

ЭЛЕКТРОНИКА

Контрольное индивидуальное задание

Задача 2

Вторая задача посвящена расчету простейших усилительных каскадов на биполярном и полевом транзисторах графическим и аналитическим методами. Задача имеет три варианта задания (по существу три различных задачи). Каждый студент решает одну из трех задач в зависимости от номера его варианта.

Задача 2.1

Дано: Схема усилительного каскада на биполярном транзисторе, включенном по схеме ОЭ, приведена на рис.1, а. Значения элементов схемы, параметры входного сигнала и нагрузки, а также масштабные коэффициенты N и M приведены в таблице исходных данных. Внутреннее сопротивление генератора и масштабный коэффициент L для всех вариантов равны $R_{г} = 10 \text{ кОм}$ и $L = 4$. Статические характеристики транзистора приведены на рис. 2 и 3.

Требуется: Провести графический расчет усилительного каскада и определить его основные параметры.

Методические указания

1. Изучить материал, посвященный графическому расчету усилительного каскада на биполярном транзисторе [1], Ч. 1, п. 3.8.
2. Нарисовать схему усилительного каскада и пояснить назначение ее элементов.

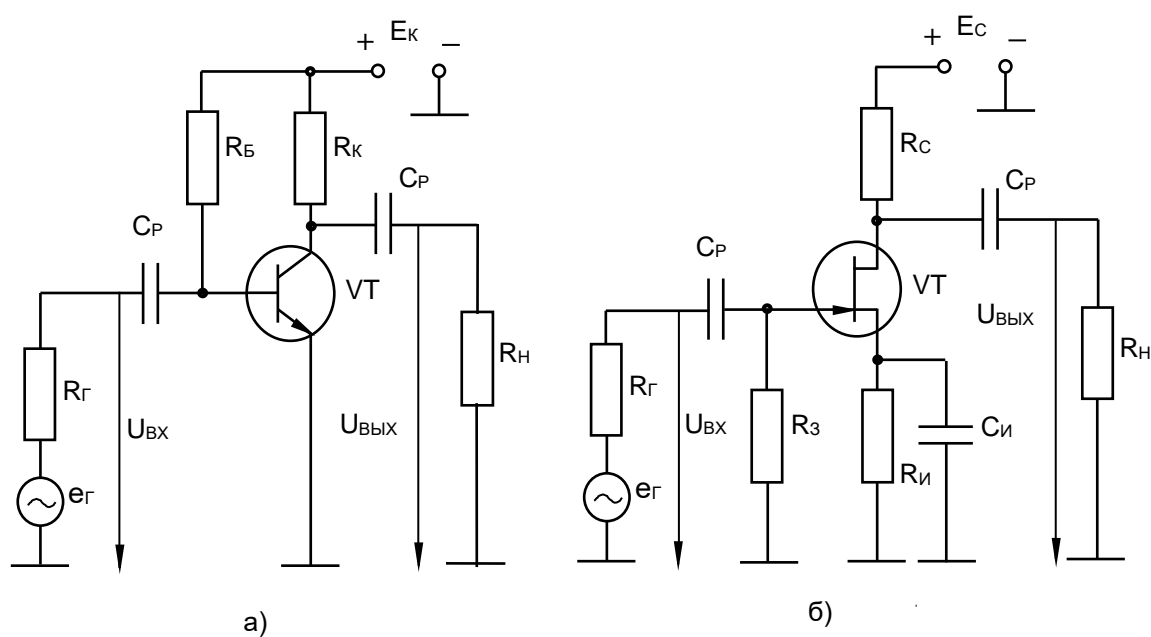


Рис. 1. Схемы усилительных каскадов

Исходные данные к заданию 1

№ вар	Элементы схемы					Масштабные коэффициенты		Номера решаемых задач
	E_K В	R_K кОм	R_B кОм	R_H кОм	$E_{ГМ}$ В	N	M	
1	15	1,5	125,0	0,5	0,60	2	30	2.1
3	17	1,0	106,3	0,4	0,80	3	40	2.2
4	18	2,0	112,5	0,6	0,40	2	40	2.1
6	20	1,0	111,1	0,4	0,90	4	45	2.2
7	15	1,0	75,0	0,4	0,50	3	50	2.1
9	17	2,0	106,3	0,6	0,40	2	40	2.2
10	18	1,0	100,0	0,4	0,45	4	45	2.1
12	20	2,0	166,7	0,6	0,60	2	30	2.2
13	15	1,5	107,1	0,5	0,70	2	35	2.1
15	17	1,5	94,4	0,5	0,45	2	45	2.2
17	19	1,0	105,6	0,4	0,90	4	45	2.1
18	20	1,5	125,0	0,5	0,80	3	40	2.2
20	16	1,5	114,3	0,5	0,70	2	35	2.1
22	17	1,5	94,4	0,5	0,90	2	45	2.2
23	18	1,0	90,0	0,4	0,50	4	50	2.1
24	20	2,0	166,7	0,6	0,90	2	30	2.2

№ вар	Элементы схемы					Параметры управляющ ей характерист ики		Номер решаемой задачи
	E_C В	R_C кОМ	R_{II} кОМ	R_H кОМ	$E_{ГМ}$ В	$U_{ПОР}$ В	$I_{C\text{ МАКС}}$ мА	
2	17	11	0,7	4,0	0,30	-1,2	1,4	2.3
5	20	12	0,6	4,0	0,20	-1,0	1,1	2.3
8	18	10	0,7	4,0	0,25	-1,3	1,4	2.3
11	16	11	0,6	4,0	0,20	-1,0	1,0	2.3
14	19	12	0,6	4,0	0,25	-1,3	1,3	2.3
16	16	10	0,7	3,5	0,20	-1,0	1,3	2.3
19	19	11	0,7	3,5	0,30	-1,4	1,6	2.3
21	16	11	0,7	3,5	0,30	-1,5	1,5	2.3
25	18	11	0,6	3,5	0,20	-1,1	1,3	2.3

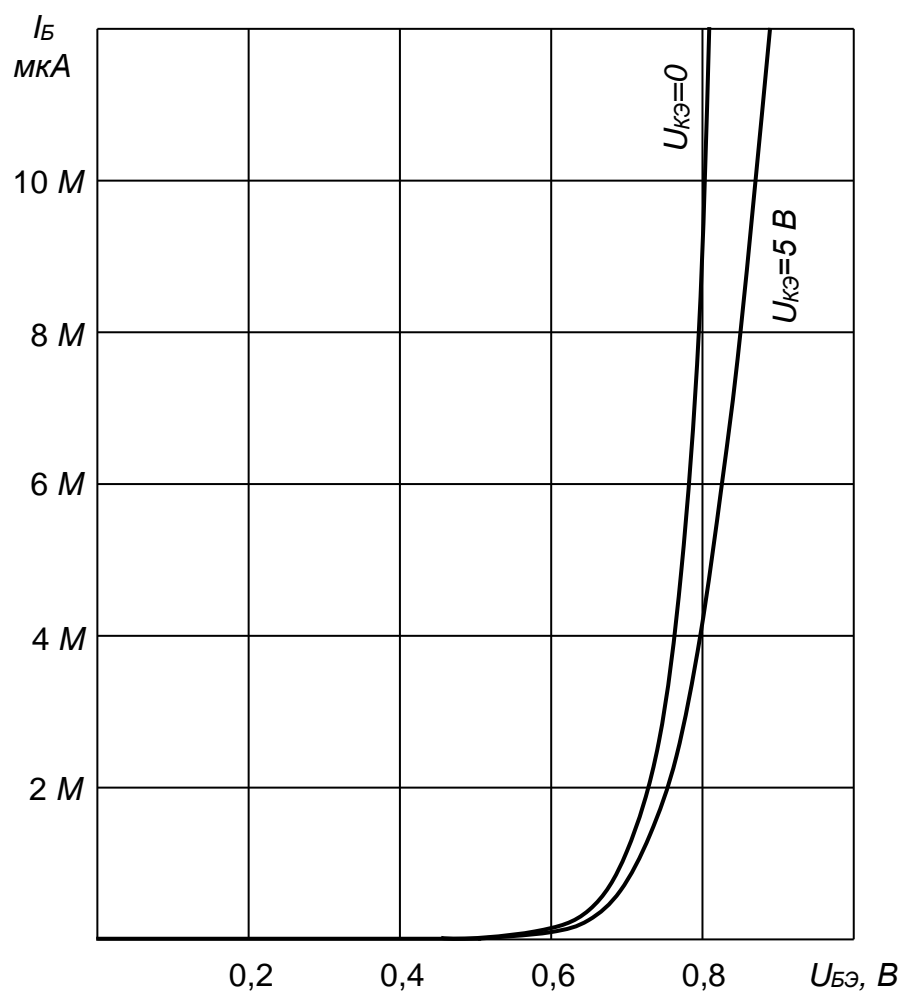


Рис. 2. Входные характеристики биполярного транзистора

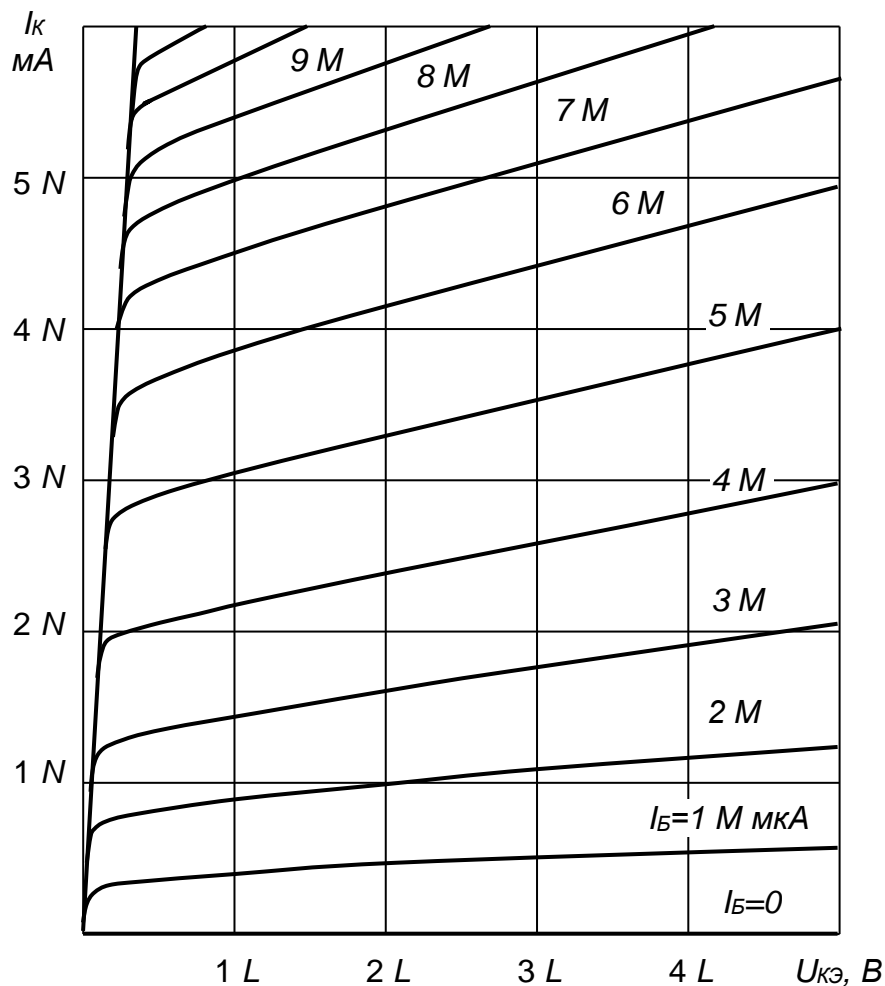


Рис. 3. Выходные характеристики биполярного транзистора

3. Перенести на миллиметровку семейство выходных характеристик и входную характеристику, соответствующую активному режиму работы транзистора ($U_{KЭ} = 5 \text{ В}$), указав масштаб по осям с учетом заданных масштабных коэффициентов.

4. На графике семейства выходных характеристик построить нагрузочную линию и определить положение рабочей точки транзистора по постоянному току. Определить постоянные составляющие напряжения и тока в коллекторной цепи $U_{KЭ}(0)$ и $I_K(0)$ и мощность, потребляемую каскадом от источника питания $P_O = I_K(0) E_K$.

Указать положение рабочей точки по постоянному току на входной характеристике и определить постоянную составляющую напряжения на базе $U_{БЭ}(0)$.

5. На графике семейства выходных характеристик построить нагрузочные треугольники и определить амплитуды переменных

составляющих напряжения и тока в коллекторной цепи U_{KM} и I_{KM} . В том случае, если размеры нагрузочных треугольников заметно различаются, в качестве U_{KM} и I_{KM} следует взять полу-суммы значений, полученных из разных треугольников.

С помощью входной характеристики определить амплитуду переменной составляющей напряжения на базе $U_{БМ}$. В том случае, если амплитуды положительной и отрицательной полуволн напряжения $U_{БЭ}$ заметно различаются, в качестве $U_{БМ}$ следует взять их полу-сумму.

6. Рассчитать основные параметры усилительного каскада: коэффициенты усиления по току K_I , по напряжению K_U и по мощности K_P , коэффициент полезного действия η , входное сопротивление каскада $R_{ВХ}$.

Задача 2.2

Дано: Схема усилительного каскада на биполярном транзисторе, включенном по схеме ОЭ, приведена на рис. 1, а. Значения элементов схемы, параметры входного сигнала и нагрузки, а также масштабные коэффициенты N и M приведены в таблице исходных данных. Внутреннее сопротивление генератора и масштабный коэффициент L для всех вариантов равны $R_{Г}=10$ кОм и $L=4$. Статические характеристики транзистора приведены на рис. 2 и 3.

Требуется: Провести аналитический расчет усилительного каскада на основе малосигнальной схемы замещения транзистора и определить его основные параметры.

Методические указания

1. Изучить материал, посвященный аналитическому расчету усилительного каскада на биполярном транзисторе [1], Ч. 1, п. 3.8, 3.9.

2. Нарисовать схему усилительного каскада и пояснить назначение ее элементов.

3. Перенести на миллиметровку семейство выходных характеристик и входную характеристику, соответствующую активному режиму работы транзистора ($U_{КЭ} = 5$ В), указав масштаб по осям с учетом заданных масштабных коэффициентов.

4. На графике семейства выходных характеристик построить нагрузочную линию и определить положение рабочей точки транзистора по постоянному току. Определить постоянные составляющие напряжения и тока в коллекторной цепи $U_{КЭ}(0)$ и $I_{К}(0)$ и мощность, потребляемую каскадом от источника питания $P_0 = I_{К}(0) E_{К}$.

Указать положение рабочей точки по постоянному току на входной характеристике и определить постоянную составляющую напряжения на базе $U_{БЭ}(0)$.

5. С помощью статических характеристик транзистора в рабочей точке по постоянному току рассчитать значения h -параметров транзистора. При этом, учитывая тот факт, что влияние напряжения $U_{КЭ}$ на входную характеристику в активном режиме выражено очень слабо, и все характеристики практически сливаются, положить $h_{12Э} = 0$.

6. Нарисовать малосигнальную схему замещения биполярного транзистора на основе h -параметров и пояснить физический смысл ее элементов. Используя схему замещения, нарисовать эквивалентную схему усилительного каскада по переменному току.

7. Рассчитать основные параметры усилительного каскада: коэффициенты усиления по току K_I , по напряжению K_U и по мощности K_P , коэффициент полезного действия η , входное сопротивление каскада $R_{ВХ}$. С учетом того, что знак минус в выражении для коэффициента усиления по напряжению K_U отражает противофазность входного и выходного напряжений, при расчете коэффициента усиления по мощности K_P использовать абсолютное значение K_U .

Задача 2.3

Дано: Схема усилительного каскада на полевом транзисторе с управляющим р-п-переходом, включенном по схеме ОИ, приведена на рис. 1, б. Значения элементов схемы, параметры входного сигнала и нагрузки, а также основные параметры управляющей характеристики транзистора приведены в таблице исходных данных. Внутреннее сопротивление генератора и сопротивление в цепи затвора для всех вариантов равны $R_L = 10$ кОм и $R_3 = 1$ МОм.

Требуется: Провести аналитический расчет усилительного каскада и определить его основные параметры.

Методические указания

1. Изучить материал, посвященный аналитическому расчету усилительного каскада на полевом транзисторе [1], Ч.2, п. 4.4.1, 4.4.2.

2. Нарисовать схему усилительного каскада и пояснить назначение ее элементов.

3. Аналитически определить параметры режима работы транзистора по постоянному току (режима покоя) $U_{ЗИО}$, $I_{СО}$, $U_{СИО}$.

4. Используя аппроксимацию [1], Ч.2 (4.37), построить на миллиметровке управляющую характеристику транзистора, указать на ней рабочую точку по постоянному току и определить в этой точке крутизну транзистора S .

5. Нарисовать малосигнальную низкочастотную эквивалентную схему транзистора и пояснить физический смысл ее элементов. Используя эквивалентную схему транзистора, нарисовать эквивалентную схему каскада по переменному току.

6. Рассчитать основные параметры усилительного каскада: коэффициент усиления по напряжению K_U и входное сопротивление $R_{ВХ}$. Определить выходное напряжение $U_{ВЫХ}$. Оценить величину коэффициента усиления по току K_I и пояснить полученную оценку.