

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

Кафедра электротехники и авиационного электрооборудования

В.Ю. Лашин

ОБЩАЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА
Пособие к выполнению контрольных домашних заданий
для студентов I курса специальности 161000
дневного обучения

Москва – 2014

Данное пособие издается в соответствии с рабочим учебным планом для студентов I курса специальности 161000 дневного обучения.

Рассмотрено и одобрено на заседаниях кафедры 03.04 2014 г. и методического совета специальности 05.05 2014 г.

1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОГО ДОМАШНЕГО ЗАДАНИЯ

1.1 Цель контрольного домашнего задания

Контрольное домашнее задание (КДЗ) по дисциплине «Общая электротехника и электроника» имеет целью закрепление знаний студентов по следующим разделам учебной дисциплины: цепи постоянного тока, цепи однофазного синусоидального тока, расчет режимов и цепей содержащих нелинейные элементы (диоды, транзисторы). В ходе самостоятельного выполнения КДЗ студенты приобретают практические навыки анализа и расчета электрических цепей постоянного тока (Задание 1), включая определение входных сопротивлений двухполюсников и применение законов Кирхгофа, и цепей синусоидального тока (Задание 2), включая расчет токов и напряжений символическим методом, а также потребляемой мощности, расчет цепей с элементами электроники (Задание 3).

1.2 Требования к оформлению КДЗ

КДЗ выполняется и оформляется в обычной тетради или на листах стандартного формата А4, которые должны быть обязательно сшиты.

Электрические схемы, графики выполняются с соблюдением требований ЕСКД и использованием чертежных инструментов (не от руки), допускается применение компьютерной графики. В случае использования при расчетах компьютерных средств соответствующие распечатки должны быть выполнены также на стандартных листах и вложены в работу.

Условия задачи необходимо приводить полностью в том виде, как они сформулированы в задании, с учетом особенностей своего варианта. В решение включать необходимые промежуточные расчеты. Окончательный результат расчета привести с указанием единиц измерения соответствующей величины.

Работа должна быть выполнена собственноручно, датирована и подписана студентом. Выполненная работа представляется на кафедру преподавателю для проверки. Все замечания, отмеченные преподавателем, устраняются студентом в установленные сроки, после чего он защищает свою работу.

Студенты, не выполнившие КДЗ в назначенный срок, к зачету по «Общей электротехнике и электронике» не допускаются.

1.3 Указания к выбору варианта

Вариант задания выбирается студентом из соответствующих каждому заданию таблиц по двум последним цифрам номера зачетной книжки (шифра): электрическая схема - по последней цифре номера; численные значения параметров элементов цепи – по предпоследней цифре номера.

1.4 Литература

1. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. - М.: Высшая школа, 1984-2006.
2. Бессонов Л.А. Сборник задач по теоретическим основам электротехники. - М.: Высшая школа, 2000.
3. Зевеке Г.В., Ионкин П.А., Нетушил А.В., Страхов С.В. Основы теории цепей, - М. Энергоатомиздат, 1989.

2. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Задание 1

В соответствии с вариантом (таблицы 1.1, 1.2, 1.3) для заданной цепи относительно зажимов (точек) 1 и 2, определить входное сопротивление $R_{\text{вх12}}$, затем последовательно к полученному (рассчитанному) сопротивлению $R_{\text{вх12}}$ подсоединить источник ЭДС E с внутренним сопротивлением $R_{\text{вн}}$, Рис. 1.10., данные в таблице 1.4., и вычислить протекающий ток через источник E и мощность выделяемую на резисторах $R_{\text{вх12}}$ и $R_{\text{вн}}$, а также на источнике ЭДС - E .

Выбор электрической схемы Таблица 1.1

Последняя цифра шифра	Схема	$R_{\text{вх12}}$
		Относит. точек
0	Рис. 1.0	1 – 2
1	Рис. 1.1	1 – 2
2	Рис. 1.2	1 – 2
3	Рис. 1.3	1 – 2
4	Рис. 1.4	1 – 2
5	Рис. 1.5	1 – 2
6	Рис. 1.6	1 – 2
7	Рис. 1.7	1 – 2
8	Рис. 1.8	1 – 2
9	Рис. 1.9	1 – 2

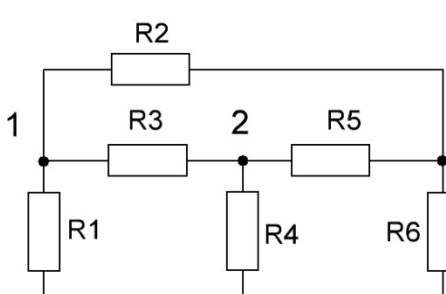
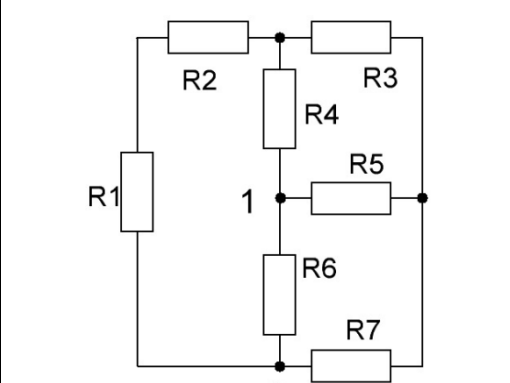
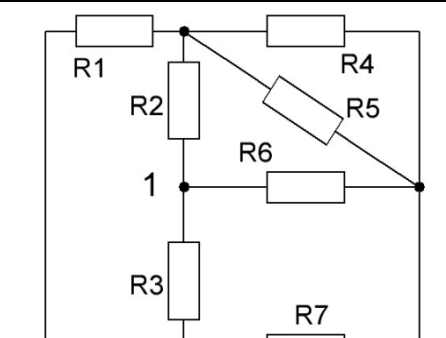
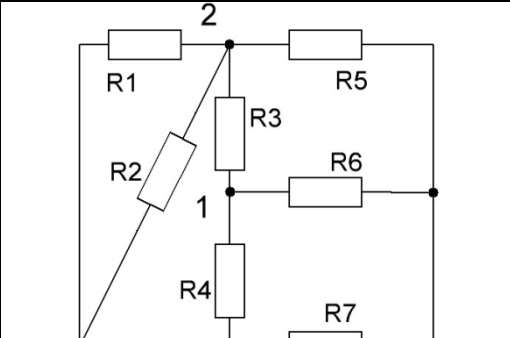
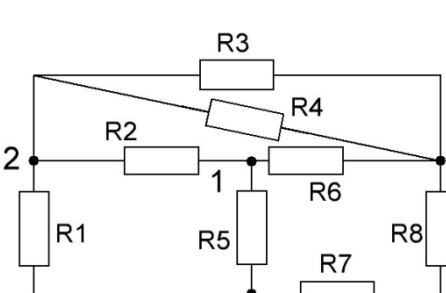
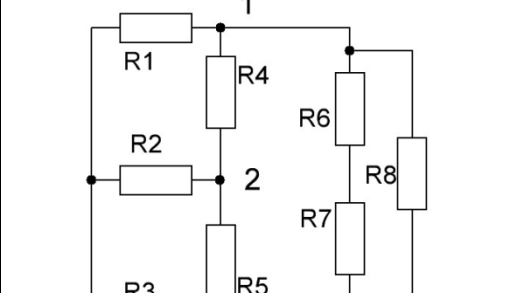
Параметры элементов цепи

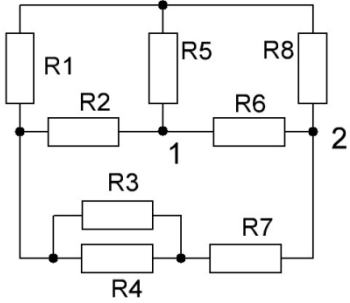
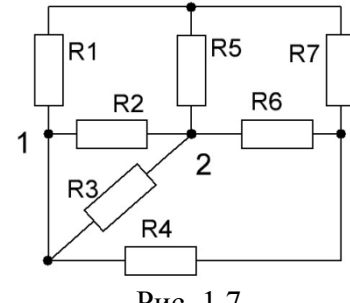
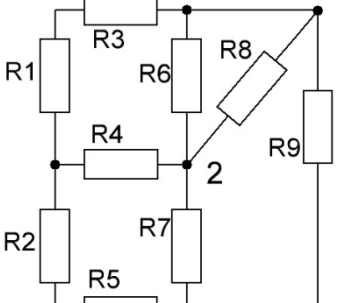
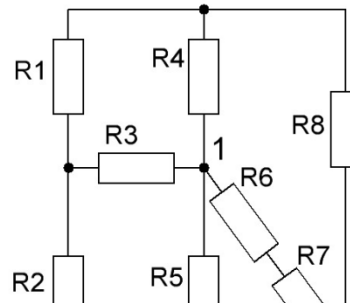
Таблица 1.2

Предпоследняя цифра шифра	R_1 , Ом	R_2 , Ом	R_3 , Ом	R_4 , Ом	R_5 , Ом	R_6 , Ом	R_7 , Ом	R_8 , Ом	R_9 , Ом
0	3	3	6	9	7	7	9	9	8
1	8	4	2	4	9	9	10	9	10
2	6	4	6	2	5	10	5	3	6
3	5	12	3	7	6	3	1	10	5
4	2	8	3	10	6	6	1	6	1
5	10	6	9	5	9	8	6	4	9
6	8	6	3	6	5	3	9	10	6
7	5	7	4	7	7	3	2	4	8
8	7	9	9	6	5	8	3	6	5
9	4	10	2	5	1	8	10	2	1

Выбор электрической схемы

Таблица 1.3

Последняя цифра шифра	Схема	Последняя цифра шифра	Схема
0	 <p data-bbox="494 918 638 963">Рис. 1.0</p>	1	 <p data-bbox="1181 940 1308 985">Рис. 1.1</p>
2	 <p data-bbox="494 1433 638 1478">Рис. 1.2</p>	3	 <p data-bbox="1181 1433 1308 1478">Рис. 1.3</p>
4	 <p data-bbox="494 1859 638 1904">Рис. 1.4</p>	5	 <p data-bbox="1181 1859 1308 1904">Рис. 1.5</p>

6	 <p>Рис. 1.6</p>	7	 <p>Рис. 1.7</p>
8	 <p>Рис. 1.8</p>	9	 <p>Рис. 1.9</p>

Указания:

Перед началом решения изобразите схему в том виде, который соответствует именно вашему варианту.

Пользуйтесь правилами эквивалентных преобразований последовательных и параллельных соединений сопротивлений, а при необходимости - преобразований звезды в треугольник или треугольника в звезду.

Параметры элементов цепи для рис. 1.10 Таблица 1.4.

Последняя цифра шифра	E, В	$R_{вн}$, Ом
0	5	0,5
1	10	0,6
2	15	0,7
3	20	0,8
4	25	0,9
5	30	1,1
6	35	1,2
7	40	1,3
8	45	1,4
9	50	1,5

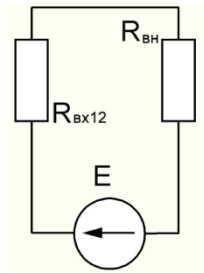


Рис. 1.10

Задание 2

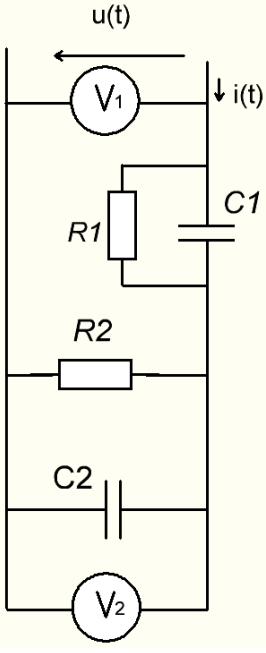
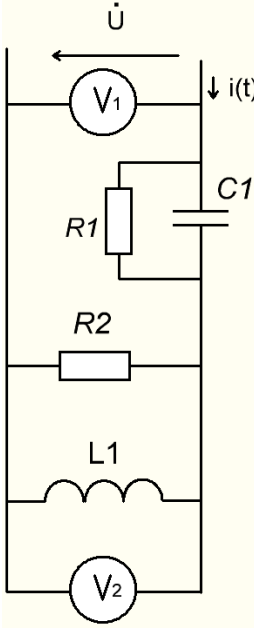
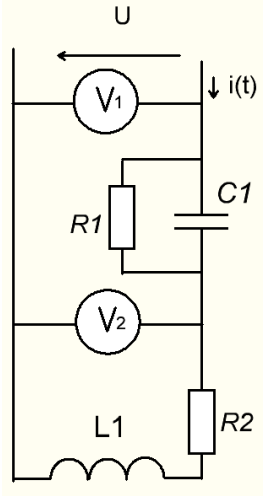
К заданной электрической цепи приложено синусоидальное напряжение $u(t) = U_m \cdot \sin(\omega t)$ с амплитудой U_m и частотой f .

- 1) Рассчитать мгновенное значение тока $i(t)$ на входе цепи;
- 2) Определить показания вольтметров V_1 и V_2 ;
- 3) Рассчитать полную, активную и реактивную мощности, потребляемые данной цепью, построить векторную диаграмму токов и напряжений схемы.

Параметры элементов цепи и напряжения

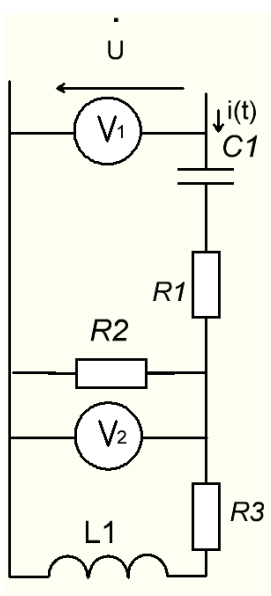
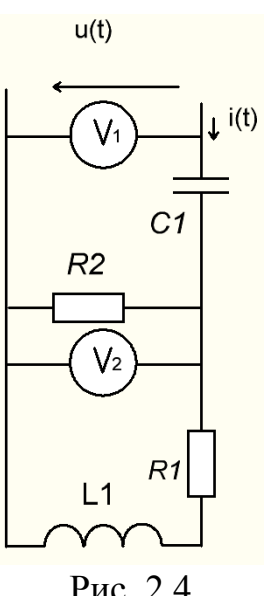
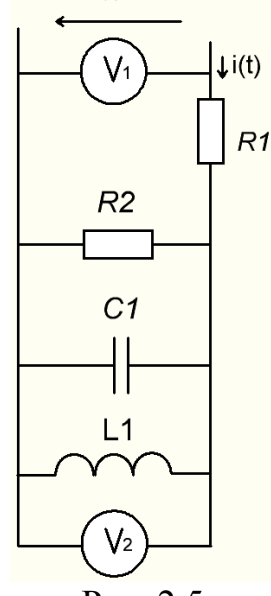
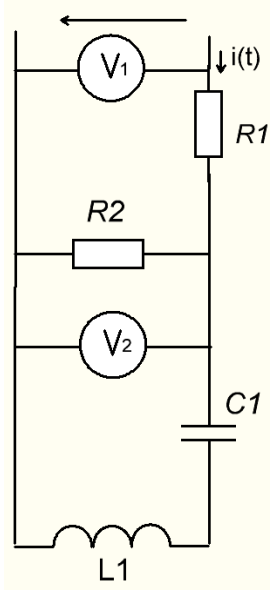
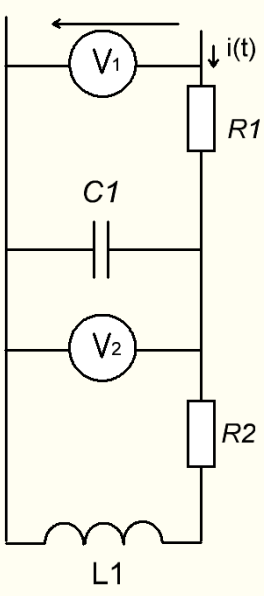
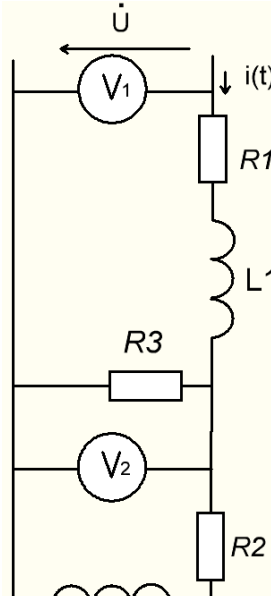
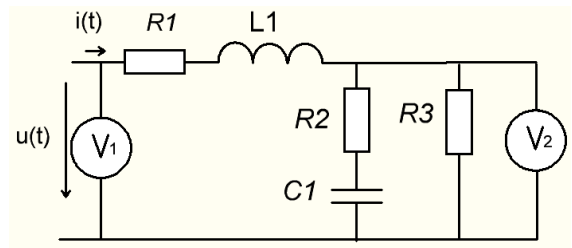
Таблица 2.1

Предпоследняя цифра шифра	R_1 , Ом	R_2 , Ом	R_3 , Ом	L_1 , мГн	L_2 , мГн	C_1 , мкФ	C_2 , мкФ	U_m , В	f , Гц
1	30	60	100	40	90	70	90	100	50
2	20	100	20	80	80	30	60	200	100
3	50	60	40	10	10	40	50	300	400
4	90	100	80	20	30	5	5	40	800
5	40	20	60	30	40	5	10	30	400
6	30	100	20	10	20	10	20	60	800
7	40	70	80	40	60	50	80	80	50
8	90	60	90	90	90	30	80	120	100
9	100	50	100	30	10	20	10	90	400
0	10	70	100	100	60	40	50	150	50

Последняя цифра шифра	Схема	Последняя цифра шифра	Схема	Последняя цифра шифра	Схема
0	 <p>Рис. 2.0</p>	1	 <p>Рис. 2.1</p>	2	 <p>Рис. 2.2</p>

Продолжение

Таблица 2.2

<p>3</p>	 <p>Рис. 2.3</p>	<p>4</p>	 <p>Рис. 2.4</p>	<p>5</p>	 <p>Рис. 2.5</p>
<p>6</p>	 <p>Рис. 2.6</p>	<p>7</p>	 <p>Рис. 2.7</p>	<p>8</p>	 <p>Рис. 2.8</p>
<p>Последняя цифра шифра</p>	<p>Схема</p>  <p>Рис. 2.9</p>				
<p>9</p>					

Задание 3

Транзистор включен в усилительный каскад по схеме ОЭ. Каскад питается от одного источника с напряжением E . Для подачи смещения в цепь базы используется резистор R_6 (рис. 3.01). Характеристики транзистора изображены на рис. 3.02, а, б. Известно, что постоянная составляющая тока базы $I_{Б0} =$, амплитуда переменной составляющей тока базы $I_{мб} =$, сопротивление резистора нагрузки $R_K =$, а максимально допустимая мощность, рассеиваемая коллектором, $P_{Kmax} =$.

Требуется: а) построить линию P_{Kmax} ; б) по выходным характеристикам найти постоянную составляющую тока коллектора I_{K0} , постоянную составляющую напряжения коллектор-эмиттер $U_{KЭ0}$, амплитуду переменной составляющей тока коллектора $I_{мк}$, амплитуду выходного напряжения $U_{mR} = U_{мкЭ}$, коэффициент усиления по току K_1 , выходную мощность $P_{вых}$, мощность, рассеиваемую на нагрузке постоянной составляющей тока коллектора, P_{R0} , полную потребляемую мощность в коллекторной цепи P_0 , КПД коллекторной цепи η . Проверить, не превышает ли мощность P_{K0} , выделяемая на коллекторе в режиме покоя, максимально допустимую мощность P_{Kmax} ; в) с помощью входных характеристик определить напряжение смещения $U_{БЭ0}$, амплитуду входного сигнала $U_{мбэ}$, входную мощность $P_{вх}$, коэффициент усиления по напряжению K_U и по мощности K_P , входное сопротивление каскада $R_{вх}$, сопротивление резистора R_6 и емкость разделительного конденсатора C_p . Диапазон частот усиливаемых колебаний Гц – кГц.

Параметры элементов цепи и напряжения

Таблица 3.1

Последняя цифра шифра	$E, В$	$I_{Б0}, мА$	$I_{мб}, мА$	$R_K, Ом$	$P_{Kmax}, мВт$	Диапазон частот, Гц - кГц
0	8,5	0,3	0,1	480	120	50 - 4
1	9,0	0,3	0,15	490	130	60 - 5
2	9,5	0,35	0,1	510	140	70 - 6
3	10,5	0,4	0,15	520	160	80 - 7
4	11,0	0,45	0,1	530	170	90 - 8
5	11,5	0,5	0,1	540	180	100 - 9
6	12,0	0,55	0,15	550	190	110 - 10
7	12,5	0,6	0,1	560	200	120 - 11
8	13,0	0,65	0,15	570	210	130 - 12
9	13,5	0,7	0,1	580	220	140 - 13

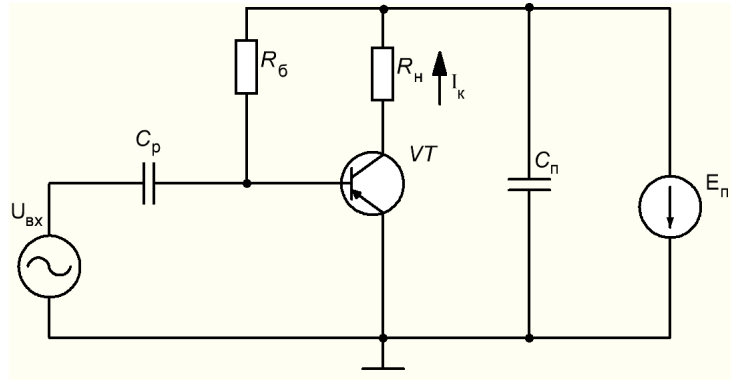


Рис. 3.01

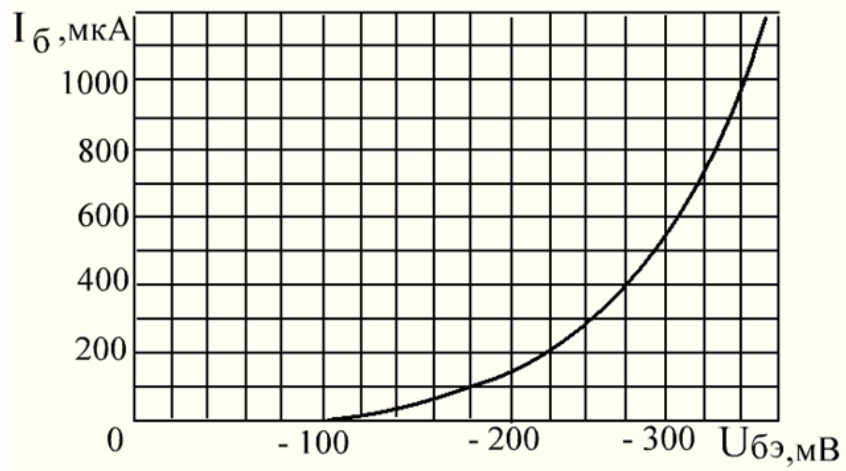


Рис. 3.02а

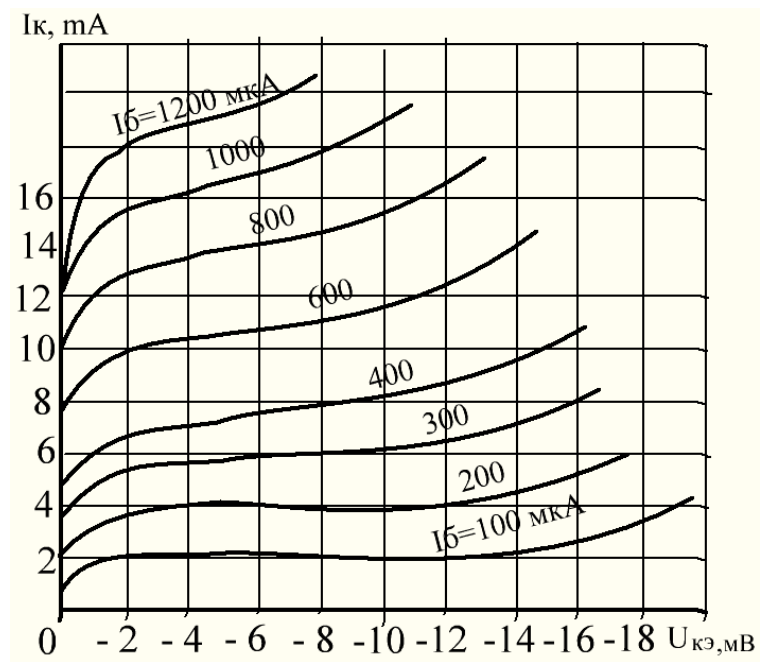


Рис. 3.02б

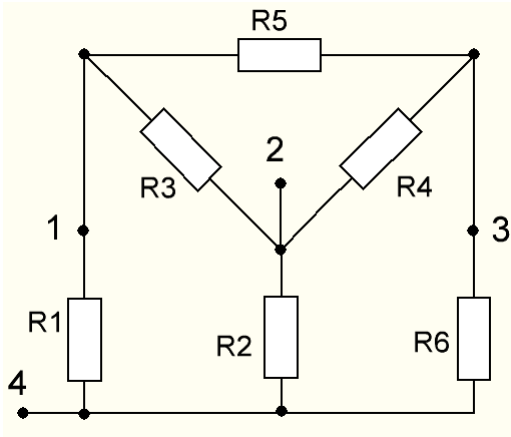
3. ПРИМЕРЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Задание 1

Определяется знание правил определения эквивалентного сопротивления участка цепи при последовательном и параллельном соединении элементов (сопротивлений), а также преобразования соединения «звездой» в «треугольник» или соединения «треугольником» в «звезду».

Рассмотрим пример.

1) В цепи:

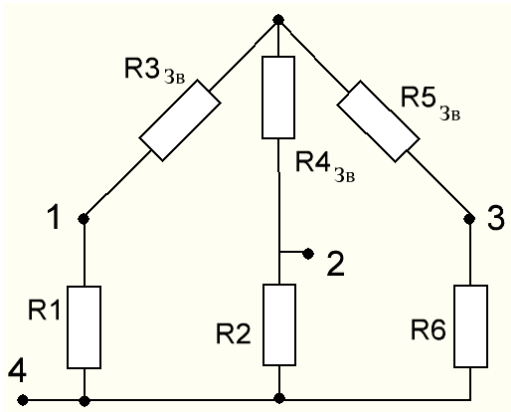


определить входное сопротивление относительно точек 2-4.

В данной схеме можно заметить, что сопротивление R_2 включено непосредственно между точками 2-4, следовательно, вся остальная часть цепи включена параллельно ему. Однако, анализируя далее, мы не обнаружим ни одной пары элементов, которые были бы соединены последовательно или параллельно. Сам по себе этот факт говорит о

том, что необходимо применить преобразование «звезда»-«треугольник» или «треугольник»-«звезда». В схеме мы обнаружим как «звезду» (например, из сопротивлений R_1, R_3, R_5), так и «треугольник» (например, из сопротивлений

R_3, R_4, R_5). Остановимся на этом «треугольнике» и преобразуем его в «звезду»:



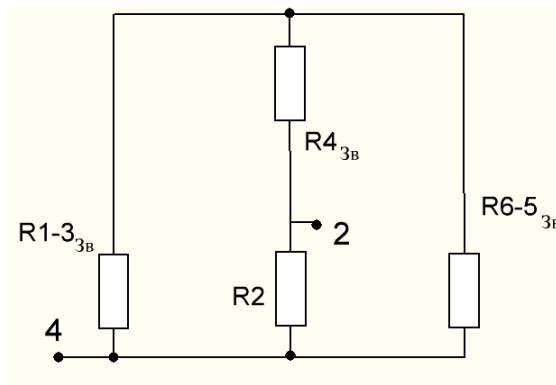
Расчет эквивалентных сопротивлений «звезды» следует выполнить по соответствующим формулам:

$$R_{336} = R_3 \cdot R_5 / (R_3 + R_4 + R_5),$$

$$R_{436} = R_3 \cdot R_4 / (R_3 + R_4 + R_5),$$

$$R_{536} = R_4 \cdot R_5 / (R_3 + R_4 + R_5).$$

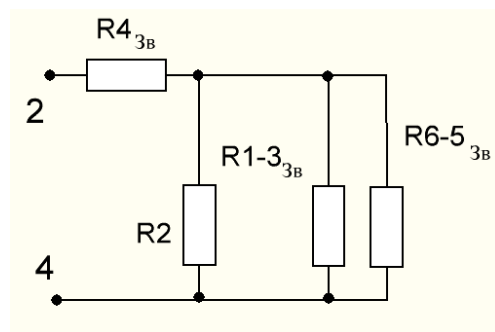
В последней схеме видно, что сопротивления R_{336} и R_1 соединены последовательно, так же как сопротивления R_{536} и R_6 . Находим соответствующие эквивалентные сопротивления:



$$R_{1-33В} = R_1 + R_{33В},$$

$$R_{6-53В} = R_6 + R_{53В}.$$

Наконец, перерисуем схему в следующем виде:



А именно, $R_{1-33В}$ и $R_{6-53В}$ соединены параллельно: $R_{Э1} = R_{1-33В} \cdot R_{6-53В} / (R_{1-33В} + R_{6-53В})$,
затем последовательно $R_{43В}$: $R_{Э2} = R_{Э1} + R_{43В}$.

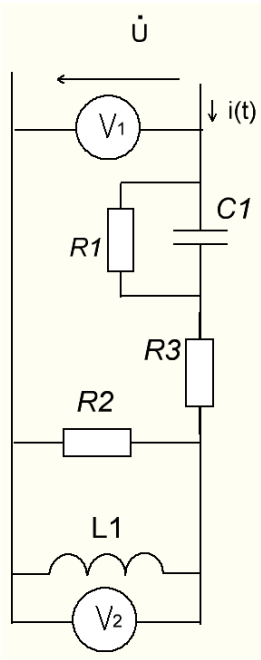
Наконец, параллельно R_2 , и окончательно входное сопротивление всей цепи:

$$R_{вх12} = R_{вх24} = R_2 \cdot R_{Э2} / (R_2 + R_{Э2}).$$

Задание 2

Это задание относится к цепям переменного синусоидального тока. При его выполнении необходимо применить символический метод, оперирующий с комплексными токами, напряжениями и ЭДС, а также комплексными сопротивлениями элементов. Соответственно, надо иметь понятие о комплексных числах, алгебраической и показательной формах их представления, уметь выполнять арифметические действия с ними.

Рассмотрим пример. Реализуем пункты задания для цепи:



при следующих значениях параметров элементов и приложенного напряжения:

- сопротивление $R_1 = 20 \text{ Ом}$;
- сопротивление $R_2 = 60 \text{ Ом}$;
- сопротивление $R_3 = 10 \text{ Ом}$;
- емкость $C_1 = 10 \text{ мкФ}$;
- индуктивность $L_1 = 30 \text{ мГн}$;
- амплитуда напряжения $U_m = 120 \text{ В}$;
- частота напряжения $f = 400 \text{ Гц}$.

1) Рассчитать мгновенное значение тока $i(t)$ на входе цепи.

Применяем символический метод. Это означает, что приложенному синусоидальному напряжению $u(t) = U_m \cdot \sin(\omega t)$ поставим в соответствие комплексное напряжение: $\dot{U} = U \cdot e^{j0^\circ}$, где $U = U_m / \sqrt{2}$ - действующее

значение напряжения, 0° - нулевая начальная фаза напряжения. $\dot{U} = 84,9 \cdot e^{j0^\circ}$.

Рассчитаем комплексные сопротивления каждого элемента.

сопротивления R_1 : $Z_1 = R_1 = 20 \text{ Ом}$;

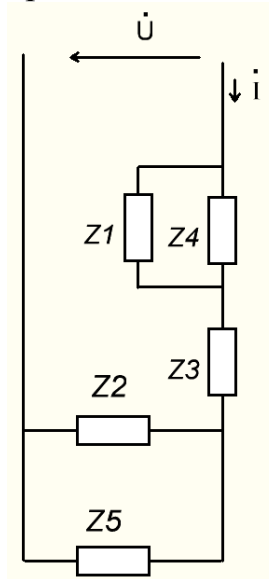
сопротивления R_2 : $Z_2 = R_2 = 60 \text{ Ом}$;

сопротивления R_3 : $Z_3 = R_3 = 10 \text{ Ом}$;

емкости C_1 : $Z_4 = -j/\omega C = -j/2\pi f C = -j/2\pi \cdot 400 \cdot 10 \cdot 10^{-6} = -j39,8 \text{ Ом}$;

индуктивности L_1 : $Z_5 = j\omega L = j2\pi f L = j2\pi \cdot 400 \cdot 30 \cdot 10^{-3} = j75,4 \text{ Ом}$.

Для расчета комплексного тока изобразим схему с комплексными сопротивлениями, учтем при этом также, что сопротивление вольтметров можно принять бесконечно большим, и они не влияют на расчет.



Дальнейшие действия – это использование тех же по форме методов, что и для цепей постоянного тока. В данном случае, чтобы найти комплексный ток \dot{I} , достаточно рассчитать входное комплексное сопротивление цепи и применить закон Ома. Хорошо видно, что сопротивления Z_1 и Z_4 соединены параллельно, так же как и сопротивления Z_2 и Z_5 . Найдем соответствующие эквивалентные сопротивления:

$$Z_{14} = \frac{Z_1 \cdot Z_4}{Z_1 + Z_4} = \frac{20 \cdot (-j39,8)}{20 - j39,8} = \frac{20 \cdot 39,8 \cdot e^{-j90^\circ}}{44,5 \cdot e^{-j63,3^\circ}} = 17,9 \cdot e^{-j26,7^\circ} = 16 - j8,04 = \text{Ом}$$

$$Z_{25} = \frac{Z_2 \cdot Z_5}{Z_2 + Z_5} = \frac{60 \cdot j75,4}{60 + j75,4} = \frac{60 \cdot 75,4 \cdot e^{j90^\circ}}{96,4 \cdot e^{j51,5^\circ}} = 46,9 \cdot e^{j38,5^\circ} = 36,7 + j29,2 = \text{Ом}$$

Сопровитвления Z_{14} , Z_3 и Z_{25} соединены последовательно. Поэтому

$$\begin{aligned} Z_{BX} &= Z_{14} + Z_3 + Z_{25} = 16 - j8,04 + 10 + 36,7 + j29,2 = 62,7 + j21,2 \\ &= 66,2 \cdot e^{j18,7^\circ} \text{ Ом.} \end{aligned}$$

Теперь находим комплексный ток \dot{I} :

$$\dot{I} = \frac{\dot{U}}{Z_{BX}} = \frac{84,9 \cdot e^{j0^\circ}}{66,2 \cdot e^{j18,7^\circ}} = 1,28 \cdot e^{-j18,7^\circ} \text{ А.}$$

Таким образом, действующее значение искомого тока $I = 1,28 \text{ А}$, а его начальная фаза $-\Psi = -18,7^\circ$. Амплитуда тока $I_m = I \cdot \sqrt{2} = 1,81 \text{ А}$.

Следовательно, мгновенное значение изменяется по синусоидальному закону: $i(t) = I_m \cdot \sin(\omega t + \Psi) = 1,81 \sin(2\pi \cdot 400 \cdot t - 18,7^\circ) \text{ А}$.

2) Определить показания вольтметров V_1 и V_2 .

В цепях переменного тока измерительные приборы показывают действующее значение соответствующих тока или напряжения.

Поэтому показания первого вольтметра, измеряющего приложенное напряжение, уже фактически известны: $V_1 = U = 84,9 \text{ В}$.

Чтобы найти показания второго вольтметра, который измеряет напряжение на параллельно включенных сопротивлении R_2 и индуктивности L_1 , нужно определить соответствующее комплексное напряжение. Ранее было вычислено эквивалентное комплексное сопротивление Z_{25} . Поэтому искомое комплексное напряжение по закону Ома:

$$\dot{U}_2 = \dot{I} \cdot Z_{25} = 1,28 \cdot e^{-j18,7^\circ} \cdot 46,9 \cdot e^{j38,5^\circ} = 60 \cdot e^{j19,8^\circ} \text{ В}$$

Модуль этого комплексного напряжения и есть действующее значение, то есть показания второго вольтметра.

$$V_2 = U_2 = 60 \text{ В.}$$

3) Рассчитать полную, активную и реактивную мощности, потребляемые данной цепью.

Так как комплексные напряжение и ток на входе цепи нам известны,

$$\dot{U} = 84,9 \cdot e^{j0^\circ} \text{ В}, \quad \dot{I} = 1,28 \cdot e^{-j18,7^\circ} \text{ А},$$

то полную, активную и реактивную мощности легко найти по формулам:

полная $S = U \cdot I;$

активная $P = U \cdot I \cdot \cos(\varphi);$

реактивная $Q = U \cdot I \cdot \sin(\varphi);$

где U и I – действующие значения синусоидальных тока и напряжения,

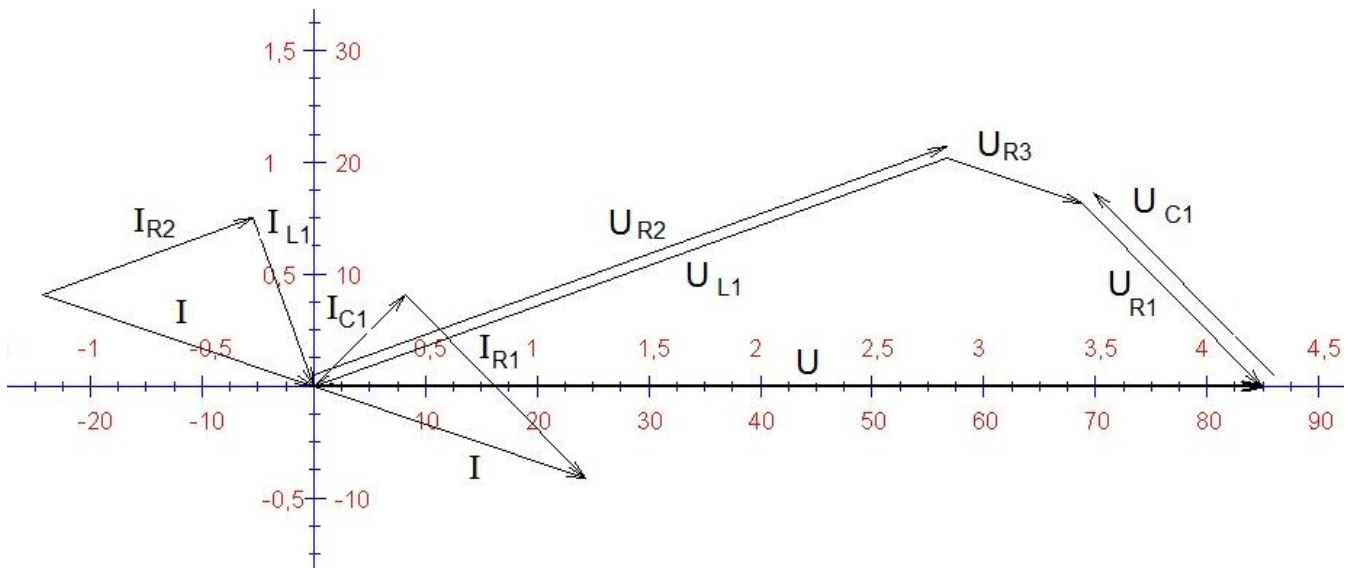
φ – сдвиг (разность) фаз между током и напряжением.

$$S = 84,9 \cdot 1,28 = 109 \text{ ВА};$$

$$P = 84,9 \cdot 1,28 \cdot \cos(18,7^\circ) = 103 \text{ Вт};$$

$$Q = 84,9 \cdot 1,28 \cdot \sin(18,7^\circ) = 34,8 \text{ вар}.$$

Векторная диаграмма токов и напряжений:



Задание 3

Рассмотрим пример.

Графоаналитический расчет рабочего режима

Транзистор включен в усилительный каскад по схеме ОЭ. Каскад питается от одного источника с напряжением $E = 10 \text{ В}$. Для подачи смещения в цепь базы используется резистор R_6 (Рис. 3.03). Характеристики транзистора изображены на Рис. 3.04, а, б. Известно, что постоянная составляющая тока базы $I_{B0} = 0,3 \text{ мА}$, амплитуда переменной составляющей тока базы $I_{mб} = 0,2 \text{ мА}$, сопротивление резистора нагрузки $R_K = 500 \text{ Ом}$, а максимально допустимая мощность,

рассеиваемая коллектором, $P_{Kmax} = 150$ мВт. Требуется: а) построить линию P_{Kmax} ; б) по выходным характеристикам найти постоянную составляющую тока коллектора I_{K0} , постоянную составляющую напряжения коллектор-эмиттер $U_{KЭ0}$, амплитуду переменной составляющей тока коллектора I_{mk} , амплитуду выходного напряжения $U_{mR} = U_{mKЭ}$, коэффициент усиления по току K_1 , выходную мощность $P_{вых}$, мощность, рассеиваемую на нагрузке постоянной составляющей тока коллектора, P_{R0} , полную потребляемую мощность в коллекторной цепи P_0 , КПД коллекторной цепи η . Проверить, не превышает ли мощность P_{K0} , выделяемая на коллекторе в режиме покоя, максимально допустимую мощность P_{Kmax} ; в) с помощью входных характеристик определить напряжение смещения $U_{БЭ0}$, амплитуду входного сигнала $U_{mбэ}$, входную мощность $P_{вх}$, коэффициент усиления по напряжению K_U и по мощности K_P , входное сопротивление каскада $R_{вх}$, сопротивление резистора R_6 и емкость разделительного конденсатора C_p . Диапазон частот усиливаемых колебаний 80 Гц – 5 кГц.

Решение

Так как во входной цепи транзистора при любой схеме включения протекает ток, то для расчета рабочего режима транзистора недостаточно одного семейства выходных характеристик, а требуется еще семейство, определяющее режим работы входной цепи. Следует заметить, что в справочниках обычно дана одна входная характеристика, так как входные характеристики, снятые при различных выходных напряжениях, расположены близко друг к другу.

Порядок решения задачи следующий. На семействе выходных характеристик строим линию максимально допустимой мощности, используя уравнение

$$I_{Kmax} = P_{Kmax} / U_{KЭ} = 150 \cdot 10^{-3} / U_{KЭ} .$$

Подставляя в него значения $U_{KЭ}$, равные, например, -7,5; -10, -15 и -20 В, получаем значения I_K , равные 20; 15; 10; 7,5 мА соответственно. Построенная по этим точкам линия показана на рис. .

Затем, используя уравнение линии нагрузки $I_K = E - U_{KЭ} / R_n$, на семейство выходных характеристик наносим линию нагрузки: при $I_K = 0$ $U_{KЭ} = E = -10$ В – первая точка линии нагрузки; при $U_{KЭ} = 0$ $I_K = E / R_n = 10 / 500 = 20$ мА – вторая точка линии нагрузки.

Точка пересечения линии нагрузки с характеристикой, соответствующей постоянной составляющей тока базы $I_{Б0} = 300$ мкА, определит рабочую точку. Ей будут соответствовать постоянная составляющая тока коллектора $I_{K0} = 6$ мА и постоянная составляющая напряжения $U_{KЭ0} = -7$ В.

Амплитуду переменной составляющей тока коллектора определим как среднее значение:

$$I_{mk} = \frac{I_{Kmax} - I_{Kmin}}{2} = \frac{9 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^{-3}}{2} = 3,5 \text{ мА.}$$

Дальнейший порядок расчета таков.

Амплитуда перемещенного напряжения на нагрузке

$$U_{mR} = U_{mkз} = I_{mk} R_H = 3,5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} = 1,75 \text{ В.}$$

Коэффициент усиления по току

$$K_1 = I_{mk}/I_{mб} = 3,5 \cdot 10^{-3}/(0,2 \cdot 10^{-3}) = 17,5.$$

Выходная мощность

$$P_{\text{вых}} = 0,5 I_{mk} U_{mR} = 0,5 \cdot 3,5 \cdot 10^{-3} \cdot 1,75 = 3 \text{ мВт.}$$

Полная потребляемая мощность в коллекторной цепи

$$P_0 = E I_{K0} = 10 \cdot 6 \cdot 10^{-3} \cdot 1,75 = 60 \text{ мВт.}$$

КПД коллекторной цепи

$$\eta = P_{\text{вых}}/P_0 = 3 \cdot 10^{-3}/(60 \cdot 10^{-3}) = 0,05 = 5\%.$$

Мощность, рассеиваемая на коллекторе постоянной составляющей коллекторного тока,

$$P_{K0} = I_{K0} U_{KЭ0} = 6 \cdot 10^{-3} \cdot 7 = 42 \text{ мВт} < P_{K \text{ max}} = 150 \text{ мВт},$$

т. е. режим работы допустим.

Далее расчет ведем по семейству входных характеристик (рис.). Поскольку у транзисторов входные характеристики расположены близко друг от друга, то в качестве рабочей входной характеристики можно принять одну из статических входных характеристик, соответствующую активному режиму, например характеристику, снятую при $U_{KЭ} = -5 \text{ В}$. Это можно сделать в том случае, если источник усиливаемых колебаний работает как генератор ток, т. е. когда внутреннее сопротивление источника колебаний значительно больше входного сопротивления транзистора. Из графика находим, что $U_{БЭ0} = 0,25 \text{ В}$.

Амплитуда входного напряжения

$$U_{mбэ} = \frac{U_{БЭ \text{ max}} - U_{БЭ \text{ min}}}{2} = \frac{277 \cdot 10^{-3} - 187 \cdot 10^{-3}}{2} = 45 \text{ мВ.}$$

Модуль коэффициента усиления по напряжению

$$K_U = U_{mkз}/U_{mбэ} = 1,75/(45 \cdot 10^{-3}) = 39.$$

Коэффициент усиления по мощности

$$K_P = K_1 K_U = 39 \cdot 17,5 \cong 690.$$

Входная мощность

$$P_{\text{вх}} = 0,5 I_{m\delta} U_{m\delta} = 0,5 \cdot 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot 45 \cdot 10^{-3} = 4,5 \text{ мкВт.}$$

Входное сопротивление

$$R_{\text{вх}} = U_{m\delta} / I_{m\delta} = 45 \cdot 10^{-3} / (0,2 \cdot 10^{-3}) = 225 \text{ Ом.}$$

Сопротивление резистора

$$R_{\delta} = \frac{E - U_{\text{БЭ0}}}{I_{\text{Б0}}} = \frac{10 - 0,25}{0,3 \cdot 10^{-3}} = 32,5 \text{ кОм.}$$

Емкость конденсатора C_P определяется из условия

$$\frac{1}{\omega_H C_P} = \frac{R_{\text{вх}}}{10},$$

Где ω_H - низшая рабочая частота.

Тогда

$$C_P = \frac{10}{\omega_H R_{\text{вх}}} = \frac{10}{2\pi f_H R_{\text{вх}}} = \frac{10}{6,28 \cdot 80 \cdot 225} = 90 \text{ мкФ.}$$

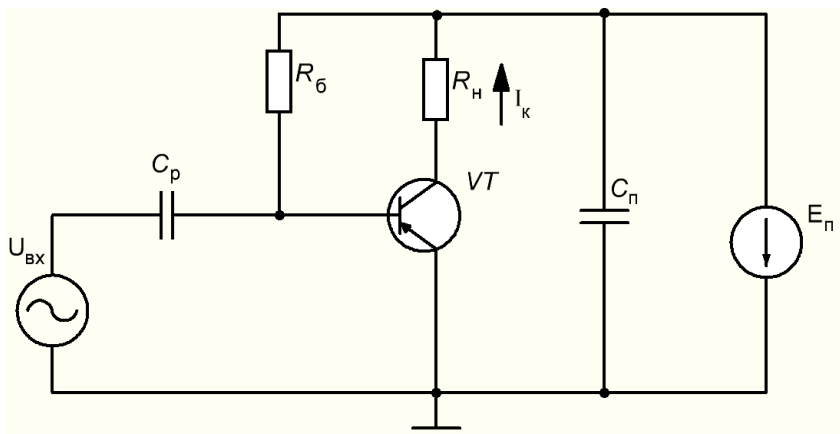
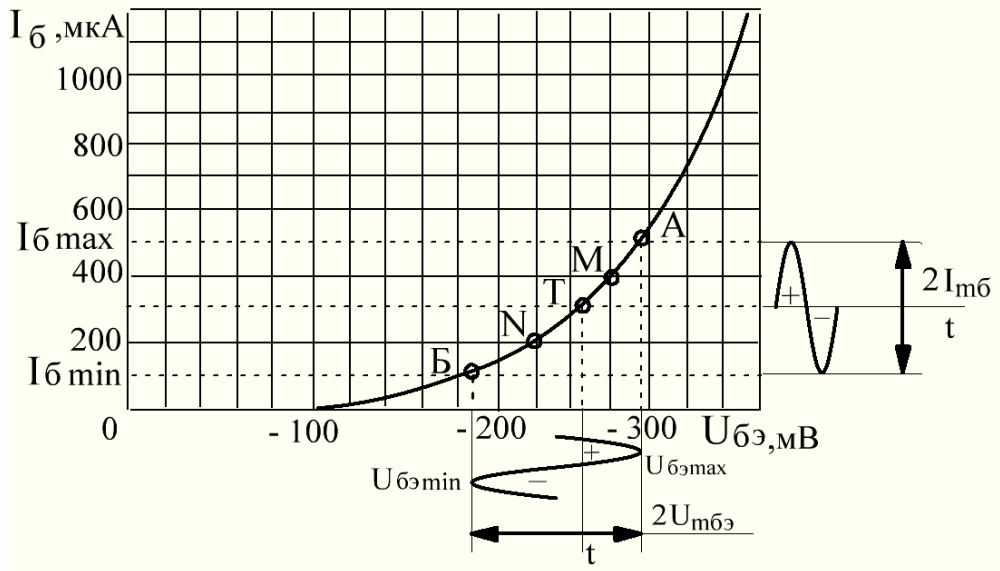
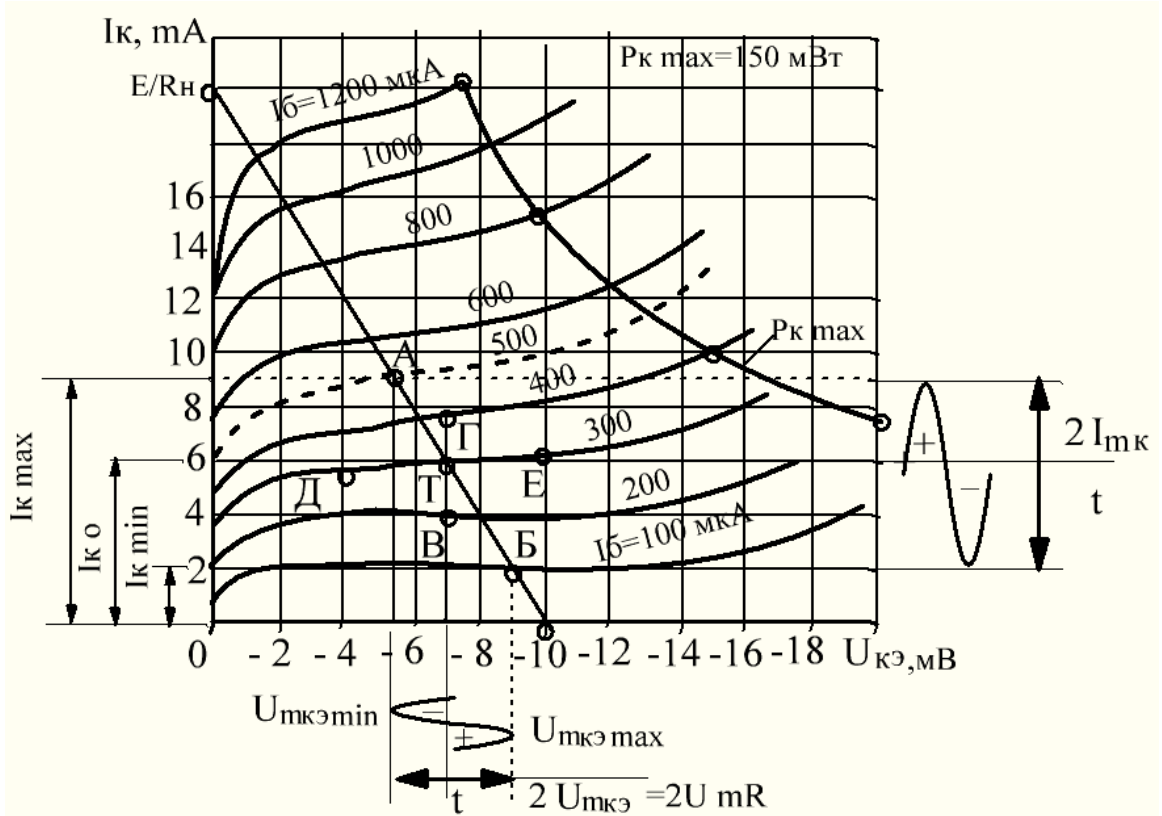


Рис. 3.03



а



б

Рис. 3.04

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОГО ДОМАШНЕГО ЗАДАНИЯ.....	3
1.1. Цель выполнения контрольного домашнего задания.....	3
1.2. Требования к оформлению КДЗ.....	3
1.3. Указания к выбору варианта.....	3
1.4. Рекомендуемая литература.....	3
2. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ.....	4
Задание 1.....	4
Задание 2.....	5
Задание 3.....	11
3. ПРИМЕРЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ.....	14
Задание 1.....	14
Задание 2.....	17
Задание 3.....	20