

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ №2

В контрольную работу входит материал по темам: «Физические основы электро-ники», «Электронные приборы», «Электронные выпрямители и стабилизаторы», «Электронные усилители». Контрольная работа включает в себя три задачи и два теоретических вопроса.

Методические указания к решению задачи 1

Эта задача на расчёт параметров и характеристик полупроводниковых триодов - транзисторов.

При включении транзистора с общим эмиттером управляющим является ток базы I_B , а при включении с общей базой - ток эмиттера I_E .

В схеме с общей базой связь между приращениями тока эмиттера ΔI_E и ток коллектора ΔI_K характеризуется коэффициентом передачи тока α :

$$\alpha = \Delta I_K / I_E, \text{ при } V_{кб} = \text{const},$$

где $V_{кб}$ - напряжение между коллектором и базой.

Коэффициент передачи всегда меньше единицы. Для современных биполярных транзисторов, $\alpha = 0,940 \text{ } 995$.

При включении с общей базой ток коллектора $I_K = \alpha I_E$.

Коэффициент усиления по току β в схеме включения транзистора с общим эмиттером определяется как отношение приращения тока коллектора ΔI_K к приращению тока базы ΔI_B . Для современных транзисторов β имеет значение 20 - 200.

$$\beta = \Delta I_K / \Delta I_B, \text{ при } V_{кэ} = \text{const},$$

где $V_{кэ}$ - напряжение между коллектором и эмиттером.

Ток коллектора при включении с общим эмиттером $I_K = \beta I_B$

Между коэффициентом α и β существует следующая связь:

$$\alpha = \beta / (1 + \beta) \text{ или } \beta = \alpha / (1 - \alpha)$$

Мощность, рассеиваемая на коллекторе транзистора, определяется по формуле:

$$P_K = V_{кэ} I_K$$

Рассмотрим примеры на расчёт параметров транзисторов.

Пример 1. Для транзистора, включённого по схеме с общим эмиттером, определить коэффициент усиления β по его входной характеристике (см. рис. 1) и выходным характеристикам (см. рис.2), если $V_{бэ} = 0,35\text{В}$; $V_{кэ} = 6,5\text{В}$. Подсчитать также

коэффициент передачи по току α и мощность P_K на коллекторе.

Решение.

1. По выходной характеристике определяем при $V_{бэ} = 0,35\text{В}$, ток базы $I_B = 250$ мкА.

2. По выходным характеристикам для $V_{кэ} = 6,5\text{В}$ и $I_B = 250$ мкА определяем ток коллектора $I_K = 16\text{мА}$.

3. На выходных характеристиках строим отрезок АВ, из которого находим:

$$\Delta I_K = AB = I_{K1} - I_{K2} = 16 - 12 = 4\text{мА};$$

Контрольная работа №2 по предмету «Электротехника и электроника»

$$\Delta I_6 = \Delta I_B = I_{B1} - I_{B2} = 250 - 200 = 50 \text{ мкА} = 0,05 \text{ мА}.$$

4. Определяем коэффициент усиления:

$$\beta = \Delta I_K / \Delta I_B = 4 / 0,05 = 80.$$

5. Определяем коэффициент передачи по току:

$$\alpha = \frac{\beta}{1 + \beta} = \frac{80}{80 + 1} = 0,98.$$

6. Определяем мощность на коллекторе:

$$P_K = V_{KЭ} I_K = 6,5 \cdot 16 = 104 \text{ мВт} = 0,104 \text{ Вт}.$$

Пример 2. Для транзистора включенного по схеме с общим эмиттером, найти ток базы I_B , ток коллектора I_K и напряжение на коллекторе $V_{KЭ}$, если напряжение $V_{БЭ} = 0,35 \text{ В}$; напряжение питания $E_K = 20 \text{ В}$; сопротивление нагрузки в цепи коллектора $R_K = 0,8 \text{ кОм}$. Входная и выходная характеристики транзистора приведены на рис. 1 и 2.

Перед решением этого примера приведём некоторые пояснения. Для коллекторной цепи усилительного каскада в соответствии со вторым законом Кирхгофа можно записать уравнение: $E_K = V_{KЭ} + I_K R_K$, то есть сумма напряжений на резисторе R_K и коллекторного напряжения $V_{KЭ}$ всегда E_K - э.д.с. источника питания.

Расчёт такой нелинейной цепи, то есть определение I_K и $V_{KЭ}$ для различных значений токов базы I_B и сопротивления резистора R_K можно произвести графически.

Для этого на семействе выходных характеристик необходимо произвести из точки на оси абсцисс вольтамперную характеристику резистора, удовлетворяющую уравнению:

$$V_{KЭ} = E_K - I_K R_K.$$

Эту характеристику удобно строить по двум точкам: $E_K = V_{KЭ}$ при $I_K = 0$ на оси абсцисс и $I_K = E_K / R_K$ при $V_{KЭ} = 0$ на оси координат.

Построенную таким образом вольтамперную характеристику коллекторного резистора R_K часто называют линией нагрузки.

Точки пересечения её с коллекторными выходными характеристиками дают графическое решение уравнения для данного резистора R_K и различных значений тока базы I_B .

Решение.

1. Откладываем на оси абсцисс точку $V_{KЭ} = E_K = 20 \text{ В}$, а на оси ординат точку, соответствующую $I_K = E_K / R_K = 20 / 800 = 0,025 \text{ А} = 25 \text{ мА}$.

2. Соединим эти точки прямой и получим линию нагрузки.

3. Находим во входной характеристике для $V_{БЭ} = 0,35 \text{ В}$ ток базы $I_B = 250 \text{ мкА}$.

4. Находим на выходных характеристиках точку А при пересечении линии нагрузки с характеристикой, соответствующей $I_B = 250 \text{ мкА}$.

5. Определяем для точки А ток коллектора $I_K = 17 \text{ мА}$ и напряжением $V_{KЭ} = 7 \text{ В}$.

Методические указания к решению задачи № 2.

При решении второй задачи необходимо выполнить расчёт выпрямителя переменного тока со сглаживающим фильтром. Целью расчёта является определение неизвестных параметров выпрямительной схемы и фильтра, а также

Контрольная работа №2 по предмету «Электротехника и электроника»

подбор элементов выпрямителя в соответствии с таблицей вариантов, в которой неизвестные величины обозначены знаком вопроса.

В процессе расчёта необходимо определить количество диодов, которые надо включить в схему выпрямителя, чтобы обеспечить выполнение условий:

$$I_B \leq I_{\text{доп}}; V_B \leq V_{\text{обр.}}$$

где, I_B - ток, проходящий через вентиль в заданной схеме;

V_B - обратное напряжение на вентиле, действующее в заданной схеме.

Величины I_B и V_B определяются по заданной величине напряжений $V_{\text{обр.}}$ и тока нагрузки $I_{\text{доп}}$ на основании соотношений из табл. 1;

$I_{\text{доп}}$ - допустимое значение тока для заданного диода (табл.4)

$V_{\text{обр.}}$ - допустимое значение обратного напряжения для заданного диода (табл.4).

Т а б л и ц а 1 - Основные соотношения для расчёта выпрямителей

№ схемы	Тип схемы	I _B	V _{обр}
1	Однополупериодная	I ₀	3.14V ₀
2	Двухполупериодная со средней точкой	0.5 I ₀	3.14 V ₀
3	Мостовая однофазная	0.5 I ₀	1.57 V ₀
4	Трёхфазная с нулевым выводом	I ₀	2.1 V ₀

Число диодов, включаемых параллельно или последовательно для обеспечения условий по току и обратному напряжению, определяется по формулам:

$$n \geq \frac{I_B}{I_{\text{доп}}}; n \geq \frac{V_B}{V_{\text{обр.}}}$$

В процессе расчёта сглаживающего фильтра необходимо определить величины индуктивности дросселя (L_ф), ёмкости (C_ф) или резистора (R_ф) фильтра по заданной величине коэффициента сглаживания S или коэффициента пульсаций на выходе фильтра q₂:

$$S = q_1 q_2,$$

Где q₁ - коэффициент пульсаций в заданной схеме, зависящий от фазности выпрямителя.

Величина q₁ обратно пропорциональна частоте пульсаций тока, которая определяется типом схемы. Принято считать двухполупериодные схемы выпрямления, у которых частота пульсаций вдвое больше частоты сети, двухфазными.

Т а б л и ц а 2 – Значение коэффициента пульсации

Число фаз m	1	2	3
Кэф. пульсации q	1,57	0,667	0,250

Контрольная работа №2 по предмету «Электротехника и электроника»

В случае применения индуктивного фильтра величина индуктивного дросселя может быть определена по формуле:

$$L = \frac{SR_H}{m\omega}; \text{ Гн}$$

где R_H - сопротивление нагрузки, Ом;

m - число фаз;

ω - угловая частота сети.

Величина ёмкости конденсатора в случае простого ёмкостного фильтра определяется по формуле:

$$C = \frac{S \cdot 10^6}{R_H}, \text{ мкФ}$$

Для Г - образного LC -фильтра вначале определяется параметр фильтра в виде произведения $L_\phi C_\phi$, а затем по известной одной из двух величин (индуктивность или ёмкость) определяется другая.

$$L_\phi C_\phi \approx \frac{10S}{m^2},$$

Где L_ϕ берётся в Гн, а C_ϕ в мкФ.

Аналогично поступают в случае применения Г - образного фильтра:

$$R_\phi C_\phi \approx \frac{S \cdot 10^4 \cdot 3}{m},$$

Где R_ϕ берётся в Ом, C_ϕ - в мкФ.

Для Г - образных фильтров формулы приведены для сети с частотой $J = 50$ Гц .

Правильность расчёта величины R_a для RC - фильтра может быть приведена с помощью соотношения:

$$\frac{R_H}{R_H + R_\phi} = 0,5 + 0,9$$

Где R_H - сопротивление нагрузки.

Пример 3.

Мостовой однофазный выпрямитель с Г - образным фильтром типа LC должен питать нагрузку сопротивлением $R_H = 200$ Ом постоянным напряжением $V_0 = 200$ В при коэффициенте пульсации $q_2 = 0,05$.

В качестве вентиля в схеме применять диод типа Д226Б. дроссель фильтра имеет индуктивность $L_\phi = 5$ Гц. Определить:

- 1) количество диодов для схемы;
- 2) величину ёмкости для фильтра.

Р е ш е н и е .

1. Определим величину тока нагрузки:

$$I_H = \frac{V_0}{R_H} = \frac{200}{200} = 1 \text{ А.}$$

Контрольная работа №2 по предмету «Электротехника и электроника»

Определим величину тока через вентиль в мостовой схеме согласно табл. 1:

$$I_B = 0,5 I_0 = 0,5 \cdot 1 = 0,5 \text{ A.}$$

Определим обратное напряжение, действующее на вентиль в схеме согласно табл.1:

$$V_B = 1,57 V_0 = 1,57 \cdot 200 = 314 \text{ В.}$$

4. Проверяем заданный диод по параметрам $I_{\text{дон}}$ и $V_{\text{обр.}}$.

а) выписываем из таблицы параметры диода :

$$I_{\text{дон}} = 0,3 \text{ A.} \quad V_{\text{обр.}} = 400 \text{ В;}$$

б) проверяем условия уравнений:

$$I_{\text{дон}} \geq I_B; \quad V_{\text{обр.}} \geq V_B.$$

$0,3 < 0,5; 400 > 314$, следовательно условие по току не выполняется.

5. Определяем число диодов которые надо включить параллельно для обеспечения условия по току:

$$n \geq \frac{I_B}{I_{\text{дон}}} \geq \frac{0,5}{0,3} \geq 1,66$$

Принимаем $n = 2$.

6. Определим количество диодов для схемы:

$$N = n \cdot 4 = 2 \cdot 4 = 8 \text{ шт.}$$

7. Определяем коэффициент сглаживания фильтра:

$$S = \frac{q_1}{q_2} = \frac{0,667}{0,5} = 13,34$$

8. Определяем параметр сглаживания фильтра:

$$L_{\phi} C_{\phi} = \frac{10 \cdot S}{m^2} = \frac{10 \cdot 13,34}{2^2} = 33,36 \text{ Гн. мкФ}$$

9. Определим величину ёмкости фильтра:

$$C_{\phi} = \frac{L_{\phi} C_{\phi}}{L_{\phi}} = \frac{33,36}{5} = 6,67 \text{ мкф}$$

Методические указания к решению задачи № 3

Задача №3 относится к теме «Электронные усилители». Перед её решением изучите материал данной темы.

Задача 1. Для транзистора, включённого по схеме с общим эмиттером, заданы напряжение на базе $V_{бэ}$, сопротивление нагрузки R_k и напряжение источника питания E_k . Используя входную и выходную характеристики, определить напряжение на коллекторе $V_{кэ}$, ток коллектора I_k , коэффициент усиления β и мощность на коллекторе P_k . Определить также коэффициент передачи по току α . Данные для своего варианта взять из таблицы 5.

Задача 2. Выпрямитель со сглаживающим фильтром должен питать нагрузку током I_0 при напряжении V_0 . Коэффициент сглаживания фильтра - S , коэффициент пульсаций на выходе - q_2 .

Контрольная работа №2 по предмету «Электротехника и электроника»

Типы выпрямительной схемы, фильтра, диода и необходимые данные для расчёта по соответствующему варианту приведены в табл. 3, 4.

Необходимо:

- а) определить количество диодов для выпрямителя;
- б) определить величины, отмеченные знаком вопроса в таблице;
- в) начертить схему выпрямителя согласно расчёту;
- г) расшифровать маркировку диода.

Задача 3. Составить схему усилителя из предложенных элементов. Описать назначения элементов.

Варианты 1-5 – рисунок 1 приложения Б.

Варианты 6-10 – рисунок 2 приложения Б.

Варианты 11-15 – рисунок 3 приложения Б.

Варианты 16-20 – рисунок 4 приложения Б.

Задача 4. Ответить на вопрос своего варианта.

Задача 5. Ответить а вопрос своего варианта.

Вопросы контрольной работы №2

Задания 4

- 1 Структурная схема выпрямления, назначение блоков.
- 2 Однополупериодный выпрямитель. Схема выпрямления, принцип работы, анализ
- 3 С какой' в схемах выпрямителей диоды соединяются между собой параллельно или последовательно.
- 4 Двухполупериодная схема выпрямления с выводом средней точки. Анализ работы схемы.
- 5 Мостовая схема двухполупериодного выпрямителя. Анализ работы схемы.
- 6 Выпрямители с умножением напряжения. Принцип работы, назначение.
- 7Трехфазные выпрямители. Анализ работы схемы.
- 8 Сглаживающие фильтры. Анализ работы схем, параметры фильтров.
- 9 Управляемые выпрямители. Анализ работы.
- 10 Привести классификацию электронных усилителей.
- 11 Привести основные технические показатели усилительного каскада.
- 12 Принцип работы усилителя низкой частоты на транзисторах.
- 13 Выходные каскады усилителей. Преимущества двухтактного усилителя мощности.
- 14 Автогенераторы БС - типа.
- 15 Автогенераторы КС — типа.
- 16 Общие сведения в микроэлектронике
- 17 Диоды резисторы полупроводниковых ИМС.
- 18 Конденсаторы, изоляция элементов полупроводниковых ИМС.
- 19 Классификация интегральных микросхем .
- 20 Система обозначений интегральных микросхем.

Контрольная работа №2 по предмету «Электротехника и электроника»

Задания 5

1-11 Объяснить физический смысл электронной и дырочной проводимости примесных полупроводников пояснить процесс образования р-п-перехода и привести вольтамперную характеристику полупроводникового диода.

2-12 Выпрямительные диоды, стабилитроны, варикаты, СВЧ – диоды туннельные диод, параллельные УГО, маркировка.

3-13 Классификация транзисторов, система обозначений устройство биполярных транзисторов, УГО структуры р-п-р и п-р-п

4-14 Устройство и принцип действия полевых транзисторов с управлением р-п-переходом.

5-15 МДП - транзисторы с индуцированным каналом. Устройствами принцип действия.

6-16 Динисторы; структура, маркировка, параметры, назначение.

7-17 Тринисторы, способы управления; назначение, маркировка, параметры.

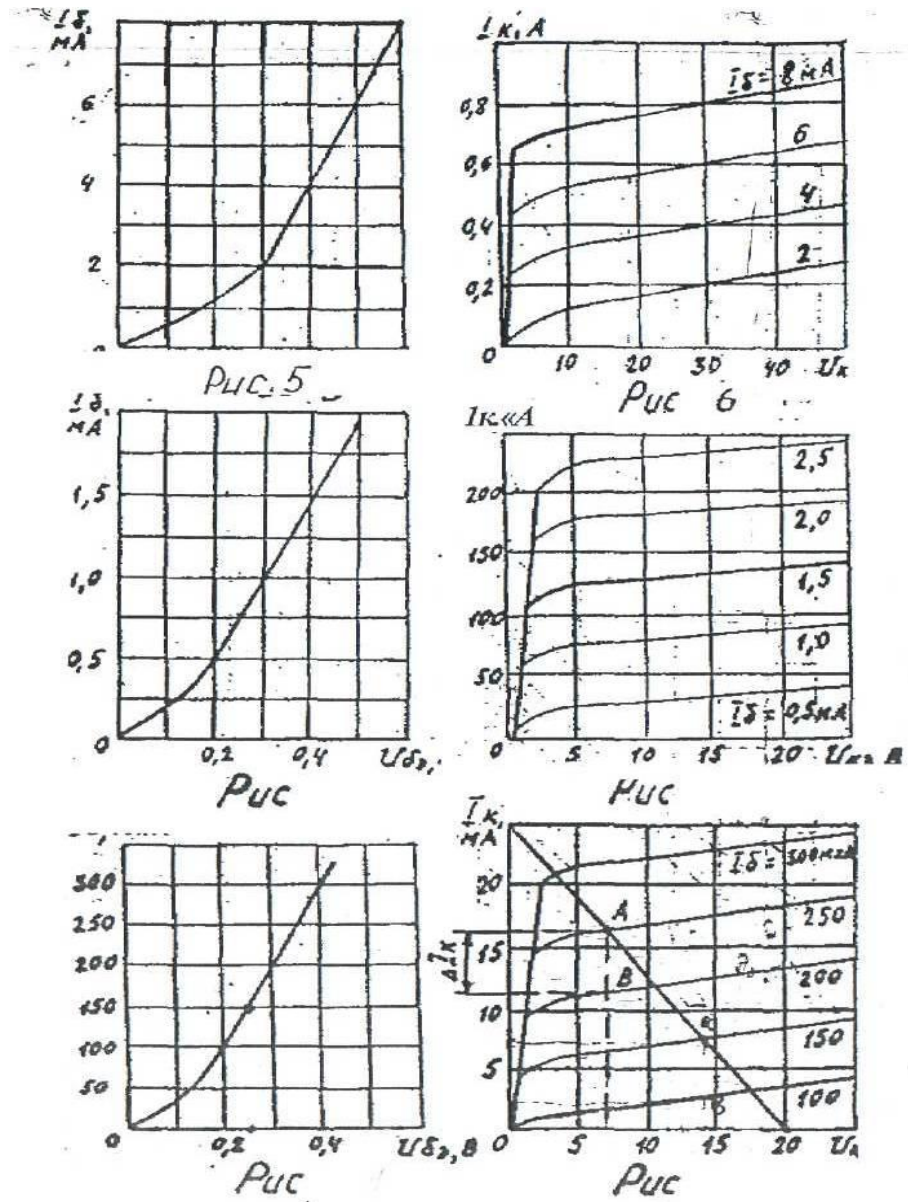
8-18 Фоторезисторы: конструкция, принцип работы, маркировка, назначение.

9-19 Фотодиоды: маркировка, назначение, применение.

10-20 Фототранзисторы и фототеристоры. Параметры, маркировка.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Входные и выходные характеристики транзисторов.



ПРИЛОЖЕНИЕ Б
Элементы для схем усилителей

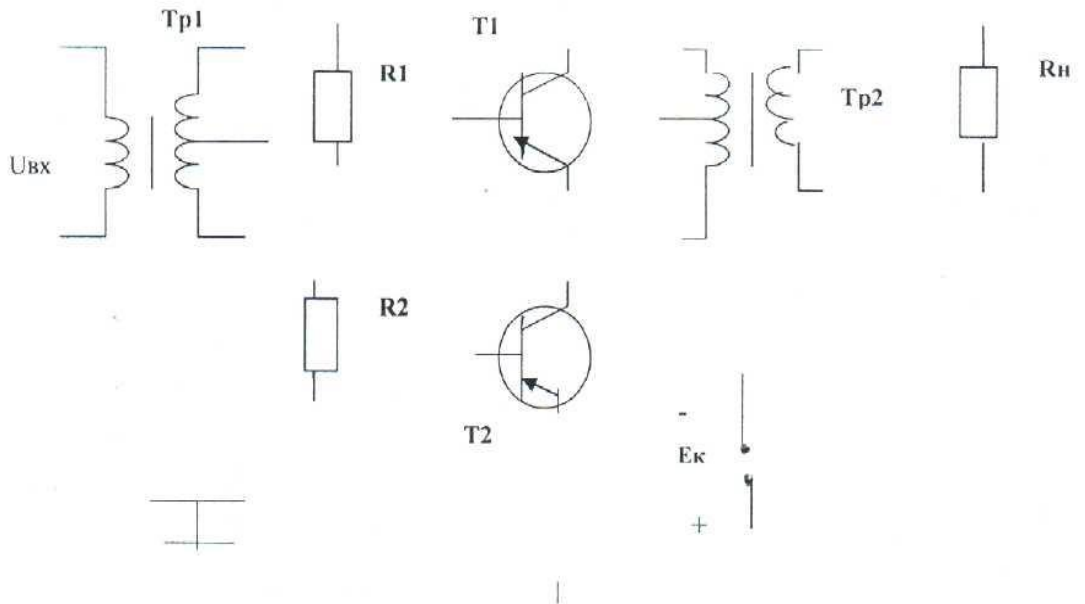


Рис. 1

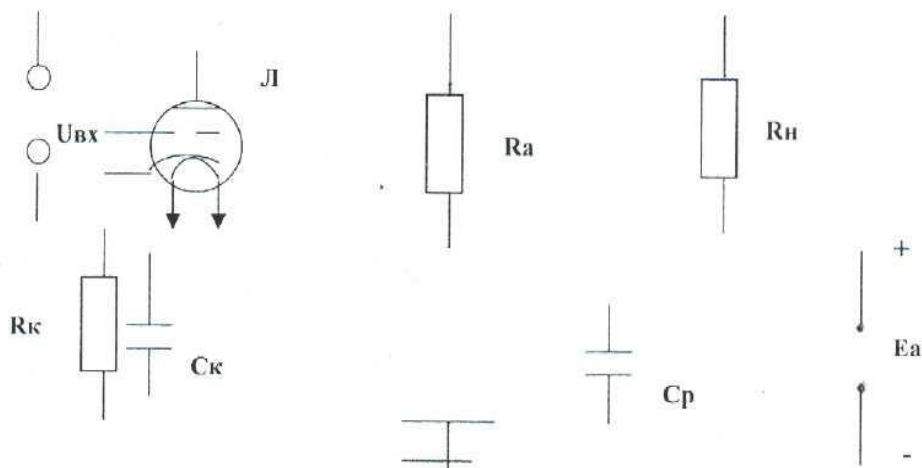


Рис. 2

Контрольная работа №2 по предмету «Электротехника и электроника»

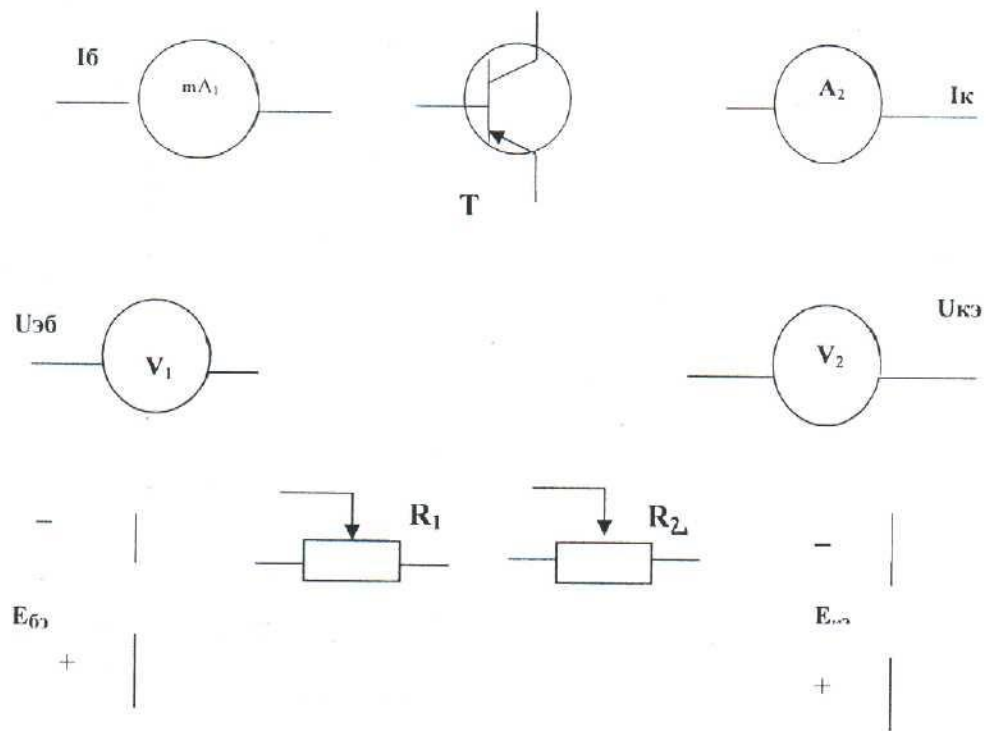


Рис. 3

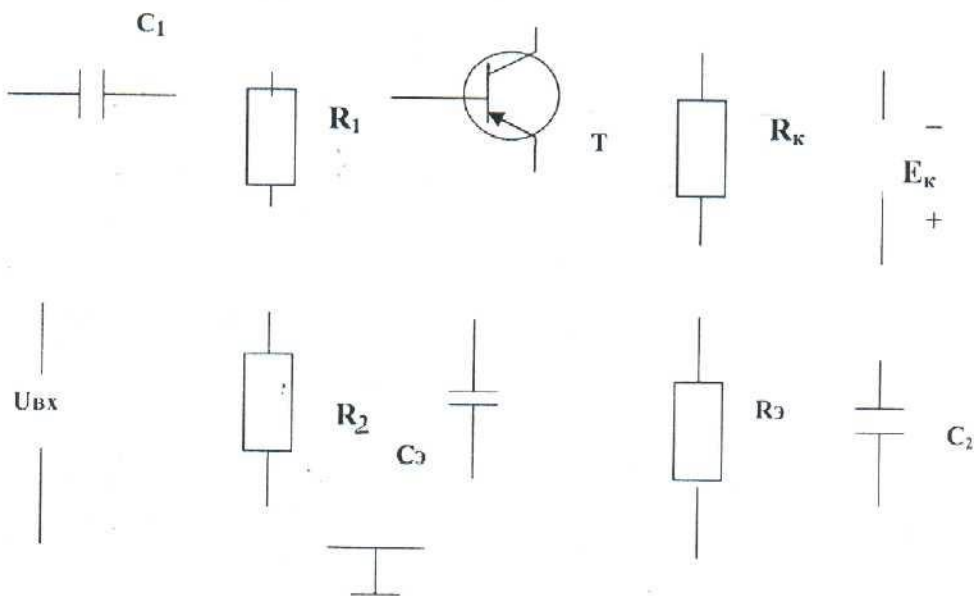


Рис. 4

Контрольная работа №2 по предмету «Электротехника и электроника»

Таблица 3 – Исходные данные к задаче 2

Вариант	№ схемы	U_0, A	I_0, A	S	q_2	$L_{ф.гн}$	$C_{ф.}$	$R_{ф.}$	Тип фильтра	Тип диода
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	2	200	1,0	20	?	?	-	-	L	КД205А
2	4	400	10,0	10	?	?	50	-	LC	КД202Р
3	1	600	0,005	50	?	-	?	20	RC	КД105В
4	8	200	2,0	10	?	-	?	-	C	КД202Д
5	2	150	2,0	?	0,05	-	?	-	C	КД209В
6	4	250	20,0	?	0,005	-	?	-	C	КД206А
7	1	800	0,01	10	?	-	4	?	RC	КД205И
8	1	500	1,0	50	?	-	?	-	C	КД202Л
9	2	100	0,05	?	0,02	2	?	-	LC	АД112А
10	4	200	10,0	20	?	0,5	?	-	LC	КД206А
11	1	100	1,0	30	?	-	?	-	C	КД208А
12	3	250	3,0	?	0,01	?	20	-	LC	КД205А
13	3	25	5,0	?	0,01	?	-	-	L	КД202А
14	4	400	15,0	70	?	-	?	-	C	КД206А
15	1	500	0,01	20	?	-	10	?	RC	КД105В
16	2	50	5,0	?	0,1	?	-	-	L	КД202А
17	4	200	30,0	?	0,01	-	?	-	C	КД202Р
18	1	200	1,0	?	0,1	?	30	-	LC	КД205И
19	3	50	0,5	50	?	4	?	-	LC	КД109А
20	2	150	6,0	30	?	?	20	-	LC	КД202Р
21	3	200	7,0	?	0,02	-	?	-	C	КД202Л
22	4	300	20,0	20	?	-	?	-	C	КД206А
23	2	30	1,0	?	0,03	?	-	-	L	КД204В
24	3	50	5,0	15	?	?	-	-	L	КД202А
25	1	50	1,0	10	?	?	10	-	LC	КД205Л
26	2	220	1,0	?	0,025	-	?	-	C	КД205В
27	3	220	5,0	?	0,04	8	?	-	LC	КД202Л
28	4	500	10,0	50	?	-	?	-	C	КД206А
29	1	500	0,03	10	?	-	12	?	RC	КД105В
30	2	60	0,8	100	?	?	-	-	L	КД102А
31	3	150	0,5	?	0,06	-	?	-	C	КД204Б
32	4	400	5,0	?	0,025	-	?	-	C	КД202Р
33	4	300	40,0	?	0,015	10	?	-	LC	КД206А
34	2	250	0,25	0	0,008	6	?	-	C	КД205А
35	4	200	50,0	55	?	-	?	-	C	КД202Р

Контрольная работа №2 по предмету «Электротехника и электроника»

Таблица 4 – Технические данные полупроводниковых диодов.

Тип диода	$I_{\text{доп}}$, А	$U_{\text{обр}}$, В
АД112А	0,3	50
КД102А	0,1	250
КД103Б	0,1	50
КД105В	0,03	600
КД109А	0,3	100
КД202А	3,0	50
КД202Д	1,0	200
КД202Л	1,0	400
КД202Р	3,0	600
КД204Б	0,35	200
КД204В	0,6	50
КД205А	0,5	500
КД205В	0,5	300
КД205И	0,3	700
КД205Л	0,7	200
КД206А	10,0	400
КД208А	1,0	100
КД209В	0,5	800

Таблица 5 – Исходные данные к задаче 1

Номер варианта	Номер рисунка	$U_{к9}$, В	$R_{к, КО_m}$	$E_{к}$, В
1;11	5;3	0;3	4,04	40
2;12	3;4	0;2	0,1	20
3;13	1;2	0;2	1,0	20
4;14	5;6	0;3	0,03	30
5;15	3;4	0;3	0,075	15
6;16	1;2	0;25	2,5	25
7;17	5;6	0;4	0,05	40
8;18	3;4	0;4	0,1	20
9;19	1;2	0;3	0,8	20
10;20	5;6	0;4	0,05	30