Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и

информатики»

(СибГУТИ)

работа не зачтена, поскольку: 1. На схеме неверно указана полярность источника питания для заданного транзистора. 2. Неверен расчет входного сопротивления, поскольку в каскаде отсутствует местная обратная связь (МОС). 3. Задание на работу было давно дополнено. Необходимо было построить, также, нагрузочную прямую по переменному току и выполнить расчет реактивных элементов.

**Контрольная работа**

**по** дисциплине: Схемотехника телекоммуникационных устройств

Выполнил: Даваа Ш.И.

Группа: ИСТ-22

Вариант: 1

Проверил: Архипов С.Н.

Новосибирск 2024

Задание:

Выполнить расчет сопротивлений схемы предварительного каскада усиления на биполярном транзисторе с эмиттерной стабилизацией с исходными данными.



Рисунок 1 - Схема каскад предварительного усиления на биполярном транзисторе с эмиттерной стабилизацией

Таблица 1 - Исходные данные

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № вари-анта | Тип транзистора | Тс.max,  0С | Еп, В | Rвх.сл,  Ом | Im.вх.сл,  мA | Схема |
| 01 | КТ3102А | 40 | 12 | 400 | 2 | 1 |

Параметры заданного транзистора:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип транзистора | Структура | h21э  (мин…макс) | Iкб0(Т)  мкА (° С) | Uкэ макс, В | Iк макс, мА | Рк макс, Вт | Uкэ нас, В | Тп макс, °С | R Т П-С,  °С / мВт |
| КТ3102А | n – p – n | 100…250 | 0,05 (25)  5 (85) | 50 | 100 | 0,25 | 0,8 | 125 | 0,4 |

Решение задачи:

1. Выбор режима работы транзистора

Режим работы транзистора определяется постоянными токами и напряжениями на электродах транзистора. Определим ток покоя согласно условиям [1, раздел 3.1]:

Ток покоя Iко выбираем из условия iко≥(2÷5)Im.вх.сл.

iко = 2∙2\*10-3 = 4 мА.

iко ≥ 1 мА – Условие соблюдается.

Минимальное напряжения покоя на коллекторе должно удовлетворять условиям [1, раздел 3.1]:

Uко ≥ (1…1,5) Uк нас + (1,5…3)Um.вх.сл.

Для каскадов предварительного усиления напряжение на коллекторе Uко должно быть не менее (3÷5) В.

Выбираем Uко=4 В.

Uкнасыщ=1,5 В; Iкнас=32 мА

Для исключения нелинейных искажений (НИ) и изменения коэффициента усиления нужно, чтобы выполнялось условие [1, раздел 3.1]:

,

где

- средний статический коэффициент усиления транзистора.

Определим значение параметра h21э, согласно данным из [1, П.1]:

Определим ток iб0, подставив значения:



Анализируя входные характеристики получим что току iб0 = 0,0251 мА, соответствует напряжение Uб0 = 630 мВ.

1. Расчет цепей питания по постоянному току (сопротивлений схемы)

Для определения Rэ запишем уравнение Киргофа для выходной цепи данной схемы, [1, контр, ф. 3.2]:

Еп = Uк0 + URк + URэ,

URэ = Еп - Uк0 - URк,

где

URк = Rк⋅ iк0.

Следовательно, для выбранного режима работы (Uк0, iк0) сопротивление Rк выбирается таким образом, чтобы обеспечить напряжение на сопротивлении Rэ не менее (0,2…0,3)\*Uк0 для обеспечения стабилизации режима работы транзистора.

Ток делителя выбирается из условия iдел ≥ (3…10)\* iб0 =10\*0,0251 = 0,251 мА

Для уменьшения шунтирования сопротивлением Rк входа следующего каскада рекомендуется выбирать его из условия Rк ≥ (2…6)\*Rвх.сл.

Определим Rк = 3\*Rвх = 2\*400 = 900 Ом.

Тогда URк = Rк⋅ iк0 = 900\*4\*10-3 = 3,6 В.

Сопротивление Rэ определяется из уравнения Кирхгофа для выходной цепи транзистора:

Сопротивления резисторов делителя напряжения, создающих смещение в базовой цепи транзистора, определяются из соотношений:





Подставив значения в формулы получим:





По рассчитанным значениям сопротивлений схемы сделаем выборку элементной базы резисторов и сведем данные в таблицу:

|  |  |
| --- | --- |
| Rб1 = 25,244 кОм | МЛТ-2, 26 кОм; 0,5 Вт ±5%. |
| Rб2 = 20,039 кОм | МЛТ-2, 21 кОм; 0,5 Вт ±5%. |
| Rк = 900 Ом | С2-33Н, 1 кОм; 0,125 Вт ±2%. |
| Rэ = 1093,14 кОм | С2-33Н, 1,1 кОм; 0,125 Вт ±2%. |

Дальнейшие расчеты будем проводить подставляя в формулы данные выбранных номиналов сопротивлений.

1. Определение входного сопротивления усилительного каскада

Входное сопротивление определяется с учетом местной обратной связи (МОС), последовательной по входу и параллельной по выходу, возникающей в схеме усилительного каскада:

, Ом.

где

;

;

 – сопротивление нагрузки транзистора по переменному току.

Подставив в формулу значения получим:









1. Расчет стабилизации режима работы транзистора

При расчете усилительных каскадов нестабильность постоянного коллекторного тока производится для наихудшего случая, при максимальных значениях неуправляемого коллекторного тока (Iкб0мах), статического коэффициента усиления тока базы (h21э мах) и заданной температуры окружающей среды (Тс.мах).

Сначала рассчитывается максимальное приращение коллекторного тока без учета действия элементов стабилизации, согласно [1, контр, ф. 13.9]:

Δ iк0 мах = iб0 ·h21э мах + Iкб0 мах·(1 + h21э мах) – iк0

где

Iкб0 мах – неуправляемый обратный ток коллектора, рассчитанный при максимальном значении температуры p–n перехода транзистора.

Значение Тс.мах определим из соотношения [1, контр, ф. 13.10]:

Тп мах = Тс + Rпс·Рк,

где

Рк = Uк0 × iк0 – мощность рассеивания на коллекторе транзистора;

Rпс – тепловое сопротивление переход–среда, которое характеризует степень отвода тепла от p–n перехода в окружающую среду.

Подставив значения в формулу получим:

Рк = 4 ×4·10-3 = 16 мВт

Тп мах = 40 + 0,4 × 16 = 46,4 0С

При повышении температуры Iкб0 значительно возрастает. Для кремниевых транзисторов ток возрастает в 3 раза при увеличении температуры перехода на каждые 10°, согласно [1, контр, ф. 13.11]:

,

где

Т – температура, при которой приведено значение Iкб0 в справочнике.

Подставив значения в формулу получим:

Тогда приращение тока составит:

Δ iк0 мах = iб0 × h21э мах + Iкб0 мах × (1 + h21э мах) – iк0 =

= 0,0251·10-3·250 + 0,5248·10-6·(1 + 250) - 4·10-3 = 2,406 мА.

Приращение коллекторного тока с учетом эмиттерной стабилизации, для чего рассчитывается глубина обратной связи по постоянному току (Fпосл), согласно [1, контр, ф. 13.12]:

,

где

 – сопротивление делителя.

Определим сопротивление делителя:





Так как приращение коллекторного тока ∆iко.эс << iко, усилительный каскад работоспособен.

1. Построение нагрузочной прямой по постоянному току

При построении нагрузочной прямой записывается уравнение Кирхгофа для выходной цепи транзистора по постоянному току, согласно [1, контр, ]:

Еп ≈ Uкэ + iк ⋅ Rн,

где

Rн = Rэ + Rк, Ом

Подставим значения получим:

Rн = Rэ + Rк = 1100+1000 = 2100 Ом

Нагрузочная прямая строится по двум крайним точкам:

1. при Uкэ = 0 iк = Еп / Rн = 12/2100 = 0,0057142 ≈ 5,7142 мА;

2. при iк =0 Uкэ = Еп = 12 В.

Построим нагрузочную прямую, и сделаем выводы:



1. Выводы по работе

Усилительный каскад будет работоспособен, если максимальное изменение тока коллектора не приведет к существенному смещению точки покоя в область насыщения транзистора.

Точка покоя находится на нагрузочной прямой, следовательно, нагрузочная прямая построена верно.

Так как приращение коллекторного тока ∆iко.эс<<iко, усилительный каскад работоспособен.