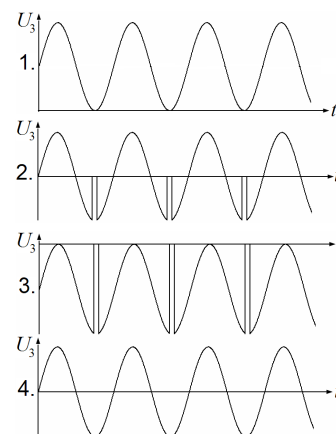
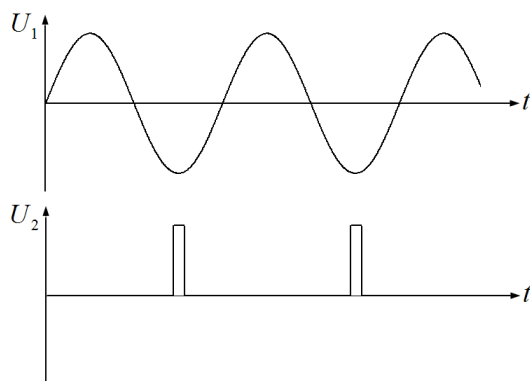
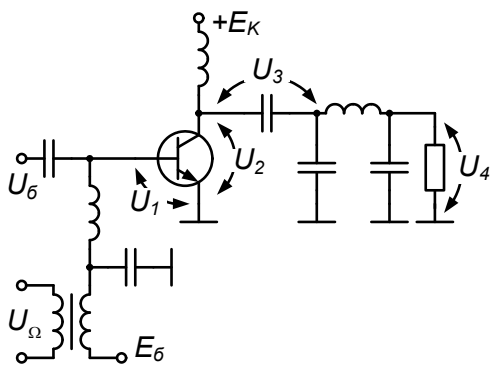


Схема ВПС

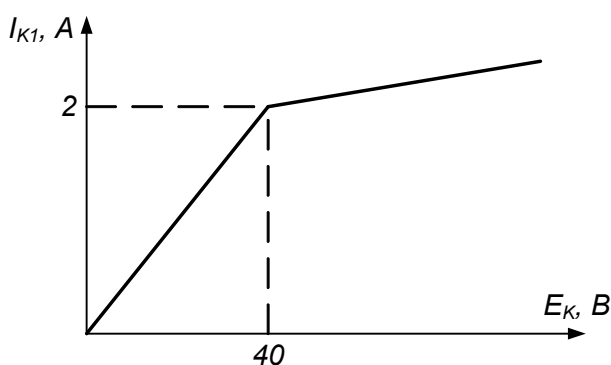


Какая формула неверна?



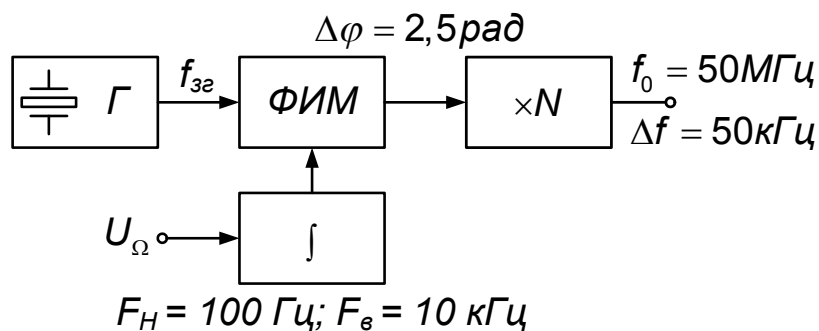
1. $U_1 = E_\delta + U_\Omega \cos \Omega t + U_{m\delta} \cos \omega t$;
2. $U_2 = E_K + U_{KH} (1 + m \cos \Omega t) \cos \omega t$;
3. $U_3 = E_K$;
4. $U_4 = U_m (1 + m \cos \Omega t) \cos \omega t$;
5. Все формулы верны;
6. Все формулы неверны.

По СМХ определить пиковую мощность каскада $P_{1\max}$ при $m = 1$, $\xi = 0,9$.



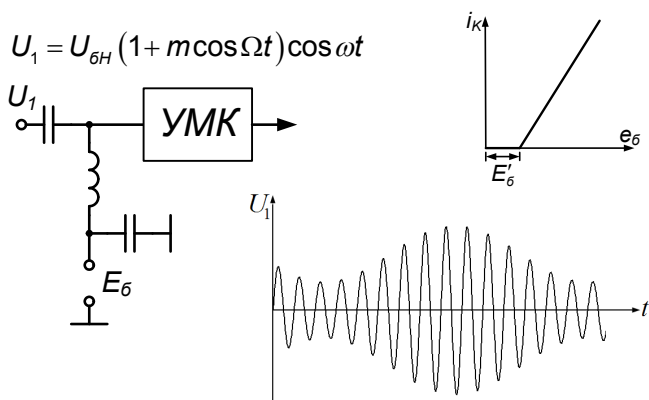
1. $P_{1\max} = 13,5 \text{ Вт}$;
2. $P_{1\max} = 27 \text{ Вт}$;
3. $P_{1\max} = 36 \text{ Вт}$;
4. $P_{1\max} = 9 \text{ Вт}$.

По структурной схеме ЧМ-возбудителя определить частоту задающего генератора.



1. $f_{зг} = 25 \text{ МГц}$;
2. $f_{зг} = 250 \text{ кГц}$;
3. $f_{зг} = 5 \text{ кГц}$;
4. $f_{зг} = 5 \text{ МГц}$.

Как выбрать смещение E_δ для получения $m = 1$ на выходе УМК?



1. $E_\delta = E'_\delta$;
2. $E_\delta = 0$;
3. $E_\delta = E'_\delta - U_{\delta H}$;
4. $E_\delta = E'_\delta - U_{\delta H} (1 - m)$;
5. $E_\delta = E'_\delta - U_{\delta H} (1 + m)$.

ЛИТЕРАТУРА

а) основная:

1. Шахгильдян В.В. Радиопередающие устройства: учебник. М.,: Радио и связь, 2003, 560 с.
2. Карякин В.Л. Устройства генерирования и формирования сигналов в системах подвижной радиосвязи. М., : Радио и связь, 2007, 433с.
3. Дегтярь Г.А. Устройства генерирования и формирования сигналов: учебник. НГТУ, 2005, часть1,480с., часть2, 548 с.

б) дополнительная

- 1.Ильин А. Г. Устройства формирования сигналов .часть 1.Томск.: ТУСУР, 2011, 92 с.
- 2.Бордус А.Д. Устройства формирования сигналов. часть 2. Томск.: ТУСУР, 2011, 102 с.
- 3.Бордус А.Д. , Ильин А.Г., Казанцев Г.Д. Устройства формирования сигналов. Томск.: ТУСУР, 2011, 141 с.