

ЗАДАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНО-КУРСОВОЙ РАБОТЫ

ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ УСИЛИТЕЛЬНОГО КАСКАДА НА БИПОЛЯРНОМ ТРАНЗИСТОРЕ

1. Цель и задачи контрольно-курсовой работы

Изучение структуры, принципов действия и способов построения усилительных каскадов. Освоение методики расчета каскадов с емкостной связью в статическом режиме по постоянному току и в динамическом режиме работы по переменному току. Отработка анализа работы каскадов графоаналитическим методом по нагрузочным и статическим характеристикам транзисторов, а также аналитическим методом с помощью схем замещения. Исследование зависимости усилительных свойств каскада от параметров элементов схемы и параметров статического режима.

2. Подготовка к выполнению контрольно-курсовой работы

Изучить принцип работы усилительных каскадов с емкостной связью на транзисторах, режимы работы транзисторов в усилительных каскадах, способы обеспечения рабочих режимов. Уметь проводить расчет и анализ работы каскадов графоаналитическим методом по нагрузочным и статическим характеристикам транзисторов, рассчитывать коэффициенты усиления по напряжению, по току, входное и выходное сопротивление, а также аналитическим методом с помощью схем замещения. Уметь определять и анализировать зависимость усилительных свойств каскадов от параметров транзисторов и элементов схемы.

3. Исходные данные к контрольно-курсовой работе

Схема усилительного каскада на биполярном транзисторе, включенном по схеме с ОЭ, приведена на рис. 1.

В качестве исходных данных для анализа и расчета усилительного каскада заданы:

- тип биполярного транзистора;
- напряжение питания - E_k ;
- параметры статического режима - $U_{кэ}^0$, I_k^0 ;
- сопротивление нагрузки - R_H .

Исходные данные приведены в таблице и выбираются студентами в соответствии с номером по списку.

На основе этих данных требуется провести графоаналитический анализ и расчет усилительного каскада, определить значение параметров его элементов, необходимое смещение, основные усилительные параметры для области средних частот:

- требуемое сопротивление резистора в коллекторной цепи R_k ;
- ток смещения базы $I_{\bar{б}}^0$ и напряжение смещения базы $U_{\bar{бэ}}^0$, обеспечивающие заданный статический режим;
- необходимое сопротивление резистора в цепи смещения базы $R_{\bar{б}}$;
- максимальную амплитуду выходного усиленного напряжения $U_{нм}$;
- максимальную амплитуду переменной составляющей тока коллектора $I_{км}$;
- максимальную амплитуду выходного тока нагрузки $I_{нм}$;
- амплитуду требуемого входного напряжения $U_{вхм}$ и тока $I_{вхм}$, обеспечивающих максимальную амплитуду выходного сигнала;
- графики синусоидальных колебаний сигналов входного напряжения и тока, а также сигналов выходного усиленного напряжения, тока коллектора и нагрузки;
- коэффициент усиления каскада по напряжению $K_u = U_{нм} / U_{вхм}$;
- коэффициент усиления каскада по току $K_i = I_{нм} / I_{вхм}$;
- коэффициент усиления каскада по мощности $K_p = I_{нм} \cdot U_{нм} / I_{вхм} \cdot U_{вхм}$;
- входное сопротивление каскада $R_{вх}$;
- выходное сопротивление каскада $R_{вых}$.

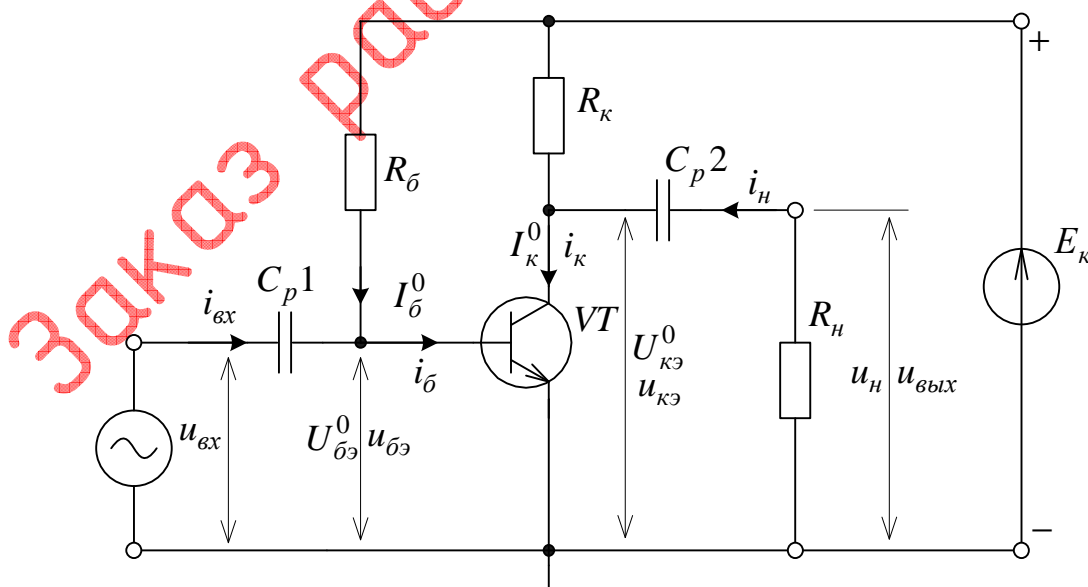


Рис. 1. Усилительный каскад на биполярном транзисторе с ОЭ

4. Программа работы и методические указания по ее выполнению

При выполнении контрольно-курсовой работы необходимо выполнить следующие основные этапы.

1. Постановка задачи и анализ исходных данных.
2. Нарисовать схему усилительного каскада, пояснить назначение ее элементов и принцип работы.
3. Для заданного типа транзистора, пользуясь справочником по транзисторам, построить семейство выходных характеристик в диапазоне напряжений $U_{кэ} = 0 \div E_k$ и в диапазон токов $I_k = 0 \div 2I_k^0$, выбрав и указав соответствующий масштаб по осям.
4. Построить входную характеристику, соответствующую активному режиму работы транзистора ($U_{кэ} = 5 \text{ В}$), указав масштаб по осям с учетом диапазона изменения тока базы.
5. Рассчитать величину коллекторного сопротивления R_k исходя из заданного напряжения питания E_k и обеспечения заданного напряжения покоя $U_{кэ}^0$ в статическом режиме.
6. На графике семейства выходных характеристик построить нагрузочную прямую по постоянному току, определить и отметить положение рабочей точки транзистора **A** в режиме покоя, соответствующее заданным постоянным составляющим напряжения и тока коллектора $U_{кэ}^0$, I_k^0 . Рассчитать мощность, выделяемую на транзисторе $P_k = U_{кэ}^0 \cdot I_k^0$.
7. По положению рабочей точки покоя на выходных характеристиках определить необходимый постоянный ток смещения базы I_b^0 , обеспечивающий заданный статический режим.
8. Указать положение рабочей точки покоя **A'** на входной характеристике транзистора и графически определить постоянное напряжения смещения между базой и эмиттером $U_{бэ}^0$, обеспечивающее заданный статический режим.
9. Рассчитать величину необходимого сопротивления резистора в цепи смещения базы R_b , обеспечивающего необходимое смещение в цепи базы I_b^0 , $U_{бэ}^0$.
10. На графике семейства выходных характеристик построить нагрузочную прямую по переменному току (по усиливаемому сигналу), проходящую через точку покоя **A** и соответствующую точку на оси напряжений $U_{кэ} = U_{кэ}^0 + (E_k - U_{кэ}^0)R_n / (R_k + R_n)$.
11. Отметить на этой нагрузочной прямой крайнее верхнее **A_в** и крайнее нижнее **A_н** положения рабочих точек, соответствующих максимальным амплитудным значениям колебаний переменной

составляющей тока коллектора при усилении сигнала $I_{кт} = 0,9I_{к}^0$
 $A_{э} \Leftrightarrow I_{к\max} = I_{к}^0 + I_{кт}$, $A_{н} \Leftrightarrow I_{к\min} = I_{к}^0 - I_{кт}$.

12. Определить графически амплитуду колебаний переменной составляющей напряжения на коллекторе и соответственно на выходе каскада $U_{кэ\text{т}} = U_{вых\text{т}} = U_{н\text{т}}$ по положению крайних рабочих точек $A_{э}$ и $A_{н}$ относительно точки покоя A .

13. Проверить полученное значение $U_{кэ\text{т}}$ аналитически $U_{кэ\text{т}} = I_{кт}R_{кн}$, где $R_{кн} = R_{к} \parallel R_{н} = R_{к}R_{н}/(R_{к} + R_{н})$ - сопротивление коллекторной цепи для переменной составляющей тока коллектора.

14. Определить графически амплитуду колебаний тока нагрузки $I_{н\text{т}}$ и проверить ее аналитически $I_{н\text{т}} = U_{н\text{т}}/R_{н}$.

15. Указать на входной характеристике транзистора крайние положения рабочих точек $A'_{э}$, $A'_{н}$ и графически определить максимальные и минимальные значения тока базы $I_{б\max}$, $I_{б\min}$ и напряжения база эмиттер $U_{бэ\max}$, $U_{бэ\min}$, соответствующие рабочим точкам $A'_{э}$ и $A'_{н}$.

16. Определить амплитуду переменной составляющей напряжения база эмиттер транзистора и входного напряжения каскада $U_{вх\text{т}} = U_{бэ\text{т}} = (U_{бэ\max} - U_{бэ\min})/2$.

17. Определить амплитуду переменной составляющей тока базы транзистора и входного тока каскада $I_{вх\text{т}} = I_{б\text{т}} = (I_{б\max} - I_{б\min})/2$.

18. Рассчитать коэффициент усиления каскада по напряжению $K_u = U_{н\text{т}}/U_{вх\text{т}}$.

19. Рассчитать коэффициент усиления каскада по току $K_i = I_{н\text{т}}/I_{вх\text{т}}$.

20. Рассчитать коэффициент усиления каскада по мощности $K_p = P_{н}/P_{вх}$, где $P_{н} = I_{н\text{т}} \cdot U_{н\text{т}}/2$, $P_{вх} = I_{вх\text{т}} \cdot U_{вх\text{т}}/2$.

21. Рассчитать входное сопротивление каскада $R_{вх} = h_{11} \parallel R_{б} \approx h_{11} = U_{вх\text{т}}/I_{вх\text{т}}$.

22. Рассчитать выходное сопротивление каскада $R_{вых} = R_{к} \parallel (1/h_{22}) \approx R_{к}$.

23. Рассчитать мощность потребляемую каскадом от источника питания $P_0 = (I_{к}^0 + I_{б}^0) \cdot E_{к}$ и коэффициент полезного действия каскада $\eta = P_{н}/P_0$.

24. Построить графики при синусоидальных колебаниях сигналов:
- входного напряжения $u_{вх}(t)$ и тока $i_{вх}(t)$,
- напряжения $U_{бэ}(t) = U_{бэ}^0 + u_{бэ}(t)$ и тока $I_{б}(t) = I_{б}^0 + i_{б}(t)$ в цепи базы,
- напряжения $U_{кэ}(t) = U_{кэ}^0 + u_{кэ}(t)$ и тока $I_{к}(t) = I_{к}^0 + i_{к}(t)$ в цепи коллектора,
- выходного усиленного напряжения $u_{вых}(t) = u_{н}(t)$, и тока нагрузки $i_{н}(t)$.

25. Сделать выводы о параметрах и усилительных свойствах каскада на биполярном транзисторе, включенном по схеме с общим эмиттером.

Пример представления выходных и входных характеристик транзистора и графического определения параметров сигналов в усилительном каскаде показан на рис. 1 и рис. 2.

На рис. 1 показаны выходные характеристики транзистора КТ603Б и нагрузочные прямые, рабочие точки, уровни тока и напряжения покоя, предельные максимальные амплитуды колебаний тока и напряжения коллектора и нагрузки.

На рис. 2 показаны входные характеристики транзистора КТ603Б, рабочие точки, уровни тока и напряжения смещения базы, амплитуды входного тока и напряжения.

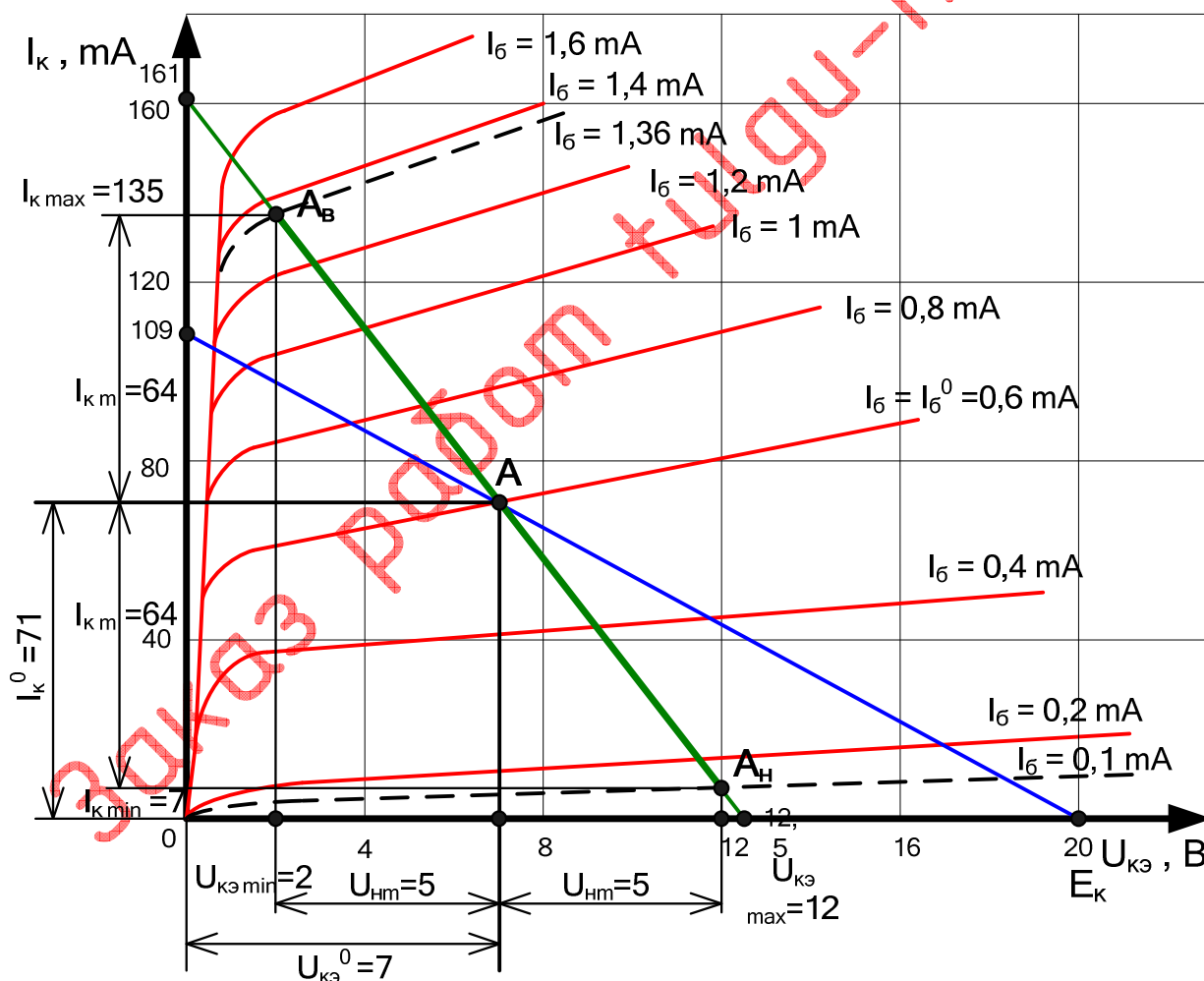


Рис. 2. Выходные характеристики транзистора КТ603Б и нагрузочные прямые

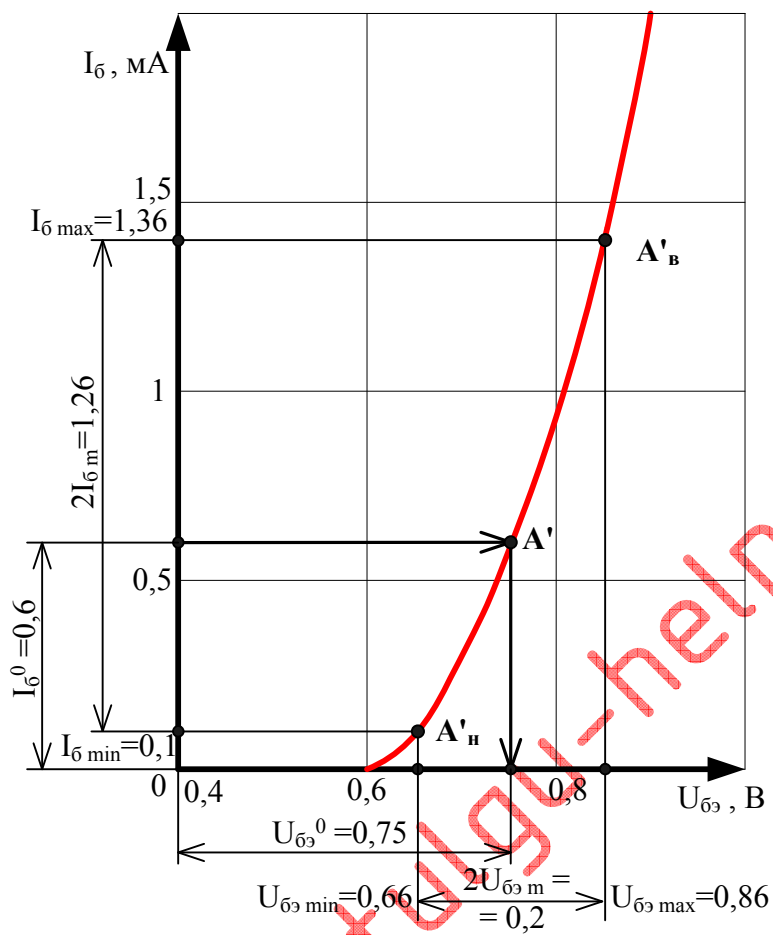


Рис. 2. Входные характеристики и рабочие точки транзистора КТ603Б

**Исходные данные к контрольно-курсовой работе
гр. 220911**

№ п/п	$E_k, В$	$U_{кэ}^0, В$	$I_k^0, мА$	$R_H, кОм$	Тип транзистора
1.	12	5,4	14	0,94	КТ312Б
2.	14	6,2	14	1,10	КТ312Б
3.	16	7,0	14	1,25	КТ312Б
4.	18	7,8	14	1,45	КТ312Б
5.	20	8,6	14	1,60	КТ312Б
6.	22	9,4	14	1,80	КТ312Б
7.	12	5,4	16	0,80	КТ312Б
8.	14	6,2	16	0,95	КТ312Б
9.	16	7,0	16	1,10	КТ312Б
10.	18	7,8	16	1,25	КТ312Б
11.	20	8,6	16	1,40	КТ312Б
12.	22	9,4	16	1,55	КТ312Б
13.	12	5,4	18	0,7	КТ312Б
14.	14	6,2	18	0,85	КТ312Б
15.	16	7,0	18	1,0	КТ312Б
16.	18	7,8	18	1,1	КТ312Б
17.	20	8,6	18	1,25	КТ312Б
18.	22	9,4	18	1,4	КТ312Б
19.	12	5,4	20	0,65	КТ312Б
20.	14	6,2	20	0,75	КТ312Б
21.	16	7,0	20	0,9	КТ312Б
22.	18	7,8	20	1,0	КТ312Б
23.	20	8,6	20	1,1	КТ312Б
24.	22	9,4	20	1,25	КТ312Б
25.	12	5,4	22	0,6	КТ312Б
26.	14	6,2	22	0,7	КТ312Б
27.	16	7,0	22	0,8	КТ312Б
28.	18	7,8	22	0,9	КТ312Б
29.	20	8,6	22	1,0	КТ312Б
30.	22	9,4	22	1,1	КТ312Б