

МИНОБРНАУКИ РФ

Нижекамский химико-технологический институт (филиал)

Государственного образовательного учреждения высшего профессионального
образования

Казанский национальный исследовательский технологический университет

«УТВЕРЖДАЮ»
Зав. кафедрой ЭТЭОП
доцент Н. И. Горбачевский

« _____ » _____ 2012г.

Информационно-измерительная техника и электроника

Контрольная работа

ЧАСТЬ 1

для студентов дневного отделения

специальности 140211 «Электроснабжение»

Нижекамск 2012

Правила оформления контрольных работ

Контрольная работа состоит из расчетно-графических работ по разделам «Усилители постоянного и переменного тока» и «Операционные усилители».

Расчетно-графическая работа оформляется в 12 листовой тетради. Задания переписываются полностью так, как они даны в задании со схемами, решения сопровождаются подробными пояснениями, графические построения выполняются карандашом либо могут быть распечатаны на принтере с использованием программных обеспечений Microsoft Excel, MathCad и т.д..

Контрольная работа является материалом для принятия у студента зачета и основным квалификационным требованием для допуска к сдаче экзамена.

Вариант контрольного задания определяется порядковым номером студента по зачетке.

Задание 1

Расчет каскада однотактного транзисторного усилителя мощности по схеме с ОЭ

Расчитать каскад усиления однотактного транзисторного УМ по схеме ОЭ и определить следующие параметры устройства:

1. Тип транзистора и его характеристики,
2. Сопротивление в цепи эмиттера R_3 ,
3. Емкость конденсатора C_3 ,
4. Сопротивления R_1 и R_2 ,
5. Коэффициент усиления по мощности k_p ,
6. Коэффициент трансформации трансформатора k_T ,
7. Сопротивления первичной и вторичной обмоток трансформатора связи,
8. Индуктивность L_1
9. Площадь поверхности охлаждающего радиатора, если необходимо.

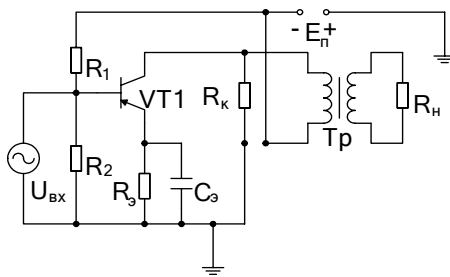


Рис.1 – Принципиальная схема каскада усиления

Варианты заданий для самостоятельного расчета усилительного каскада с трансформаторной связью приведены в таблице 1.

Таблица 1

№ п/п	$P_{\text{вых}}$, МВт	$R_{\text{п}}$, Ом	$f_{\text{п}}$, кГц	$E_{\text{п}}$, В
1	180	3	15	8
2	190	6	20	10
3	200	4	25	6
4	250	8	30	12
5	220	4	35	8
6	500	16	45	10
7	300	4	50	12
8	500	8	40	6
9	600	6	60	12
10	550	8	35	6
11	230	4	45	8
12	140	3	15	10
13	150	6	18	12
14	160	8	26	6
15	260	2	32	8
16	220	4	16	8
17	230	6	7	6
18	245	8	8	12
19	380	10	10	10
20	280	3	15	8
21	200	6	20	10
22	200	4	25	6
23	210	8	30	12
24	250	4	35	8
25	380	16	45	10
26	360	4	50	12
27	250	8	40	6
28	270	6	60	12
29	280	8	35	6
30	120	4	45	8
31	250	3	15	10
32	220	6	18	12
33	240	8	26	6
34	360	2	32	8
35	270	4	16	8
36	250	6	7	6
37	350	8	8	12
38	360	10	10	10
39	260	4	12	8
40	240	4	25	6
41	260	8	30	12
42	270	4	35	8
43	390	16	45	10
44	240	4	50	12
45	250	8	40	6

Пример выполнения задания 1

Рассчитать каскад усиления одноконтурного транзисторного УМ по схеме ОЭ и определить следующие параметры устройства:

10. Тип транзистора и его характеристики,
11. Сопротивление в цепи эмиттера R_3 ,
12. Емкость конденсатора C_3 ,
13. Сопротивления R_1 и R_2 ,
14. Коэффициент усиления по мощности k_p ,
15. Коэффициент трансформации трансформатора k_T ,
16. Сопротивления первичной и вторичной обмоток трансформатора связи,
17. Индуктивность L_1
18. Площадь поверхности охлаждающего радиатора, если необходимо.

Расчетные данные:

1. Мощность на выходе каскада $P_{\text{вых}}=190$ мВт
2. Сопротивление нагрузки $R_n=8$ Ом
3. Нижняя граничная частота $f=10$ кГц
4. $E_n=9$ В.

Схема устройства приведена на рис. 1

Решение.

1. Для выбора типа транзистора предварительно определим следующие параметры транзистора.

Мощность, рассеиваемую транзистором:

$$P_0 = \frac{P_{\text{вых}}}{\eta_K \eta_T} = \frac{0,190}{0,4 \cdot 0,8} = 0,6 \text{ Вт},$$

где $\eta_K=0,035...0,45$ – коэффициент использования транзистора, η_T – КПД трансформатора, $\eta_T=0,7...0,9$.

Падение напряжения на активном сопротивлении первичной обмотки трансформатора:

$$\Delta U = U_{r_{T1}} + U_{R_3} = (0,2 \div 0,3) E_n = 0,25 \cdot 9 = 2,25 \text{ В}.$$

Наибольшее возможное напряжение на коллекторе транзистора:

$$U_{\text{к.э.м.}} \approx (E_n - \Delta U) / \eta_K = (9 - 2,25) / 0,4 = 16,875 \text{ В}$$

Выбираем по полученным значениям P_0 и $U_{\text{к.э.м.}}$ из справочника транзистор ГТ 402А: по условиям: 1) $P_0 \leq P_{\text{доп}}$, где $P_{\text{доп}}$ – максимальная допустимая мощность рассеяния транзистора, 2) $U_{\text{к.э.м.}} \leq U_{\text{к.э.доп.}}$, где $U_{\text{к.э.доп.}}$ – максимально допустимое напряжение между коллектором и эмиттером.

Выбираем транзистор $P_{\text{доп}} = 600$ мВт, $U_{\text{к.э.доп.}} = 25$ В, Определяем из справочника основные параметры транзистора и его статические характеристики (рис.1, рис.2):

$I_{\text{к.доп}} = 0,5$ А - допустимый ток коллектора

$\beta_{\text{min}} = h_{21Э} = 30$; - коэффициент передачи тока транзистора в схеме ОЭ,

$R_{г.к.} = 0,1 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{МВт}$ – тепловое сопротивление коллекторного перехода,
 $T_{пер.мах} = 85^\circ\text{C}$ – максимальная допустимая температура коллекторного перехода.

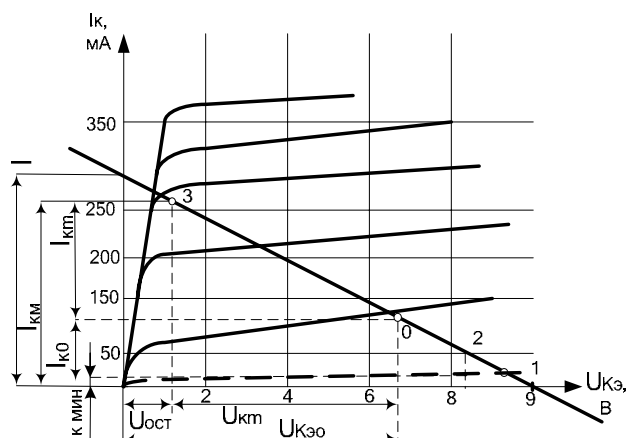


Рис. 2 – Выходные статические характеристики транзистора ГТ402А.

2. На выходных стат. характеристиках (рис.1) находим положение точки покоя т.0, для этого определяем напряжение на коллекторе $U_{кэ0}$ при $U_{вх}=0$ и ток покоя коллектора $I_{к0}$:

$$U_{кэ0} = E_{п} - \Delta U = 9 - 2,25 = 6,75 \text{ В},$$

$$I_{к0} = \frac{P_0}{U_{кэ0}} = \frac{0,6}{6,75} = 0,09 \text{ А} = 90 \text{ мА}.$$

Далее находим точку 1 при $U_{кэ} = E_{п} = 9 \text{ В}$; $I_{к} = 0$. Через т.0 и 1 проводим нагрузочную прямую.

Для определения рабочего участка задаемся остаточным напряжением, принимая $U_{ост} = 1 \text{ В}$ и наименьшим током коллектора $I_{к.мин} \geq I_{к.н}$ (точка 2), где $I_{к.н}$ – начальный ток коллектора, обычно дается в справочнике. Если $I_{к.н}$ не дано можно без существенной ошибки принять $I_{к.н} = 10 \dots 50 \text{ мА}$.

По величине остаточного напряжения определяем максимальное значение тока коллектора $I_{к.м}$ (точка 3) с условием $I_{к.м} < I_{к.доп.}$.

Таким образом рабочий участок находится находится между точками 2 и 3.

Наибольшая величина тока коллектора:

$$I_{к.м.} = 260 \text{ мА} < I_{к.доп.} = 0,5 \text{ А}$$

Определим параметры усиливаемого сигнала.

Наибольшая амплитуда выходного напряжения сигнала:

$$U_{к.м.} = U_{к.э.0} - U_{ост} = 6,75 - 1 = 5,75 \text{ В}$$

Наибольшая амплитуда выходного тока сигнала:

$$I_{к.м} = I_{к.м} - I_{к0} = 260 - 90 = 170 \text{ мА}$$

Определим мощность сигнала на выходе каскада, при правильно выбранном режиме

должно выполняться условие $P_{кас} \geq \frac{P_{вых}}{\eta_t}$:

$$P_{кас} = \frac{2U_{к.т.} \cdot 2I_{км}}{8} = \frac{2 \cdot 5,75 \cdot 2 \cdot 0,17}{8} = 0,488 \text{ Вт.}$$

$$\frac{P_{вых}}{\eta_t} = \frac{0,19}{0,8} = 0,238 \text{ Вт.}$$

Как видно из полученных соотношений, условие выполняется. Если это условие не выполняется, то увеличивают наклон прямой (значение I берут большим).

Далее рассчитаем наибольшее и наименьшее значения входного тока (входным током является ток базы I_B) и отмечаем эти значения на входной статической характеристике при $U_{кэ}=5$ В (рис. 2):

$$I_{б.мин} = \frac{I_{к.мин}}{\beta_{мин}} = \frac{0,01}{30} = 0,33 \cdot 10^{-3} \text{ А}$$

$$I_{б.м} = \frac{I_{к.м}}{\beta_{мин}} = \frac{0,26}{30} = 8,6 \cdot 10^{-3} \text{ А}$$

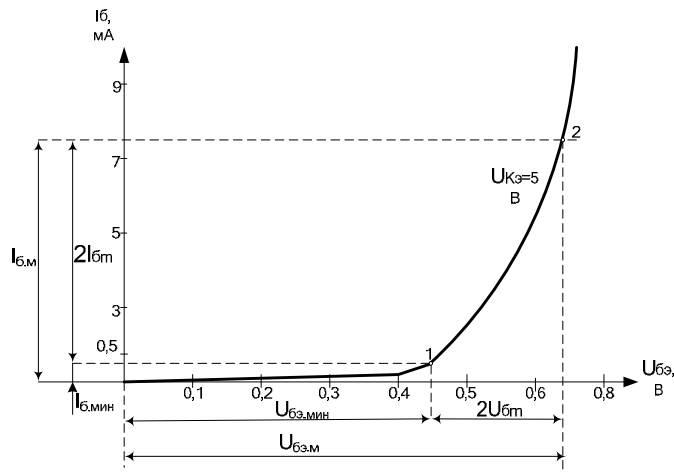


Рис. 3 – Входная статическая характеристика транзистора ГТ402Б

По т. 1 и 2 входной характеристики находим наибольшее и наименьшее напряжение на базе ($U_{бэ.м}$ и $U_{бэ.мин}$), а также наибольшую амплитуду напряжения и тока входного сигнала $U_{бэ.м}$ и $I_{б.м}$:

$$U_{бэ.м} = 0,68 \text{ В, } U_{бэ.мин} = 0,45 \text{ В,}$$

$$U_{бэ.м} = 0,5 (U_{бэ.м} - U_{бэ.мин}) = 0,5(0,68 - 0,45) = 0,115 \text{ В,}$$

$$I_{б.м} = I_{б.м} - I_{б.мин} = 8,6 - 0,33 = 8,27 \text{ мА.}$$

Мощность входного сигнала:

$$P_{вх} = \frac{2U_{бэ.м} \cdot 2I_{б.м}}{8} = \frac{2 \cdot 0,115 \cdot 2 \cdot 8,27}{8} = 0,475 \text{ мВт.}$$

Входное сопротивление транзистора переменному току:

$$R_{вх} = \frac{2U_{бэ.м}}{2I_{б.м}} = \frac{2 \cdot 0,115}{2 \cdot 8,27} = 13,9 \text{ Ом.}$$

$$3. \text{ Сопротивление цепи эмиттера } R_3 = \frac{U_{R_3}}{I_{к0}} = \frac{0,9}{0,09} = 10 \text{ Ом}$$

где $U_{R_3} = (0,3 \div 0,5)\Delta U = 0,4\Delta U = 0,4 \cdot 2,25 = 0,9B$

4. Емкость конденсатора C_3 , определим из выражения:

$$C_3 \geq \frac{1}{2\pi f_n R_3} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 10 \cdot 3,125} = 5 \cdot 10^{-3} \Phi$$

При C_3 более 30 мкФ блокировочный конденсатор можно не применять.

5. Сопротивление делителя переменному току выбирается из условия:

$$R_{1-2} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \geq (8 \div 12)R_{\text{ex}} = (8 \div 12) \cdot 13,9 = 111,2 \dots 166,8 \text{ Ом}; \text{ принимаем } R_{1-2} = 150 \text{ Ом, тогда}$$

$$R_1 = \frac{E_{II} \cdot R_{12}}{I_{к0} R_3} = \frac{9 \cdot 150}{0,09 \cdot 10} = 1,5 \cdot 10^3 = 1,5 \text{ кОм,}$$

$$R_2 = \frac{E_{II} \cdot R_{12}}{R_1 - R_{1-2}} = \frac{9 \cdot 150}{1500 - 150} = 1 \text{ Ом.}$$

6. Коэффициент усиления каскада по мощности:

$$K_p = \frac{P_{\text{вых}}}{P_{\text{ex}}} = \frac{0,19}{0,475 \cdot 10^{-3}} = 400$$

Для расчета коэффициента трансформации k_T по наклону нагрузочной прямой определяют величину сопротивления коллекторной нагрузки переменному току:

$$R_K = \frac{U_{K.ЭМ}}{I} = \frac{16,875}{0,27} = 62,5 \text{ Ом}$$

$$k_T = \sqrt{\frac{R_n}{R_K \eta_T}} = \sqrt{\frac{8}{62,5 \cdot 0,8}} = 0,4$$

8. Сопротивления обмоток выходного трансформатора:

$$r_{T1} = 0,5R_K(1 - \eta_T) = 0,5 \cdot 62,5 \cdot (1 - 0,8) = 6,25 \text{ Ом,}$$

$$r_{T2} = 0,5R_K \frac{1 - \eta_T}{\eta_T} = 0,5 \cdot 62,5 \cdot \frac{1 - 0,8}{0,8} = 7,8 \text{ Ом}$$

9. Индуктивность первичной обмотки:

$$L_1 = \frac{R_n + r_{T2}}{2\pi f_n n^2 \sqrt{M_n^2 - 1}} = \frac{8 + 7,8}{2 \cdot 3,14 \cdot 10000 \cdot 0,4^2 \cdot \sqrt{1,3^2 - 1}} = 9,3 \cdot 10^{-4} \text{ Гн}$$

M_n - коэффициент искажения, $M_n = 1,3$

10.Площадь охлаждения радиатора:

$$S_{ox} = \frac{(1200 \div 1500)P_0}{T_{пер.маx} - T_{ср.м} P_0 R_{TK}} = \frac{1400 \cdot 0,6}{85 - 30 \cdot 0,6 \cdot 0,1} = \frac{840}{83,2} \approx 10,1 \text{ см}^2$$

где $T_{ср.м}$ - наибольшая средняя температура окружающей среды, принимаем $T_{ср.м} = 30 \text{ }^\circ\text{C}$.

Список рекомендуемой литературы:

1. Информационно-измерительная техника и электроника, под редакцией профессора Г.Г. Раннева, М, Академия, 2006.
2. Г.Г. Раннев, А.П., Тарасенко, Методы и средства измерений, М, Академия, 2003 г.
3. Ю.А. Исаков, Основы промышленной электроники, Киев, Техника, 1976г.
4. В.А. Панфилов «Электрические измерения», М, Академия, 2006 г.
5. М.П. Цапенко, Измерительные информационные системы: структуры и алгоритмы, системотехническое проектирование, М, Энергоатомиздат, 1985 г
6. А.П. Тарасенко, Теоретические основы, метрология, стандартизация и сертификация измерительных и информационных технологий, М, МГОУ, 2001 г.
7. Основы промышленной электроники: учебник для вузов/ В. Г. Герасимов, О. М. Князьков, А. Е. Краснопольский, В. В. Сухоруков; под ред. В.В. Герасимова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. – 336 с., ил.

Контрольная работа ИИТ и Э (часть 2)

1. Определить $V_{\text{вых}}$ в Если:

	$V_{1,B}$	$V_{2,B}$	$V_{3,B}$	$V_{4,B}$	$R_{1,ком}$	$R_{2,ком}$	$R_{3,ком}$	$R_{a,ком}$	$R_{oc,ком}$
1	1,5	2	-1	-2	1,2	2	1,4	2	3
2	1,8	3	2	-1	1,4	2,2	1,6	2,4	4
3	1,2	1,8	-2,2	3	1,6	2,4	1,2	2,2	2
4	1	-1	1,2	4	1,8	2	1,6	2	2,6
5	1,6	-0,8	0,6	0,5	1,4	1,2	1,2	2,1	1,8
6	1,1	1,3	2,4	0,8	1,7	1,6	2	2,3	4,2
7	1,6	2	-1	1,2	1,4	1,8	2,1	2,4	3,6
8	1	1,8	-0,9	1,6	1,6	2,1	1,9	1,8	3,2
9	1,5	2,2	-1,1	1,3	1,4	2,3	1,6	2,2	3,8
10	1,4	2,3	-2,2	2	1,6	2,2	1,4	1,8	3,6
11	1,2	3,2	-1,8	-1	1,4	2,2	1,6	1,9	3,8
12	1	3,2	-1,2	0,2	1,6	2,8	1,9	2,1	3,1

Вариант	рисунок	R=R1	C
1	1	25	1,6
2	2	10	2,2
3	3	15	2,4
4	4	20	5
5	5	12	2,5
6	6	8	1,1
7	7	22	4
8	8	15	1,8
9	9	8	2,1
10	10	14	2
11	1	20	0,5
12	2	27	2,3
13	3	10	1
14	4	11	1,2
15	5	14	2
16	6	12	0,5
17	7	18	1,1
18	8	16	1,3
19	9	18	1,8
20	10	22	2,2

