**Факультет Радиовтуз МАИ**

**Кафедра 44-3 «Аналоговые и цифровые радиоэлектронные системы»**

**Домашнее задание**

**по дисциплине «Схемотехника аналоговых электронных устройств»**

**Введение**

Домашнее задание заключается в расчете параметров усилительного каскада на биполярном транзисторе. Итогом домашнего задания является пояснительная записка с оформленными исходными данными, справочными данными на транзистор, необходимыми расчетами, выводами по проделанной работе. Неотъемлемой частью домашнего задания является оформление пояснительной записки и разработка схемы электрической принципиальной усилительного каскада и перечня элементов к схеме электрической принципиальной, оформленных по требованиям ГОСТ ЕСКД.

Порядок пунктов пояснительной записки должен соответствовать нижеследующей структуре.

**1 Исходные данные**

Варианты заданий и исходные данные для расчета приведены в Приложении 1.

**2 Основные параметры транзистора**

Основные характеристики и параметры выбранного транзистора, необходимые для дальнейших расчетов, выбираются из справочников и могут включать в себя следующее:

- название;

- материал;

- технология изготовления;

- тип проводимости;

- максимально допустимая рассеиваемая мощность коллектора;

- максимально допустимый постоянный ток коллектора;

- обратный ток коллекторного перехода при разомкнутом выводе эмиттера;

- пробивное напряжение коллектор-база при разомкнутой цепи эмиттера;

- граничная частота коэффициента передачи тока в схеме с общим эмиттером;

- коэффициент передачи тока в режиме малого сигнала в схеме с общим эмиттером;

- емкость коллекторного перехода;

- постоянная времени цепи обратной связи коллекторной цепи;

- корпус.

**3 Расчет первичных параметров транзистора**

Расчет первичных параметров транзистора производится для выбранной рабочей точки, определяемой значениями тока коллектора *Iк* и напряжения коллектор-эмиттер *Uкэ*. Обычно значения *Iк* и *Uкэ* приводятся в справочных данных при указании номинальных параметров транзистора.

Для выбранной рабочей точки производится расчет следующих параметров транзистора:

- ток эмиттера *Iэ*;

- дифференциальное сопротивление эмиттерного перехода *rэ*;

- параметр *G*, характеризующий активность транзистора (при минимальном или номинальном значении коэффициента передачи тока в схеме с ОЭ);

- сопротивление растекания базы *rб*;

- дифференциальное сопротивление эмиттерного перехода *rбэ*;

- емкость эмиттерного перехода *Сэ*.

**4 Расчет низкочастотных g-параметров транзистора**

Расчет низкочастотных параметров транзистора заключается в получении следующих параметров:

- входная проводимость *g11*;

- проводимость прямой передачи *g21*; (на низкой частоте *g21* равна крутизне транзистора *S0*);

- выходная проводимость *g22*;

- проводимость обратной передачи *g12*;

- собственная постоянная времени транзистора *τ*;

- граничная частота транзистора *ωs* (*Fs*).

**5 Расчет высокочастотных Y-параметров транзистора**

Расчет высокочастотных параметров транзистора заключается в получении следующих параметров:

- входная проводимость *Y11(ω)*;

- проводимость прямой передачи *Y21(ω)*;

- проводимость обратной передачи *Y12(ω)*;

- выходная проводимость *Y22(ω)*.

**6 Расчет элементов, обеспечивающих режим работы усилительного каскада по постоянному току и температурную стабильность**

Расчет заключается в определении следующих параметров:

- напряжение на эмиттере *Uэ*;

- сопротивление в цепи эмиттера *Rэ*;

- коэффициент температурного сдвига *αТ*;

- тепловое смещение входных характеристик *ΔUбТ*;

- изменение обратного тока коллектора под влиянием температуры *ΔIкб0*;

- ток делителя *Iдел* и ток базы *Iб*;

- напряжение на переходе база-эмиттер *Uэб*;

- сопротивления делителя в цепи базы *Rб1* и *Rб2*;

- эквивалентное сопротивление делителя в цепи базы *Rб*;

- входное сопротивление транзистора *rвх*;

- абсолютная нестабильность тока коллектора при выбранном режиме *ΔIк*;

- относительная нестабильность тока коллектора при выбранном режиме *ν*.

По результатам расчетов проводится проверка на соответствие требованиям исходных данных: полученное значение нестабильности тока коллектора должно быть меньше заданного.

**7 Расчет сопротивления резистора в цепи коллектора**

Расчет сопротивления *Rк* в цепи коллектора заключается в определении минимально и максимально допустимых значений. Значение *Rк* выбирается из полученного интервала значений.

**8 Проверка параметров усиления на соответствие заданным**

По результатам расчетов параметров и элементов усилительного каскада проводится проверка на соответствие требованиям, установленным в исходных данных. Проверка осуществляется по расчетам следующих параметров:

- эквивалентная проводимость нагрузки ;

- коэффициент усиления на средних частотах ;

- постоянная времени на высоких частотах ;

- верхняя граничная частота.

По результатам расчетов проводится проверка на соответствие требованиям исходных данных:

- полученное значение коэффициента усиления должно быть больше заданного;

- полученное значение верхней граничной частоты должно быть больше заданного.

**9 Расчет мощности, рассеиваемой на резисторах и транзисторе**

Определяются следующие параметры:

- рассеиваемая на коллекторе транзистора мощность;

- мощность, рассеиваемая на всех резисторах схемы;

- мощность, потребляемая всем усилителем от источника.

По результатам расчетов проводится:

- проверка рассеиваемой мощности на транзисторе на соответствие исходным данным;

- выбор номинальной мощности резисторов схемы.

**10 Разработка схемы электрической принципиальной**

В соответствии с требованиями ГОСТ ЕКСД требуется начертить схему электрическую принципиальную рассчитанного усилительного каскада (формат А4) и составить перечень элементов к ней.

Децимальные номера в документах должны соответствовать формату:

ВТУЗ.РЗ302БК.0ХХ,

где ХХ - номер варианта.

**11 Расчет двухкаскадного усилителя**

В соответствии с методикой, приведенной в [1] произвести расчет двухкаскадного усилителя, состоящего из последовательного соединения двух копий ранее рассчитанного каскада.

**12 Выводы**

В разделе формулируются выводы по проделанной работе, а также анализируется соответствие рассчитанных параметров усилительного каскада исходным требованиям.

**Рекомендуемая литература.**

1. Расчет усилительных устройств: Учеб. пособие / В.И. Давидич, Ю.Т. Давыдов, Ю.Ю. Мартюшев, Б.М. Породин, А.Н. Харламов; Под ред. Ю.Т. Давыдова. - М.: Изд-во МАИ, 1993. - 76 с.: ил.

2. Справочники по полупроводниковым транзисторам.

3. ГОСТ 2.104-68.

4. ГОСТ 2.105-68.

5. ГОСТ 2.701-84.

Приложение 1.

Таблица 1. Исходные данные

|  |  |
| --- | --- |
| № варианта | Исходные данные |
| Транзистор | Eк, [В] | К0 | Iксред, [мА] | Rпот, [кОм] | Спот, [пФ] | Смонт, [пФ] | Нестабильность тока коллектора, ν | Тmin, [ºC] | Tmax, [ºC] | T0, [ºC] | fв, [МГц] |
| 0 | 2SC390 | 9 | 10 | 5 | 6.2 | 3 | 4 | 0.1 | -40 | +50 | 20 | 8 |
| 1 | BFX73 | 12 | 10 | 3 | 5.1 | 2 | 3 | 0.11 | -30 | +60 | 20 | 6 |
| 2 | КТ325А | 10 | 11 | 4 | 7.5 | 4 | 4 | 0.15 | -30 | +50 | 18 | 7 |
| 3 | 2N2615 | 8 | 8 | 6 | 10 | 5 | 5 | 0.09 | -40 | +50 | 19 | 5 |
| 4 | 2N2708 | 9 | 4 | 7 | 9.1 | 2 | 3 | 0.1 | -20 | +60 | 20 | 6 |
| 5 | 2N2615 | 11 | 5 | 4 | 6.8 | 6 | 6 | 0.08 | -30 | +50 | 23 | 8 |
| 6 | КТ368А | 7 | 7 | 5 | 10 | 4 | 5 | 0.12 | -30 | +30 | 21 | 8 |
| 7 | КТ326АМ | 12 | 10 | 10 | 7.5 | 5 | 3 | 0.1 | -40 | +30 | 25 | 7 |
| 8 | 2SC390 | 13 | 6 | 3 | 11 | 3 | 4 | 0.09 | -20 | +40 | 20 | 5 |
| 9 | BFX73 | 10 | 4 | 7 | 6.8 | 2 | 4 | 0.07 | -20 | +30 | 20 | 3 |
| 10 | КТ326БМ | 9 | 9 | 5 | 6.2 | 7 | 5 | 0.14 | -40 | +60 | 21 | 4 |
| 11 | 2N2708 | 14 | 3 | 8 | 5.1 | 6 | 6 | 0.13 | -40 | +50 | 23 | 4 |
| 12 | КТ326БМ | 11 | 0 | 10 | 8.2 | 2 | 4 | 0.1 | -40 | +40 | 22 | 6 |
| 13 | BFS62 | 8 | 7 | 5 | 7.5 | 5 | 7 | 0.08 | -10 | +50 | 22 | 5 |
| 14 | КТ326АМ | 12 | 8 | 6 | 9.1 | 3 | 3 | 0.09 | -10 | +40 | 25 | 3 |
| 15 | 2SC390 | 13 | 11 | 4 | 5.1 | 8 | 5 | 0.13 | -30 | +40 | 18 | 3 |
| 16 | КТ368А | 7 | 3 | 7 | 9.1 | 3 | 2 | 0.11 | -40 | +50 | 19 | 6 |
| 17 | BFS62 | 10 | 5 | 3 | 12 | 3 | 4 | 0.1 | -20 | +60 | 20 | 7 |
| 18 | 2N2615 | 15 | 12 | 8 | 5.1 | 5 | 6 | 0.07 | -10 | +30 | 17 | 5 |
| 19 | КТ325А | 9 | 4 | 5 | 6.2 | 9 | 3 | 0.14 | -40 | +60 | 22 | 4 |
| 20 | 2N2708 | 11 | 6 | 6 | 8.2 | 7 | 7 | 0.1 | -30 | +50 | 20 | 7 |
| 21 | KT326БМ | 12 | 7 | 5 | 7.5 | 6 | 5 | 0.12 | -40 | +40 | 23 | 3 |
| 22 | BFX73 | 8 | 5 | 4 | 7.5 | 8 | 7 | 0.12 | -50 | +50 | 23 | 6 |
| 23 | КТ368А | 13 | 10 | 6 | 9.1 | 2 | 4 | 0.11 | -30 | +40 | 24 | 5 |
| 24 | BFS62 | 16 | 13 | 8 | 5.1 | 5 | 6 | 0.09 | -40 | +50 | 17 | 8 |
| 25 | КТ368А | 9 | 4 | 9 | 6.8 | 3 | 5 | 0.1 | -30 | +50 | 18 | 2 |
| 26 | 2N3600 | 18 | 14 | 5 | 6.2 | 4 | 3 | 0.13 | -40 | +60 | 20 | 3 |
| 27 | КТ368А | 10 | 5 | 10 | 4.7 | 8 | 4 | 0.15 | -50 | +60 | 21 | 7 |
| 28 | КТ326АМ | 11 | 8 | 5 | 5.1 | 2 | 7 | 0.14 | -40 | +50 | 22 | 7 |
| 29 | 2N918 | 15 | 12 | 3 | 13 | 4 | 5 | 0.09 | -50 | +50 | 18 | 8 |
| 30 | КТ325А | 12 | 10 | 6 | 6.8 | 6 | 6 | 0.08 | -30 | +40 | 20 | 5 |

Таблица 2. Варианты заданий.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Ф.И.О. | № варианта |  |  |
| 1 | Архангельский Кирилл Иванович | 1 |  |  |
| 2 | Анисимов Александр Сергеевич | 2 |  |  |
| 3 | Арчуков Александр Валерьевич | 3 |  |  |
| 4 | Волков Андрей Рудольфович | 4 |  |  |
| 5 | Завгородний Алексей Михайлович | 5 |  |  |
| 6 | Земцов Егор Николаевич | 6 |  |  |
| 7 | Климов Александр Евгеньевич | 7 |  |  |
| 8 | Ковалева Анастасия Леонидовна | 8 |  |  |
| 9 | Копыленков Кирилл Александрович | 9 |  |  |
| 10 | Куликов Олег Юрьевич | 10 |  |  |
| 11 | Лазарев Руслан Владимирович | 11 |  |  |
| 12 | Паткин Антон Евгеньевич | 12 |  |  |
| 13 | Печурин Дмитрий Олегович | 13 |  |  |
| 14 | Решетов Владимир Станиславович | 14 |  |  |
| 15 | Рогачев Кирилл Александрович | 15 |  |  |
| 16 | Саетов Эльдар Дилифович | 16 |  |  |
| 17 | Сигаев Денис Юрьевич | 17 |  |  |
| 18 | Титовская Полина Игоревна | 18 |  |  |
| 19 | Фатеев Алексей Витальевич | 19 |  |  |
| 20 | Царёв Андрей Вячеславович | 20 |  |  |
| 21 | Шиленков Алексей Викторович | 21 |  |  |