

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Т.В. Карпова

**Электроника:
Лабораторный
практикум**

Благовещенск

2021

*Печатается по решению
редакционно-издательского совета
энергетического факультета
Амурского государственного
университета*

Карпова Т.В. Электроника: Лабораторный практикум: учебно-методическое пособие.- Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2021.

Пособие предназначено для выполнения лабораторных работ по курсу «Электроника» для бакалавров по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» дневной и заочной форм обучения. Лабораторные работы выполняются на стенде «ЭВ 4».

Рецензенты: доцент каф. АППиЭ, канд. техн. наук А.Н. Рыбалёв

В авторской редакции

© Амурский государственный университет, 2021

© Карпова Т.В.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА «ЭВ 4»

В пособии рассматривается комплекс лабораторных работ по курсу «Электроника», предназначенный для студентов дневного и заочного отделения всех специальностей.

Лабораторные работы по данному курсу проводятся на универсальном лабораторном стенде «ЭВ 4», на панелях:

№1 – для проведения лабораторных работ «Исследование транзистора p-n-p, включенного по схеме с общим эмиттером» и «Однокаскадный усилитель».

№5 – для проведения лабораторных работ «Двухкаскадный усилитель на транзисторе» и «Однофазные выпрямительные устройства»

№6 – для проведения лабораторной работы «Исследование полупроводникового диода».

Краткое описание стенда «ЭВ 4», общие рекомендации по выполнению лабораторных работ, вопросы по технике безопасности приводятся в учебном пособии к лабораторным работам по разделу «Электрические цепи». Эти требования и сведения относятся к настоящему пособию, поэтому здесь не приводятся.

В ходе лабораторных работ по курсу «Электроника» проводятся экспериментальные исследования физических явлений, протекающих в электронных устройствах, определяются их важнейшие параметры и характеристики.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Лабораторная работа № 1	5
2. Лабораторная работа № 2	9
3. Лабораторная работа № 3	16
4. Лабораторная работа № 4	24
5. Лабораторная работа № 5	31
6. Приложение А	38
7. Приложение Б	117
8. Библиографический список	133

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ДИОДА.

1.1. Цель работы.

- 1.1.1. Ознакомиться с графическим методом расчета нелинейных цепей постоянного тока.
- 1.1.2. Снять прямую вольт-амперную характеристику диода, лампы.
- 1.1.3. Ознакомиться с графическим методом расчета простейших нелинейных цепей постоянного тока.

1.2. Краткие теоретические сведения.

Электрическую цепь называют нелинейной, если она содержит элементы, параметры которых зависят от значений или направлений тока и напряжения. Вольт-амперные характеристики этих элементов нелинейны. Электрическое состояние нелинейной цепи постоянного тока, как линейной, описывается системой алгебраических уравнений, составленных по первому и второму закону Кирхгофа. Уравнения, составленные по этим законам для нелинейных цепей, являются нелинейными алгебраическими уравнениями. Как известно, общих аналитических методов решения нелинейных уравнений нет, поэтому в общем случае решение таких задач осуществляется численными методами математики с использованием ЭВМ. Однако при анализе и расчете простейших нелинейных цепей постоянного тока применяются графоаналитические методы. При этом вольт-амперные характеристики нелинейных элементов ($U=f(I)$) задаются или снимаются экспериментально, а нелинейная цепь заменяется эквивалентной (метод преобразований), вольт-амперная характеристика эквивалентного элемента также нелинейна и может быть построена путем суммирования вольт-амперных характеристик отдельных нелинейных элементов.

1.3. Исследуемые схемы электрических цепей.

Лабораторная работа проводится на панели №6 секции электрических цепей. В работе используется полупроводниковый диод (Д) и лампа накаливания (Л). Входное напряжение подается от регулируемого источника напряжения постоянного тока (0-220) В. Для снятия вольт-амперных характеристик собирается цепь (рис.2) принципиальная схема которой представлена на рис. 1.

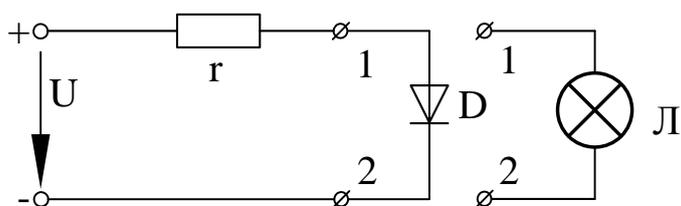


Рис 1.

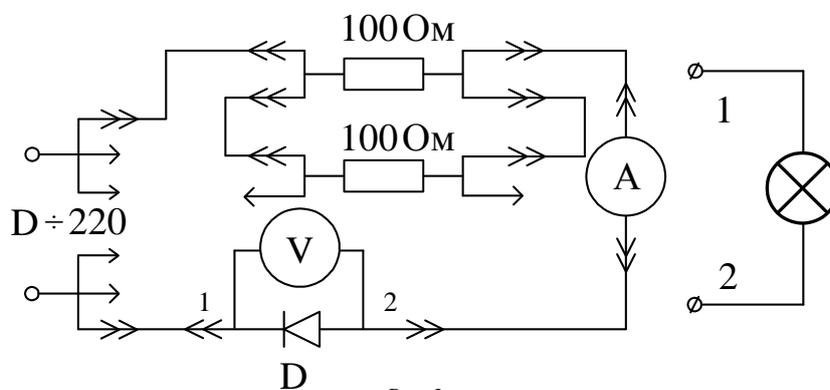


Рис 2.

Для снятия вольт-амперных характеристик при последовательном и параллельном соединении резистора и лампы ($U=127$ В, $P=0$ Вт) собираются соответственно схемы, показанные на рис. 3 и 4.

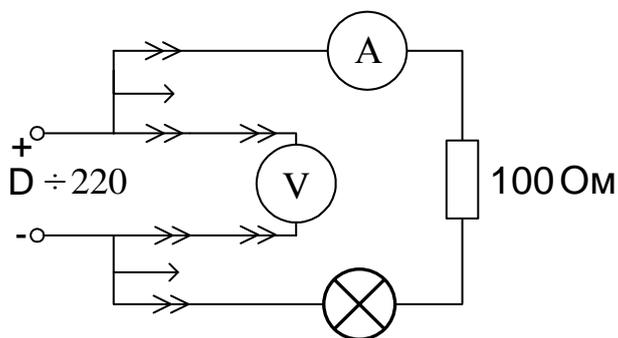


Рис 3.

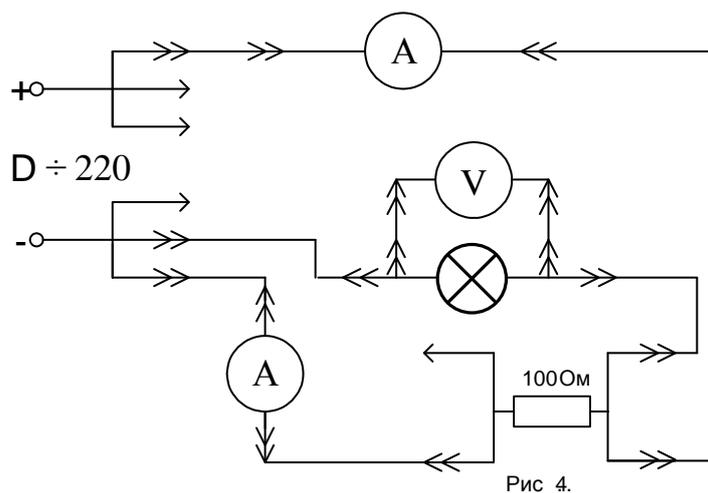


Рис 4.

1.4. Программа работы.

1.4.1. Собрать электрическую цепь (рис.1). Снять вольт-амперные характеристики диода. При этом измеренным значения тока и напряжения на входе от 0 до значения, при котором ток в цепи будет равен 2 А (6-7 измерений). Результаты опыта занести в табл. 1.

1.4.2. По измерительным значениям тока и напряжения построить прямую ветвь вольт-амперной характеристики диода.

1.4.3. Заменить в монтажной схеме (рис.2) диод на лампу накаливания. Снять вольт-амперную характеристику лампы изменяя входное напряжение от 0 до 150 В (5-6 измерений через каждые 30 В). Результат опыта занести в табл. 1.

1.4.4. По измеренным значениям тока и напряжения построить вольт-амперную характеристику лампы.

1.4.5. Собрать электрическую цепь (рис.3). Снять вольт-амперную характеристику при последовательном соединении резистора и лампы изменяя входное напряжение от 0 до 150 В (5-6 измерений). Результаты занести в табл. 2.

1.4.6. Построить в одной координатной системе ВАХ лампы и резистора и ВАХ всей цепи сложнее производить по напряжению, т. к. ток общий. Построить в той же координатной системе ВАХ цепи (рис.3) по результатам измерений. Сделать выводы.

1.4.7. Собрать электрическую цепь (рис.4). Снять вольт-амперную характеристику при параллельном соединении лампы и резистора, изменяя напряжение на входе от 0 до 150 В, но ток в цепи резистора не должен превышать 0,7 А.

1.4.8. Построить вольт-амперную характеристику всей цепи (рис.4) по результатам измерений и сравнить ее с вольт-амперной характеристикой цепи, полученной при сложении ВАХ лампы и резистора по току, т. к. напряжение на них общее. Сделать выводы.

Таблица 1

Диод	U,В								
	I,А								2
Лампа	U,В								150
	I,А								

Таблица 2

ПОСЛЕД ОВАТЕЛЬ НОЕ СОЕДИН ЕНИЕ	U , В	0							1 5 0
	I , А								
ПАРАЛЛ ЕЛЬНОЕ СОЕДИН ЕНИЕ	U , В	0							1 5 0
	I , А								

1.5. Контрольные вопросы.

1.5.1. Какие электрические цепи называют нелинейными?

1.5.2. Справедливы ли законы Кирхгофа для нелинейных электрических цепей?

1.5.3. Классификация диодов и их основные параметры?

1.5.4. Сущность метода эквивалентных преобразований при расчете нелинейных цепей постоянного тока.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

ОДНОФАЗНЫЕ ВЫПРЯМИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

2.1. Цель работы: исследование одно- и двухполупериодных выпрямительных устройств; исследование влияния сглаживающих фильтров на выпрямленные напряжения и ток.

2.2. Краткие теоритические сведения

Выпрямителем называется устройство, предназначенное для преобразования энергии источника переменного тока в постоянный.

Выпрямительные устройства обычно состоят из трех основных элементов: трансформатора, электрического вентиля и сглаживающего фильтра.

С помощью трансформатора вторичное напряжение U_2 понижают или повышают при заданном первичном напряжении U_1 с целью получения требуемой величины постоянного напряжения на выходе.

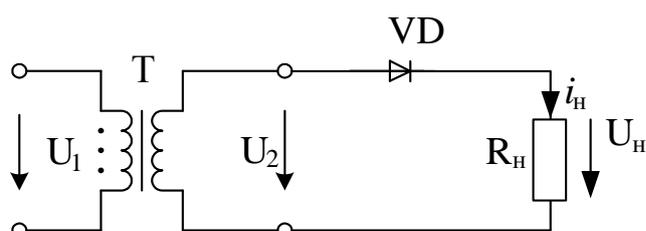


Рисунок 5.

Электрический вентиль является основой выпрямителя, представляет собой один или несколько диодов, соединенных по определенной схеме.

Сглаживающие фильтры необходимы для уменьшения пульсаций переменного тока и напряжения на выходе выпрямительного устройства.

В зависимости от условий работы и требований, предъявляемых к выпрямительным устройствам, его отдельные узлы могут отсутствовать. Для выпрямления однофазного переменного тока применяются выпрямители однополупериодные и двухполупериодные. Схема однофазного однополупериодного выпрямителя представлена на рис. 5.

При подаче переменного синусоидального напряжения на первичную обмотку трансформатора напряжения на зажимах его вторичной обмотки также будет синусоидальным:

$$U_2 = U_{2m} \sin \omega t.$$

Диод проводит электрический ток только в том случае, когда его анод относительно катода имеет положительный потенциал, т.е. в нагрузке r_H только в этот момент появляется ток i_H . Когда же потенциал анода относительно катода отрицателен, ток в нагрузке отсутствует.

Таким образом, ток в резисторе r_H имеет пульсирующий характер, т. е. протекает только в одном направлении.

На рис. 6 показаны временные диаграммы напряжений и токов однополупериодного выпрямителя.

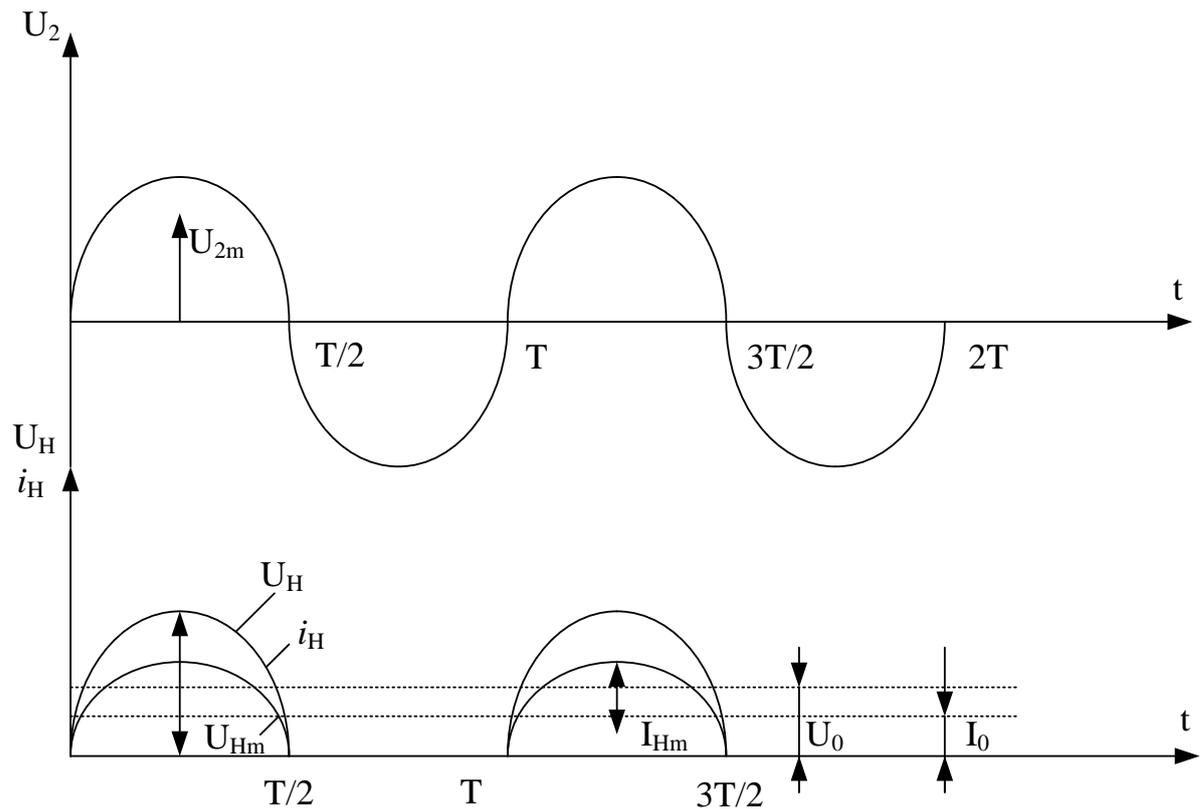


Рисунок 6.

Постоянная составляющая выпрямленного напряжения:

$$U_0 = I_0 r_H = \frac{I_m}{\pi} \cdot r_H = \frac{U_{2m}}{\pi} = \frac{U_2 \sqrt{2}}{\pi} = 0.45 U_2, \quad (2.1)$$

где I_0 – постоянная составляющая тока;

$U_{2m} = I_m r_H$ – амплитудное значение вторичного напряжения;

U_2 – действующее значение вторичного напряжения трансформатора.

Для оценки пульсаций вводится коэффициент пульсаций $K_{\Pi} = \frac{\hat{E}_i}{\hat{A}_0}$,

где A_m – амплитуда наиболее выраженной гармоники выпрямленного напряжения или тока;

A_0 – постоянная составляющая напряжения или тока.

Для однополупериодного выпрямителя $K_{\Pi} \approx 1,57$.

Схемы двухполупериодного выпрямителя более эффективны, т.к.:

а) среднее значение U и I в 2 раза больше;

б) коэффициент пульсации меньше - $K_{\Pi} \approx 0,67$.

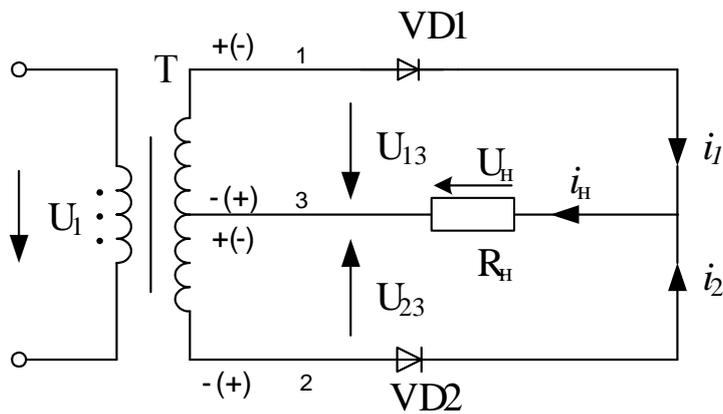


Рисунок 7.

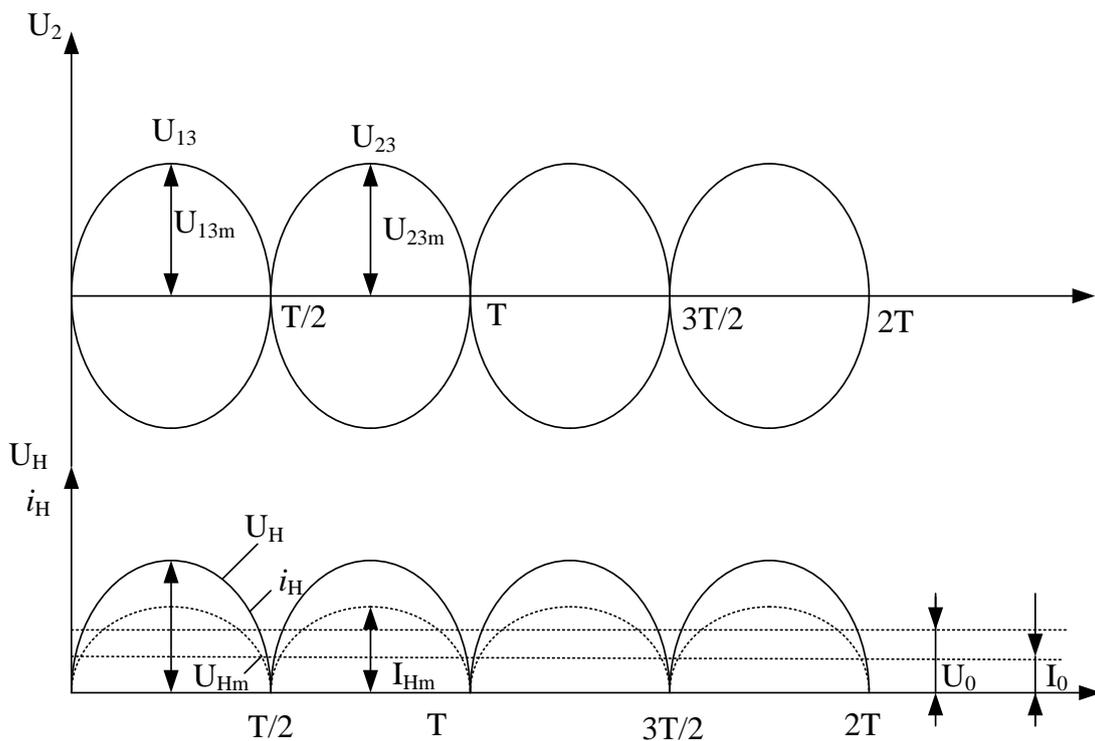


Рисунок 8.

Пример схемы двухполупериодного выпрямителя на рис. 7. Это сочетание двух однополупериодных выпрямителей с общей нагрузкой, причем выпрямитель имеет вывод средней точки вторичной обмотки трансформатора:

$$U_2 = U_{13} = U_{23}.$$

Временные диаграммы напряжений и токов двухполупериодного выпрямителя изображены на рис. 8.

Постоянная составляющая выпрямительного напряжения:

$$U_0 = I_0 r_H = \frac{2I_m}{\pi} \cdot r_H = \frac{2U_{2m}}{\pi} = \frac{2U_2\sqrt{2}}{\pi} = 0.9U_2. \quad (2.2)$$

Для уменьшения коэффициента пульсаций выпрямительного напряжения используют сглаживающие фильтры.

В качестве фильтров могут быть использованы:

а) конденсатор, к.т. с ростом частоты емкостное сопротивление уменьшается: емкостный фильтр включают параллельно нагрузке (рис. 9);

б) индуктивная катушка, к.т. с ростом частоты ее сопротивления увеличивается; индуктивный фильтр включают последовательно нагрузке (рис. 10);

в) смешанный фильтр, состоящий из конденсатора и индуктивной катушки.

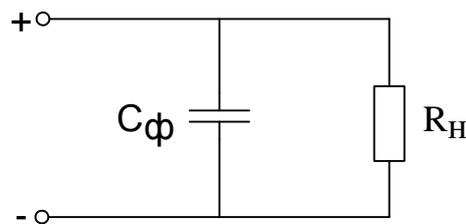


Рисунок 9.

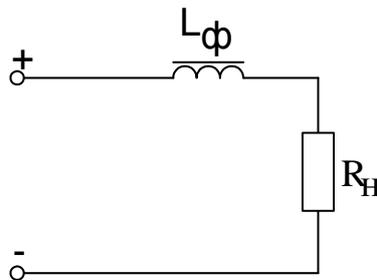


Рисунок 10.

2.3. Рабочая схема

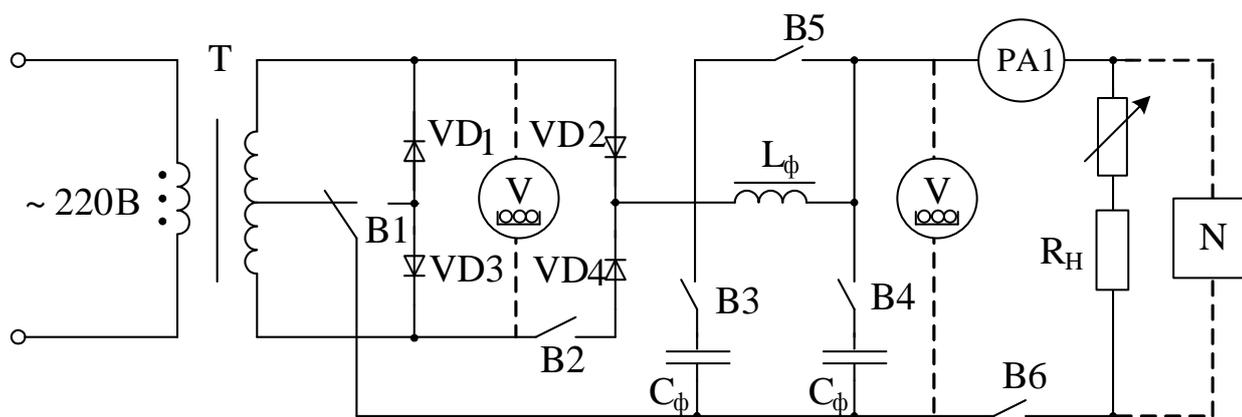


Рисунок 11.

2.4. Программа работы

2.4.1. Лабораторная работа выполняется на панели №5. Следует ознакомиться с однофазным выпрямительным устройством, схема которого приведена на рис. 11.

2.4.2. К исследуемому выпрямителю подключить:

- а) цифровые вольтметры для измерения вторичного напряжения трансформатора и выпрямленного напряжения на нагрузке;
- б) амперметр для измерения выпрямленного тока при нагрузке;
- в) осциллограф для наблюдения и регистрации формы выпрямленного напряжения на нагрузке;
- г) источник питания выпрямителя – источник регулируемого напряжения, установив $U_{ВХ}=U_1=220$ В.

2.4.3. Исследовать выпрямитель, собранный по однополупериодной схеме при работе без сглаживающих фильтров. При этом выключатели B₂, B₃ и B₄ разомкнуты, выключатель B₁ в положении «Вык.», выключатели B₅ и B₆ замкнуты. Результаты измерений занести в табл. 3. На экране осциллографа установить размер осциллограммы по вертикали 30–40 мм и зарисовать осциллограмму. Осциллограммы всех последующих опытов должны быть зарисованы в принятом масштабе при неизменной частоте.

2.4.4. Исследовать выпрямитель, собранный по однополупериодной схеме при работе с сглаживающими фильтрами:

- а) емкостными, при этом выключатели B_3 и B_4 замкнуты;
- б) индуктивным (выключатель B_5 разомкнут);
- в) смешанными (выключатели B_3 и B_4 замкнуты, B_5 разомкнут).

Результаты измерений занести в табл. 3. С осциллографа зарисовать осциллограммы.

2.4.5. Исследовать выпрямитель, собранный по двухполупериодной схеме, при этом выключатель B_2 замкнут. Опыты провести при работе выпрямителя без сглаживающих фильтров и с сглаживающими фильтрами, аналогично пунктам 2.4.3. и 2.4.4, зарисовать с осциллографа осциллограммы. Результаты занести в табл. 3.

Таблица 3

Тип ф льтра	Измерения					Вычисления			
	U_1 , В	I_0 , А	R_n , О М	U_{2M} , В	K_p	U_p , В	I_{op} , А		
Однополупериодные выпрямления									
- C_ϕ I_ϕ C_ϕ и I_ϕ									
Двухполупериодные выпрямления									
- C_ϕ I_ϕ C_ϕ и I_ϕ									

U_1 – напряжение питающей сети;

U_2, U_{2M} – половина действующего напряжения и его амплитудное значение на вторичной обмотке трансформатора;

r_n – сопротивление нагрузочных резисторов;

K_p – коэффициент пульсации;

U_{0P} , I_{0P} – расчетные выпрямительные значения и тока нагрузки (расчет по формулам (4.1) и (4.2)).

2.5. Содержание отчета

Отчет должен содержать:

2.5.1. Название и цель лабораторной работы.

2.5.2. Рабочую схему.

2.5.3. Таблица 3.

2.5.4. Осциллограммы опытов.

2.5.5. Необходимые вычисления.

2.5.6. Вывод.

2.6. Контрольные вопросы

2.6.1. В чем заключается назначение выпрямительных устройств?

2.6.2. Объясните назначение основных узлов выпрямителя.

2.6.3. Поясните принцип действия однополупериодных и двухполупериодных схем выпрямителя.

2.6.4. Объясните назначение и назовите виды сглаживающих фильтров.

2.6.5. Проведите анализ снятых осциллограмм.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАНЗИСТОРА p-n-p, ВКЛЮЧЕННОГО ПО СХЕМЕ С ОБЩИМ ЭМИТЕРОМ

3.1. Цель работы: снятие входных и выходных характеристик транзистора и определение по этим характеристикам h -параметров транзистора для схемы с общим эмиттером.

3.2. Краткие теоретические сведения

Транзистор – полупроводниковый прибор с несколькими p-n-переходами, применяемый для усиления мощности электрических сигналов. Благодаря своей управляемости и высокой надежности, а также малыми габаритами и стоимости нашел широкое применение в схемах усиления и в импульсных схемах. В соответствии с чередованием полупроводниковых слоев транзисторы разделяются на два типа: p-n-p; n-p-n. Принцип действия один и тот же, только полярность источников питания разная. Независимо от типа средняя область транзистора называется базой (Б), а крайние – эмиттером (Э) и коллектором (К). на рисунке 12 а,б показаны структурные схемы транзисторов, их условные обозначения и схемы подключения источников питания.

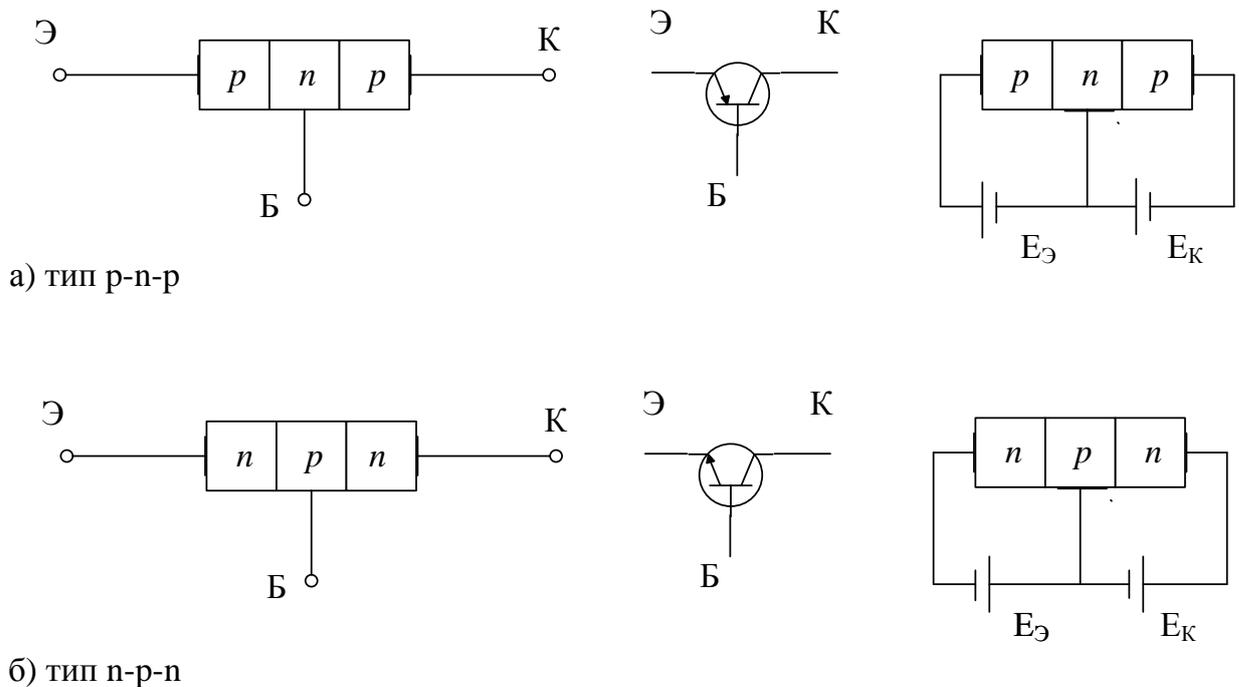


Рисунок 12.

При воздействии внешних напряжений потенциальный барьер между эмиттером и базой понижается, а между базой и коллектором увеличивается. В результате основные носители заряда эмиттерного слоя переходят в область базы, а затем в область коллектора, создавая ток коллекторного перехода. Связь между токами коллекторной и эмиттерной цепей характеризуется коэффициентом передачи тока

$$\alpha = \frac{\Delta I_K |}{\Delta I_Y |} U_K = const, \quad (3.1)$$

где $\Delta I_{K\bar{3}}$; $\Delta I_{\bar{3}}$ – приращение коллекторного и эмиттерного токов. В зависимости от того, какой из выводов транзистора является общим для входной и выходной цепей, различают три способа включения транзистора: с общей базой (ОБ), с общим эмиттером (ОЭ) и с общим коллектором (ОК). Рассмотрим основные усилительные схемы на транзисторах, исходя из предположения, что работа транзистора происходит на линейных участках его характеристик. Независимо от схемы включения основными показателями транзисторного усилительного каскада являются:

1) коэффициент усиления по току:

$$K_1 = \frac{\Delta I_{\hat{a}\hat{u}\hat{o}}}{\Delta I_{\hat{a}\hat{o}}}, \quad (3.2)$$

где $\Delta I_{\text{ВЫХ}}$, $\Delta I_{\text{ВХ}}$ – приращение выходного и входного токов;

2) коэффициент усиления по напряжению:

$$\hat{E}_U = \frac{\Delta U_{\hat{a}\hat{u}\hat{o}}}{\Delta U_{\hat{a}\hat{o}}}, \quad (3.3)$$

где $\Delta U_{\text{ВЫХ}}$, $\Delta U_{\text{ВХ}}$ – приращение выходного и входного напряжений;

3) коэффициент усиления по мощности:

$$\hat{E}_D = \hat{E}_1 \cdot \hat{E}_U, \quad (3.4)$$

4) входное сопротивление:

$$R_{\hat{A}\hat{O}} = \frac{\Delta U_{\text{ВХ}}}{\Delta I_{\text{ВХ}}}, \quad (3.5)$$

Наиболее часто используют схему с ОЭ (рис. 13), т.к. она обладает рядом преимуществ по сравнению с другими: имеет наибольшее усиление по току, напряжению, мощности, незначительное входное сопротивление.

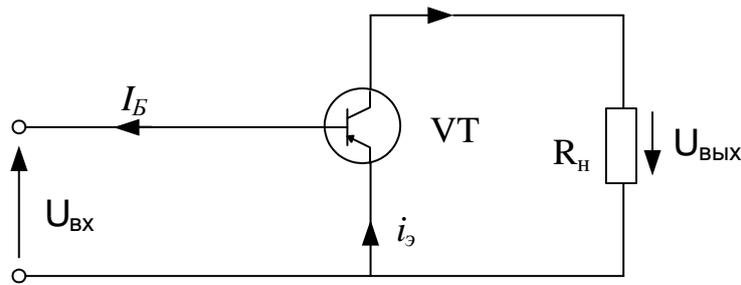


Рисунок 13.

Для записи основных показателей схемы с ОЭ воспользуемся мгновенными значениями переменных величин.

Коэффициент усиления по току:

$$K_T = \frac{I_K}{I_A} = \frac{\alpha}{1 - \alpha}, \quad (3.6)$$

где I_K , $I_Б$ – мгновенное значение переменных составляющих токов коллектора базы;

$\alpha = 0,9 \div 0,99$ – коэффициент передачи тока.

Коэффициент усиления по напряжению:

$$\hat{E}_{\hat{O}\hat{C}} = \frac{U_{\hat{A}\hat{U}\hat{O}}}{U_{\hat{A}\hat{O}}} = \frac{I_{\hat{E}} R_f}{I_{\hat{A}} R_{\hat{a}\hat{o}\hat{Y}}} = K_{i\hat{Y}} \frac{R_f}{R_{\hat{a}\hat{o}\hat{Y}}}, \quad (3.7)$$

где $R_Н$ – сопротивление нагрузочного резистора.

Вход:

$$R_{\hat{a}\hat{o}} = \frac{U_{\hat{a}\hat{o}}}{I_{\hat{a}\hat{o}}} = \frac{U_{\hat{Y}\hat{A}}}{I_{\hat{A}}}, \quad (3.8)$$

По первому закону Кирхгофа:

$$I_{\hat{A}} = I_{\hat{Y}} - I_{\hat{E}} \quad (3.9)$$

Учитывая выражение (3.6), ток базы можно определить:

$$I_{\hat{A}} = I_{\hat{Y}} - (1 - \alpha) \quad (3.10)$$

Тогда входное сопротивление имеет вид:

$$R_{\hat{A}\hat{O}} = \frac{U_{\hat{Y}\hat{A}}}{(1 - \alpha)I} = \frac{R_{\hat{Y}\hat{A}}}{1 - \alpha}, \quad (3.11)$$

где $R_{\hat{O}\hat{B}}$ – сопротивление открытого перехода транзистора.

Принимая во внимание выражения (3.6) и (3.11), коэффициент усиления по напряжению можно записать:

$$K_{U\dot{Y}} = \alpha \cdot \frac{R_H}{R_{\dot{y}a}}$$

Коэффициент усиления по мощности, с учетом полученных выражений:

$$\hat{E}_{\dot{\delta}y} = \hat{E}_{I\dot{Y}} \cdot \hat{E}_{U\dot{Y}} = \frac{\alpha^2}{1-\alpha} \cdot \frac{R_H}{R_{\dot{y}a}}$$

Для анализа усилительных свойств транзистора, пользуются семействами входных и выходных статических характеристик. Вид характеристики зависит от способа включения транзистора. Основными характеристиками транзистора, включенного по схеме с ОЭ, являются входная характеристика $I_B(U_B)$ при $U_K = const$ (рис. 3) и выходная характеристика $I_K(U_K)$ при $I_B = const$ (рис. 4).

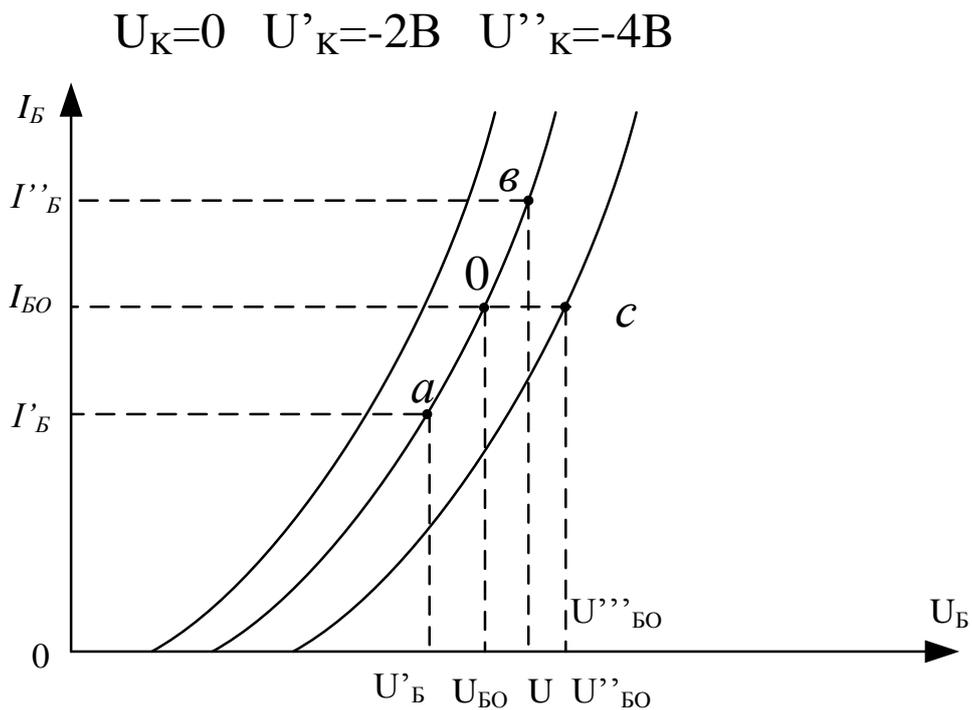


Рисунок 14.

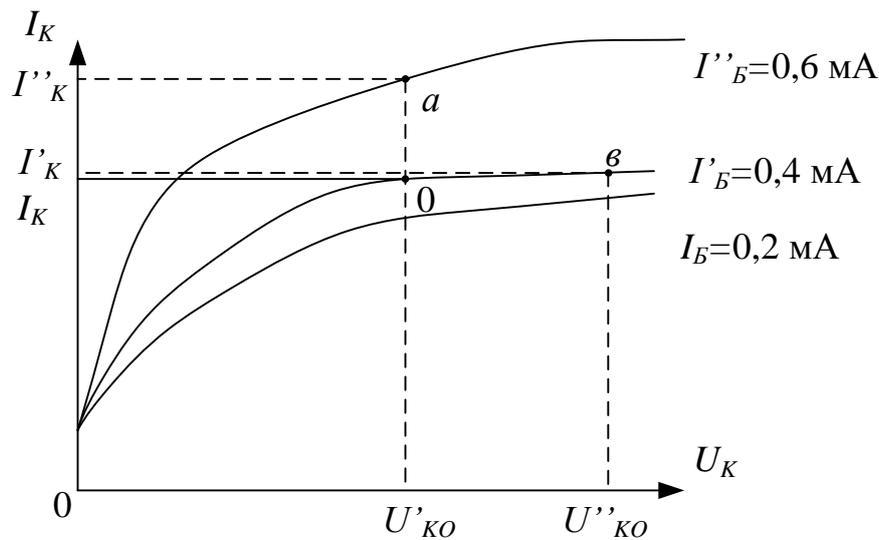


Рисунок 15.

Транзистор можно представить в виде линейного четырехполюсника, если в качестве измеряемых токов и напряжений принимать небольшие их приращения. Основные свойства транзистора в рабочем режиме оцениваются h -параметрами; h -параметры выражают зависимость между входными и выходными величинами. Для их определения в области рабочей точки (0) строят характеристические треугольники на входных и выходных характеристиках транзистора. Из семейства входных характеристик определяют входное сопротивление транзистора (h_{11}) и коэффициент обратной связи (h_{12}):

$$h_{11} = \left. \frac{\Delta U_A}{\Delta I_A} \right|_{U_K} = const, \quad \Delta U_A = U_A' - U_A, \quad \Delta I_A = I_A' - I_A$$

$$h_{12} = \left. \frac{\Delta U_A}{\Delta U_K} \right|_{I_A} = const, \quad \Delta U_E = U_E'' - U_K, \quad \Delta U_A = U_A' - U_{A0}$$

Из семейства выходных характеристик определяют коэффициент усиления по току (h_{21}) и выходную проводимость (h_{22}):

$$h_{21} = \left. \frac{\Delta I_K}{\Delta I_A} \right|_{U_K} = const, \quad \Delta I_A = I_A'' - I_A', \quad \Delta I_K = I_K' - I_{K0}$$

$$h_{22} = \frac{\Delta I_K |}{\Delta U_K |} I_A = const, \text{ äää } \Delta U_{\hat{E}} = U_{\hat{E}} - U_{\hat{E}0}, \Delta I_{\hat{E}} = I_{\hat{E}} - U_{K0}$$

3.3. Рабочая схема

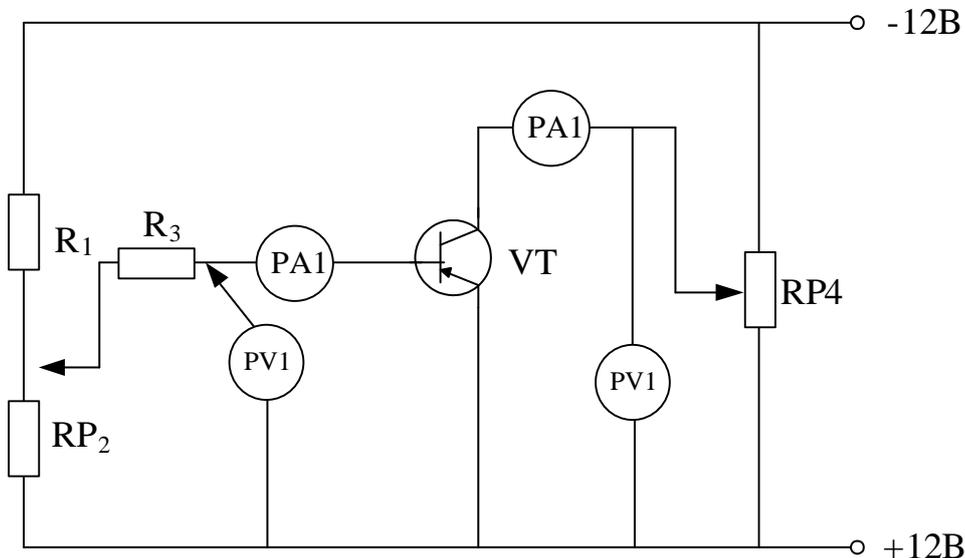


Рисунок 16.

RP₂ и RP₄ – потенциометры. Транзистор КТ626Б.

3.4. Программа работы

3.4.1. Лабораторная работа проводится на панели №1. Следует ознакомиться с установкой для снятия статических характеристик транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером (рис. 16), записать тип и паспортные данные исследуемого транзистора, а также технические данные используемых в работе измерительных приборов.

3.4.2. Снять входную статическую характеристику $I_B(U_{BЭ})$ при $U_{KЭ} = const$:

а) подвести к схеме напряжение $U = 12$ В от стабилизированного источника постоянного напряжения;

б) потенциометром RP₄ установить на коллекторе транзистора напряжение $U_{BЭ} = U_K = 0$ и в процессе снятия характеристики поддерживать его неизменным;

в) изменяя потенциометром RP₂ напряжение в цепи базы $U_{BЭ} = U_B$ от нуля, установить ток в цепи базы равным значению, указанному в паспортных

данных транзистора. Затем, уменьшая напряжение на базе транзистора, произвести пять измерений тока базы и соответствующего ему напряжения U_B . Результаты измерений занести в таблицу 4.

г) повторить опыт при двух других, заданных преподавателем значениях напряжения на коллекторе.

Таблица 4

$U_{KЭ}=0$ В		$U_{KЭ}= В$		$U_{KЭ}= В$	
$U_{БЭ}$	$I_{БЭ}$	$U_{БЭ}$	$I_{БЭ}$	$U_{БЭ}$	$I_{БЭ}$
В	мА	В	мА	В	мА
1.					
2.					
3.					

3.4.3. Снять выходную статическую характеристику транзистора $I_K(U_K)$ при $I_B = \text{const}$:

а) с помощью потенциометра PR_2 в цепи базы установить ток базы заданного значения;

б) изменяя U_R потенциометром RP_4 в цепи коллектора от нулевого значения до 12 В, измерить ток коллектора I_K . Произвести измерение тока коллектора при пяти различных значениях U_K . Результаты измерений занести в таблицу 5.

Таблица 5

$I_6=0,2$ мА		$I_6=$ мА		$I_6=$ мА	
U_K	I_K	U_K	I_K	U_K	I_K
В	мА	В	мА	В	мА

в) произвести аналогичные измерения при двух других значениях тока базы I_6 перед каждым измерением необходимо подрегулировать I_6 (значение I_6 при котором снимаются выходные характеристики, задаются преподавателем).

3.4.4. а) по данным табл. 1 и 2 построит зависимости:

$$I_a(U_A), U_X = const; I_K(U_K), I_a = const;$$

б) по выходным характеристикам определить характеристики h -параметры: h_{11} и h_{12} , для этого на характеристиках построить характеристические треугольники;

в) по выходным характеристикам определить h_{21} и h_{22} , характеристические треугольники строить на линейных участках характеристики.

3.5. Содержание отчета

Отчет должен содержать:

3.5.1. Название и цель лабораторной работы.

3.5.2. Рабочую схему.

3.5.3. Таблицы 4 и 5.

3.5.4. Графики зависимостей: $I_a(U_A) \text{ и } U_X = const; I_K(U_K) \text{ и } I_a = const.$

3.5.5. Вычисление h -параметров.

3.5.6. Вывод.

3.6. Контрольные вопросы

3.6.1. Назовите виды транзисторов, схемы их включения.

3.6.2. Установите взаимосвязь между токами эмиттера, коллектора и базы транзистора.

3.6.3. Укажите преимущество схемы включения транзистора с общим эмиттером по сравнению со схемой с общей базой.

3.6.4. Как определить характеристические h -параметры по входным и выходным характеристикам транзистора?

ОДНОКАСКАДНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ

4.1. Цель работы: исследование влияния параметров элементов схемы усилительного каскада, выполненного на транзисторе по схеме с общим эмиттером, на основе его характеристике.

4.2. Краткие теоретические сведения

Усилителем называют устройство, предназначенное для увеличения параметров электрического сигнала (напряжения, тока, мощности). Элементом усилительного каскада является управляемый элемент – биполярный, или полевой транзистор. Показатели усилительных каскадов зависят от способа включения транзистора. Наиболее распространенный усилительный каскад на биполярных транзисторах, включенный по схеме с общим эмиттером. Типовая схема показана на рисунке 17. основные элементы схемы – источник питания E_K , транзистор VT и резистор R_K . Резистор R_K обеспечивает необходимое значение выходного напряжения (чем больше R_K , тем сильнее проявляются усилительные свойства). Резисторы R_1 и R_2 обеспечивают работу транзистора в режиме покоя, благодаря им получают оптимальные значения тока базы I_b и напряжение между базой и эмиттером $U_{бэ}$. Резистор $R_э$ предназначен для температурной стабилизации рабочей точки. конденсатор $C_э$ шунтирует резистор $R_э$ по переменному току, тем самым исключает проявление отрицательной обратной связи (его отсутствие привело бы к уменьшению коэффициента усиления). Конденсатор C_1 исключает протекание постоянного тока от источников питания E_K в цепи входного сигнала. Конденсатор C_2 служит для пропускания в цепи нагрузки R_H переменной составляющей напряжения и задерживанию постоянной составляющей напряжения и задерживанию постоянной составляющей. Рассмотрим основные параметры усилительного каскада, приведём схему замещения (рис. 18).

$$R_1' = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Расчет по переменному току можно вести, используя схему замещения транзистора в h-параметрах. Коэффициент усиления по напряжению:

$$K_U = \frac{U_{\hat{A}\hat{U}\hat{O}}}{U_{\hat{A}\hat{O}}} = \frac{i_{\hat{A}\hat{U}\hat{O}} \cdot R_{\hat{A}\hat{U}\hat{O}}}{i_{\hat{A}\hat{O}} \cdot R_{\hat{A}\hat{O}}}$$

Т.к. $i_{\text{ВЫХ}} = i_{\text{К}}$; $i_{\text{ВХ}} = i_{\text{Б}}$; $R_{\text{ВХ}} = h_{11}$,

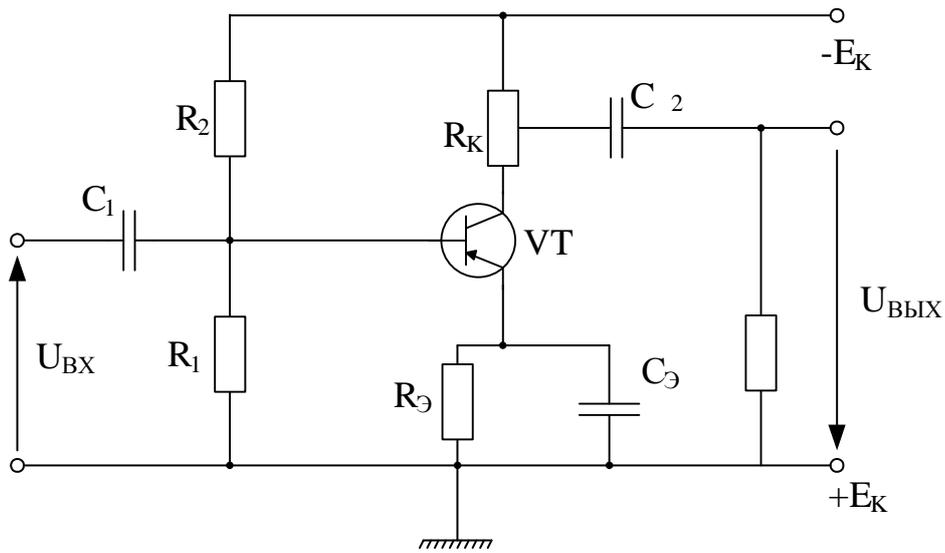


Рисунок 17.

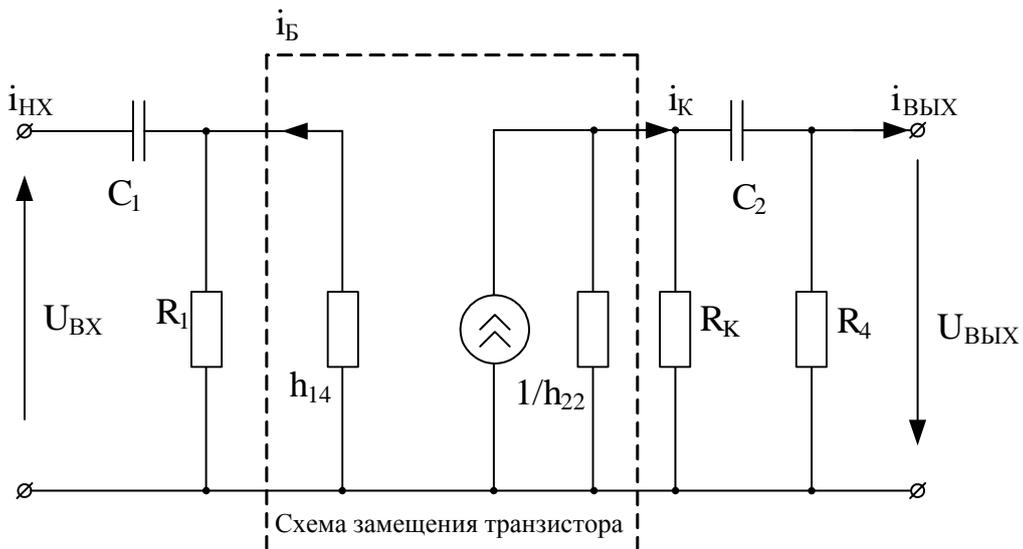


Рисунок 18.

$$R_{\hat{A}\hat{U}\hat{O}} = \frac{1/h_{22} \cdot R_{\hat{E}}}{1/h_{22} \cdot R_{\hat{E}}} = \frac{R_{\hat{E}}}{1 + h_{22} \cdot R_{\hat{E}}}$$

$$\hat{E}_U = \frac{i_K \cdot R_K}{i_B h_{11}(1 + h_{22} \cdot R_K)} = \frac{h_{21} \cdot R_K}{h_{11}(1 + h_{22} \cdot R_K)}, \quad \tilde{a}i\hat{a}h_{21} = i_K / i_A$$

Коэффициент усиления по току:

$$\hat{E}_i = i_{A\hat{U}O} / i_{A\hat{O}} = i_{\hat{E}} / i_{\hat{Y}} = h_{21}$$

Коэффициент усиления по мощности:

$$\hat{E}_P = K_U \cdot K_i = \frac{h_{21}^2 \cdot R_K}{h_{11}(1 + h_{22} \cdot R_K)}$$

Наличие в схеме активных и реактивных элементов, зависимость параметров транзистора от частоты приводит к тому, что при изменении частоты $U_{ВХ}$ напряжение на входе так же изменяется по амплитуде и фазе. Следовательно, коэффициент усиления по напряжения тоже зависит от частоты входного сигнала. Зависимость комплексного усиления от частоты, т.е. $K_U(f)$, носит название частотно-фазовой характеристики. Зависимость модуля коэффициента усиления от частоты определяет амплитудно-частотную характеристику усилителя (рис. 19). Максимальное значение коэффициента усиления (K_0) имеет на частоте f_0 , где f_H – нижняя частота, f_B – верхняя частота, $\Delta f = f_H - f_B$ – полоса пропускания усилителя. При низких частотах ($f \rightarrow 0$) коэффициент усиления $K_H \rightarrow 0$, т.к. $X_{C2} \rightarrow \infty$. Снижение коэффициента усиления в области f_0 и f_H называют частотным искажением. Частотные искажения оцениваются коэффициентом частотных искажений:

На нижних частотах:

$$M_H = \frac{K_0}{K_H}$$

На верхних частотах:

$$M_B = \frac{K_0}{K_B}$$

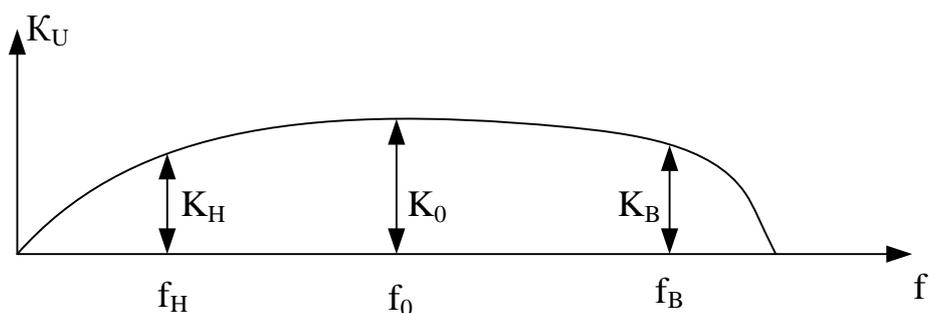


Рисунок 19.

Для оценки диапазона измерений входного и выходного сигналов усилителя используют амплитудную характеристику $U_{\text{ВЫХ}} = f(U_{\text{ВХ}})$, отражающую зависимость амплитуды выходного напряжения от изменения амплитуды входного напряжения. Ее снимают для области частот.

4.3. Рабочая схема

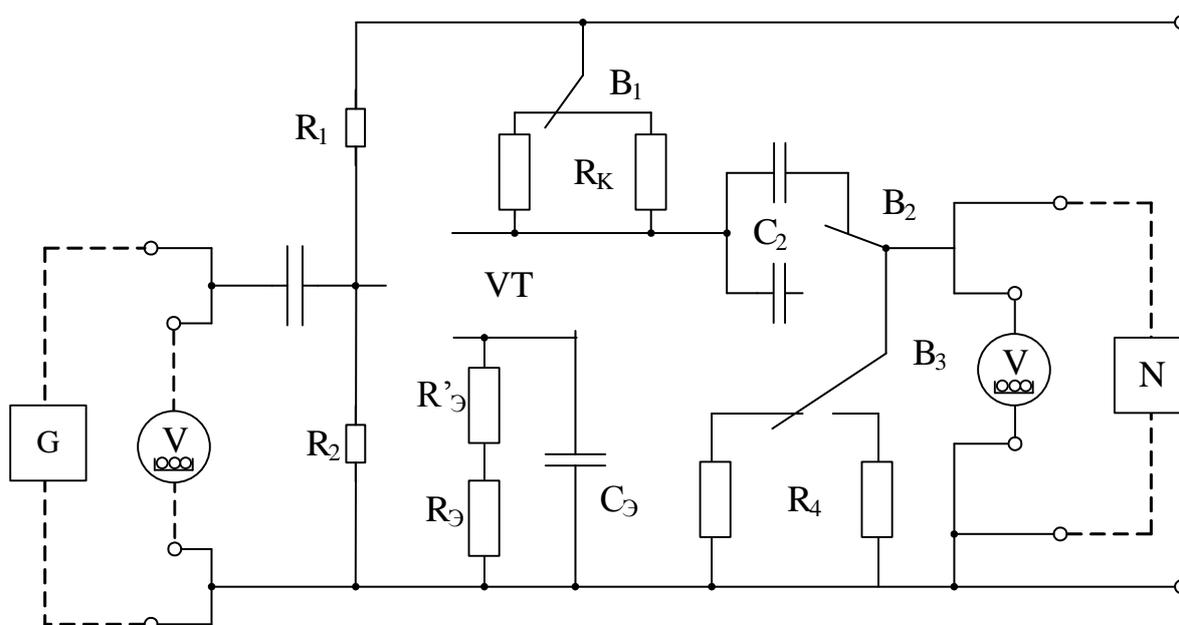


Рисунок 20.

4.4. Программа работы

4.4.1. Лабораторная работа проводится на панели №1. следует ознакомиться с однокаскадными усилителями напряжения, схема которого приведена на рисунке 20.

4.4.2. К исследуемому усилителю подключить:

- источник входного сигнала – звуковой генератор,
- цифровые вольтметры для измерения $U_{\text{ВХ}}$ и $U_{\text{ВЫХ}}$.

в) источник питания усилителя – источник стабилизированного напряжения и $U=12$ В (выводы «Земля» всех приборов должны быть соединены между собой и подключены к выводу «Земля» стенда).

4.4.3. Переключателями на панели установить параметры схемы усилителя по варианту 1 (табл. 6). Снять и построить амплитудно-частотную характеристику $K(f)$ усилительного каскада для диапазона частот 200 – 2000 Гц, поддерживая при этом напряжение входного сигнала постоянным и равным $U_{ВХ}=5$ мВ. Результаты измерений занести в таблицу 7.

4.4.4. Снять и построить аналогичные амплитудно-частотные характеристики при других значениях параметров элементов усилителя (табл. 7).

4.4.5. По амплитудно-частотным характеристикам определить полосу пропускания усилителя $\Delta f = f_H - f_B$. Подключить осциллограф к выходу однокаскадного усилителя. Снять и построить амплитудную характеристику $U_{ВЫХ} = f(U_{ВХ})$ усилительного каскада, собранного по варианту 1 на $f=1$ кГц, изменяя $U_{ВХ}$ от 0 до значения, при котором наблюдается заметное искажение формы выходного сигнала. Результаты измерений занести в табл. 8. Зарисовать осциллограммы выходного напряжения для линейного и нелинейного участков характеристики.

4.4.6. по амплитудной характеристике определить коэффициент усиления K_U на линейном участке характеристики и сравнить его с коэффициентом усиления, полученным по амплитудно-частотной характеристике.

Таблица 6.

Номера вариантов	Параметры элементов схемы усилительного каскада		
	R_K кОм	R_H кОм	C_2 мкФ
1	4,3	12	20
2	2,2	12	20
3	4,3	12	0,1

Таблица 7.

$U_{ВХ}$	f Гц	$U_{ВЫХ}, В$	K	$U_{ВЫХ}, В$	$U_{ВЫХ}, В$	$U_{ВЫХ}, В$	K_U
5 мВ	200	1 вариант		2 вариант		3 вариант	
	500						
	1000						
	2000						
	5000						
	10000						
	20000						
	50000						
	100000						
	200000						

Таблица 8.

f , Гц	$U_{ВХ}, В$	$U_{ВЫХ}, В$
1000		

4.5. Содержание отчета

Отчет должен содержать:

- 4.5.1. Название и цель лабораторной работы.
- 4.5.2. Рабочую схему.
- 4.5.3. Табл. 7 и 8.
- 4.5.4. Амплитудно-частотные характеристики $K(f)$.
- 4.5.5. Амплитудную характеристику $U_{ВЫХ}=f(U_{ВХ})$
- 4.5.6. Осциллограммы выходного напряжения.
- 4.5.7. Необходимые вычисления.
- 4.5.8. Вывод.

4.6. Контрольные вопросы

- 4.6.1. Нарисуйте типовую схему замещения усилительного каскада с общим эмиттером.
- 4.6.2. Поясните назначение элементов схемы.

4.6.3. Поясните, как влияет изменение сопротивления.

4.6.4. Дайте понятие амплитудно-частотной и амплитудной характеристик.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

ДВУХКАСКАДНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ НА ТРАНЗИСТОРАХ

5.1. Цель работы: исследование двухкаскадного усилителя с резисторно-емкостной связью; определение влияния обратной связи на характеристики усилителя.

5.2. Краткие теоретические сведения

Для многих устройств промышленной электроники бывает недостаточно одного усилительного каскада. В этих случаях для получения более высокого коэффициента усиления применяют многокаскадные усилители, получаемые путем последовательного соединения отдельных каскадов. Частным случаем многокаскадных усилителей является двухкаскадный усилитель, типовая схема которого изображена на рисунке 21. усилительные каскады осуществляют последовательное усиление сигнала. Выходной сигнал первого каскада усилителя служит входным сигналом второго каскада, нагрузкой первого каскада является сопротивление второго каскада. Конденсаторы C_2 и C_3 называют конденсаторами связи двух каскадов усилителя. Конденсатор C_2 не пропускает постоянную составляющую коллекторного напряжения транзистора VT1 в базовую цепь транзистора VT2. Конденсатор C_3 не пропускает постоянную составляющую коллекторного напряжения транзистора VT2 на нагрузочное устройство R_H . Назначение остальных элементов схемы аналогично назначению элементов схемы однокаскадного усилителя (см. лабораторную работу №4). На рис. 22 приведена схема замещения двухкаскадного усилителя.

$$R_1' = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}, \quad R_1'' = \frac{R_4 \cdot R_3}{R_3 + R_4}, \quad C_0 = C_{BX2} + C_M,$$

где C_{BX2} – входная емкость второго каскада;

C_M – монтажная емкость (емкость деталей и проводов вх. цепи каскада).

$$C_{BX2} = (1 + K_{U2}) \cdot C_{K2},$$

где K_{U2} – коэффициент усиления по напряжению второго каскада;

C_{K2} – емкость коллекторного перехода второго транзистора.

Для улучшения показателей усилителей вводят обратную связь ОС.

Обратная связь – это воздействие выходного сигнала усилителя на его вход. В зависимости от параметра выходного сигнала, используемого для создания ОС, различают ОС по напряжению и ОС по току. В зависимости от способа подачи Ос различают последовательную ОС и параллельную ОС. Структурная схема усилителя с последовательной ОС по напряжению изображена на рис. 23.

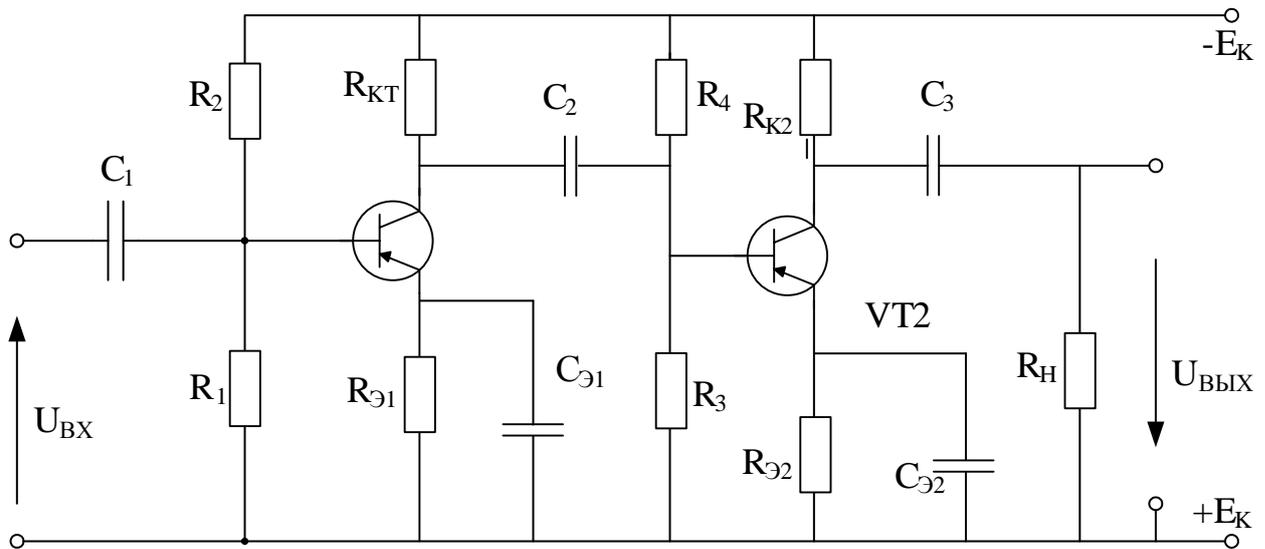


Рисунок 21.

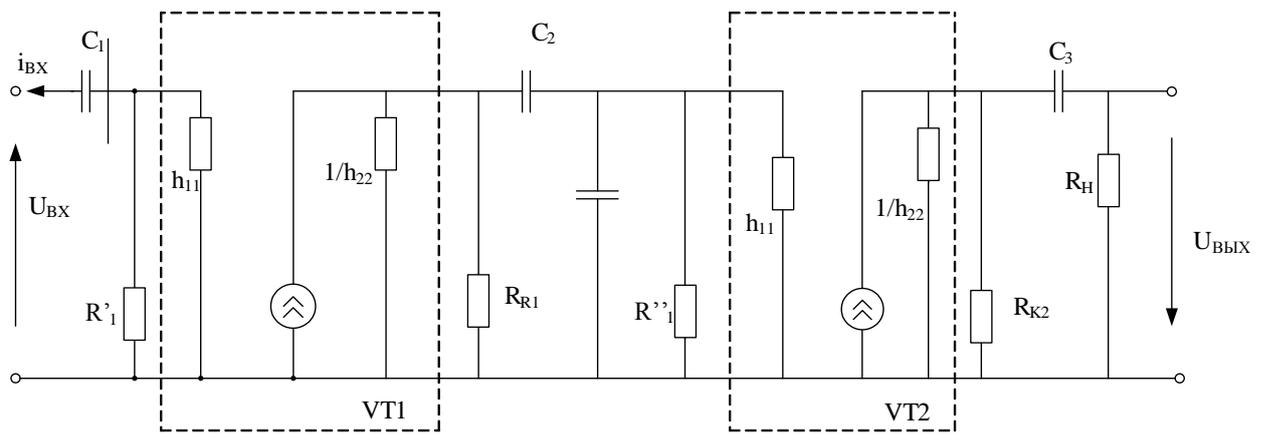


Рисунок 22.



Рисунок 23.

ОС называется положительной (ПОС), если входной сигнал $U_{ВХ}$ складывается с сигналом обратной связи $U_{ОС}$, в результате чего в усилитель поступает сигнал U_1 , т.е.

$$U_1 = U_{ВХ} + U_{ОС}, \quad (5.1)$$

ОС называется отрицательной (ООС), если сигналы U_1 на входе и $U_{ВЫХ}$ на выходе уменьшаются, т.е.

$$U_1 = U_{ВХ} - U_{ОС}, \quad (5.2)$$

Положительная ОС повышает коэффициент усиления усилителя, но при этом стабильность коэффициента усиления небольшая. Отрицательная ОС снижает коэффициент усиления, но ее широко используют, т.к. она улучшает другие свойства усилителя:

а) при изменении параметров транзисторов повышается стабильность коэффициента усиления;

б) снижается уровень нелинейных искажений;

в) $h_{ВХ}$ увеличивается, $h_{ВЫХ}$ уменьшается.

Коэффициент передачи цепи ОС:

$$\beta = \frac{U_{OC}}{U_{\hat{A}\hat{O}}}, \quad (5.3)$$

Коэффициент усиления по напряжению без ОС:

$$\hat{E}_U = \frac{U_{\hat{A}\hat{O}}}{U_1}, \quad \hat{U}_1 = U_{ВХ} \quad (5.4)$$

Коэффициент усиления по напряжению с ОС: $K_{UOC} = \frac{U_{B\hat{O}}}{U_{\hat{A}\hat{O}}}$

С учетом выражений (5.2), (5.3) и (5.4) получаем коэффициент усиления по напряжению с отрицательной ОС:

$$K_{UOC} = \frac{U_{B\hat{O}}}{U_{\hat{A}\hat{O}}} = \frac{K_U U_1}{U_1 + \beta U_{\hat{A}\hat{O}}} + \frac{K_U U_1}{U_1 + \beta K_U U_1} = \frac{K_U}{1 + \beta K_U}$$

(5.5)

Из формулы (5.5) видно, что с увеличением $(1 + \beta K_U)$ – глубины отрицательной ОС, коэффициент усиления снижается. Если $\beta K_U \gg 1$ (глубокая ОС) то $K_{UOC} \approx 1/\beta$, т.е. коэффициент усиления с глубокой ОС почти не зависит от свойств активных усилительных элементов, его значения определяется только коэффициентом передачи ОС. Для увеличения коэффициента усиления в области низких и высоких частот широко применяется ООС. На рис. 5 показано влияние ООС на амплитудно-частотную характеристику усилителя:

$\Delta f = f_{H2} - f_{B2}$ – полоса пропускания без ОС;

$\Delta f = f_{H2} - f_{B1}$ – полоса пропускания с ОС.

Применение ООС уменьшает нелинейное искажение выходного сигнала, т.е. уменьшает наклон амплитудной характеристики, делает ее более линейной (рис. 4).

5.3. Рабочая схема

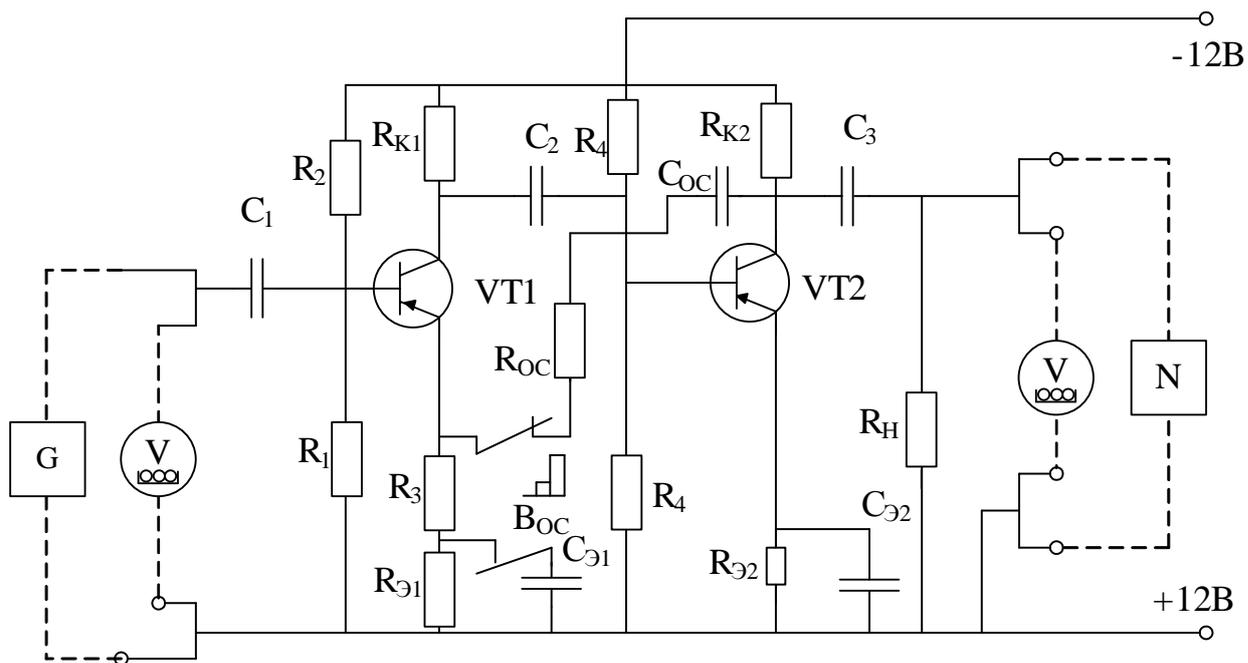


Рисунок 24.

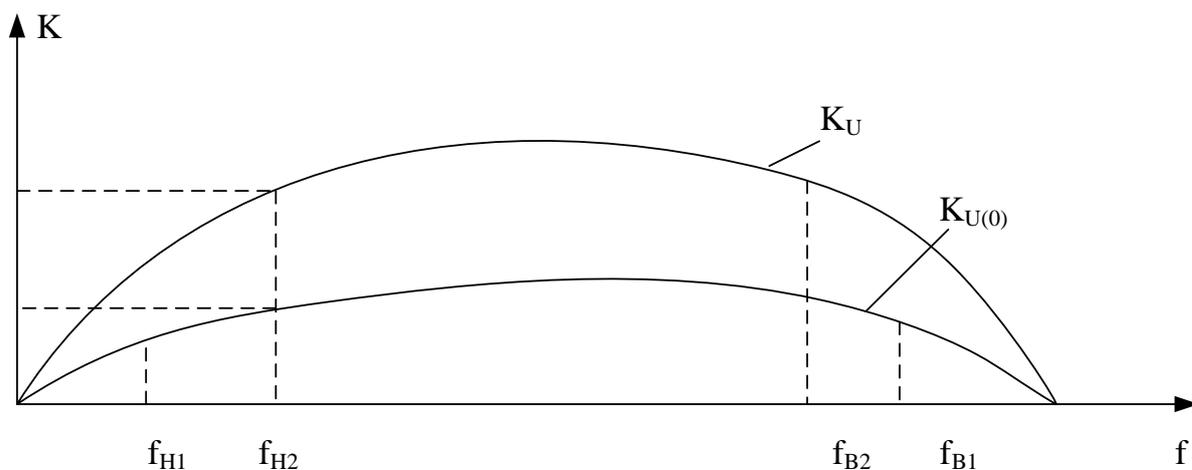


Рисунок 25.

5.4. Программа работы

5.4.1. Лабораторная работа производится на панели №5. Ознакомиться с двухкаскадным усилителем напряжения, схема которого приведена на рис. 24.

5.4.2. К исследуемому усилителю подключить:

- источник входного сигнала – звуковой генератор;
- цифровые вольтметры для измерения $U_{ВХ}$ и $U_{ВЫХ}$;

в) источник питания усилителя – источник стабилизированного напряжения и $U=12$ В (выводы «Земля» всех приборов должны быть соединены между собой и подключены к выводу «Земля» стенда).

5.4.3. Снять амплитудно-частотную характеристику $K(f)$ двухкаскадного усилителя без обратной связи при $U_{ВХ}=5$ мВ, изменяя частоту входного сигнала от 200 Гц до 200 кГц. Переключатель V_{OC} в нижнем положении. Результаты занести в табл. 1.

5.4.4. Снять амплитудно-частотную характеристику $K(f)$ двухкаскадного усилителя с обратной связью. При этом переключатель V_{OC} в верхнее положение. $U_{ВХ}=5$ мВ, диапазон частот от 200 Гц до 200 кГц.. Результаты занести в табл. 9.

5.4.5. Подключить осциллограф к выходу двухкаскадного усилителя. Снять и построить амплитудную характеристику $U_{ВЫХ}=f(U_{ВХ})$ усилительного каскада без ОС (V_{OC} – в верхнее положение), на частоте 1 Гц. $U_{ВХ}$ изменять от 0 до значения, при котором наблюдается заметное искажение формы выходного сигнала. Результаты занести в табл. 10. зарисовать с экрана осциллограммы выходного напряжения для линейного участков характеристики.

5.4.6. Аналогично п.5.4.5. снять и построить амплитудную характеристику усилительного каскада с ОС (V_{OC} – в верхнее положение). Результаты занести в табл. 10.

Таблица 9.

$U_{ВХ}$	f, Гц	без ОС		с ОС	
		$U_{ВЫХ}, В$	K_U	$U_{ВЫХ}, В$	K_U
5 мВ	200				
	500				
	1000				
	2000				
	5000				
	10000				
	20000				
	50000				

	00000				
	00000				

Таблица 10.

f, Гц	без ОС		с ОС	
	U _{ВХ} , В	U _{ВЫХ} , В	U _{ВХ} , В	U _{ВЫХ} , В
1000				

5.5. Содержание отчета

Отчет должен содержать:

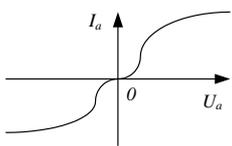
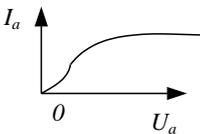
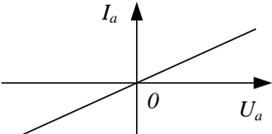
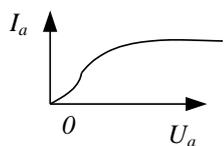
- 5.5.1. Название и цель лабораторной работы.
- 5.5.2. Рабочую схему.
- 5.5.3. Табл. 9 и 10.
- 5.5.4. Амплитудно-частотные характеристики $K(f)$.
- 5.5.5. Амплитудную характеристику $U_{\text{ВЫХ}}=f(U_{\text{ВХ}})$
- 5.5.6. Осциллограммы высокого напряжения.
- 5.5.7. Вывод.

5.6. Контрольные вопросы

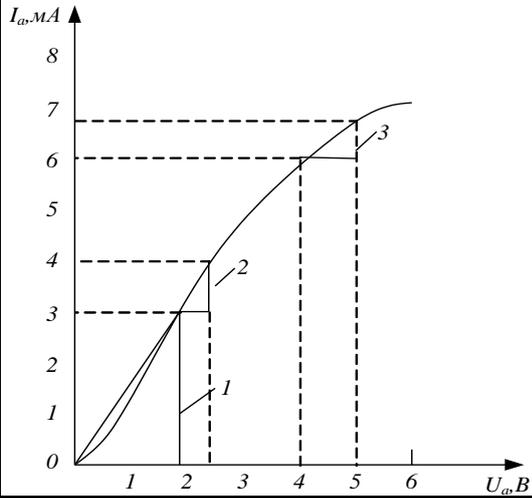
- 5.6.1. Поясните назначение элементов схемы двухкаскадного усилителя.
- 5.6.2. Поясните роль обратных связей в усилителях.
- 5.6.3. Объясните, почему отрицательная ОС расширяет полосу пропускания частот.
- 5.6.4. Проведите анализ амплитудных характеристик усилителя без ОС и с ОС.

ПРИЛОЖЕНИЕ А.

Карточка № 1 (176) Диоды (параметры)

Сколько выводов должен иметь диод с катодом с косвенного накала?	4	143
	2	64
	3	106
Является ли диод линейным элементом цепи?	Да	40
	Нет	136
	Это зависит от значения приложенного напряжения	49
Какая из приведенных характеристик соответствует диоду с простым катодом		25
		13
		83
		139
Каково обратное сопротивление диода постоянному току?	Близкое к нулю	65
	Близко к бесконечности	124
	Зависит от значения обратного напряжения	18

Выберите треугольник приращений напряжения и тока, который правильно определяет

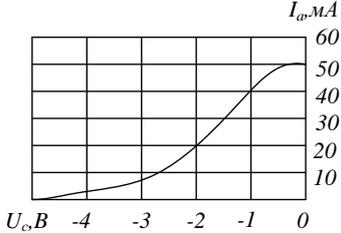


1	52
2	120
3	70

Карточка № 2 (176)
Триоды (параметры)

Триоды (устройство, принцип действия, характеристика)		
Обладает ли триод свойством односторонней проводимости?	Да	130
	Нет	31
	Это зависит от напряжения в сетке	133
Как повлияет увеличение плотности витков сетки на напряжение запирания лампы?	Напряжение станет более отрицательным	88
	Напряжение не изменится	27
	Напряжение станет менее отрицательным	133
Как изменится положение анодной характеристики при данном сеточном и анодном напряжении, если расстояние между анодом и катодом уменьшить?	Положение характеристики не изменится	23
	Характеристика сдвинется вправо	115
	Характеристика сдвинется влево	47
В результате чего изменится анодный ток при изменении напряжения в сетке?	В результате изменения скорости электронов	23
	В результате изменения количества электронов в потоке	115
	В результате изменения как скорости, так и количества электронов в потоке	47
Какое поле сильнее влияет на анодный ток лампы?	Анодное	32
	Сеточное	78
	Это зависит от взаимного расположения анода и сетки	2

Карточка № 3 (176)
Триоды (параметры)

<p>Определить крутизну характеристики S на основании приведенной здесь анодно-сеточной характеристики</p> 	7 мА/В	90
	4 мА/В	67
	20 мА/В	103
<p>По каким из указанных характеристик нельзя определить R_i</p>	Семейство анодно-сеточных характеристик	119
	Семейство анодных характеристик	82
	Анодно-сеточная характеристика (одна)	56
	Анодная характеристика (одна)	131
<p>Какая из приведенных мер не окажет влияние на крутизну анодно-сеточной характеристики лампы?</p>	Изменение плотности витков лампы	112
	Изменение расстояния между сеткой и катодом	19
	Изменение размеров катода	9
	Изменение напряжения на аноде	4
<p>От чего зависит коэффициент усиления лампы μ</p>	Только от S	38
	Только от R_i	91
	И от S , и от R_i	60
<p>Как повлияет увеличение расстояния между анодом и катодом на значение R_i</p>	R_i уменьшится	95
	R_i не изменится	15
	R_i увеличится	53

Карточка № 4.а (230)
Триоды (понятие о динамическом решении триода).
Недостатки триода

Выберите постоянное отрицательное напряжение E_e , чтобы обеспечить режим работы усиления без искажений	$E'e$	69
	$E'''e$	79
	$E''e$	138
	Любое	97
Выберите правильное и оптимальное соотношение между $I_{mа}$ и I_{aO} (рис. 27)	$I_{mа} > I_{aO}$	121
	$I_{mа} < I_{aO}$	71
	$I_{mа} \sim I_{aO}$	84
С какого участка схемы (см. рис 26) снимают усиленное напряжение	Только с участка анод-катод	102
	Только с сопротивления нагрузки	100
	Оба эквивалентны	111
Увеличение плотности витков сетки приводит к увеличению усилительных свойств лампы. Однако эта мера приводит к некоторому существенному недостатку. Какому?	Уменьшению анодного тока	7
	Смещению анодно-сеточных характеристик вправо и появлению сеточных токов	125
	Ослаблению действия поля анода на электронный поток	116
Какой фактор обуславливает малый коэффициент усиления триода?	Слабое действие управляющей сетки	51
	Сильное деуправляющее действие анодного поля	72
	Невозможность получения большого анодного тока	1

Карточка № 4.б (150)
Тетроды (динатронный эффект)

Какова роль второй сетки в тетроде	Управлять анодным током	105
	Перехватывать часть электронов, летящих на анод	5
	Экранировать электронный поток от действия анодного поля	14
За счет чего происходит увеличение коэффициента усиления в тетроде	За счет увеличения крутизны S	142
	За счет увеличения внутреннего сопротивления R_1	110
	За счет увеличения и S_1 и R_1	101
К каким последствиям приведет устранение $C_{эл}$ в схеме усилителя на тетроде (рис. 28)?	К уменьшению экранирующего действия C_2	26
	Поле экранной сетки будет оказывать вредное деуправляющее действие на анодный ток	98
	К уменьшению анодного тока	87
При каком соотношении U_3 и U_{r2} динатронный эффект не возникает	$U_3 < U_{r2}$	74
	$U_3 > U_{r2}$	104
	$U_3 \sim U_{r2}$	54
Каким способом можно было бы устранить динатронный эффект	Уменьшить напряжение на экранной сетке	59
	Сделать витки экранирующей сетки как можно реже	17
	Ввести еще одну сетку между анодом и экранирующей сеткой соединив ее с катодом	33

Карточка № 5 (243)
Пентоды. Лучевые тетроды

Каково соотношение между скоростью первичных и вторичных электронов v_1 и v_2	$v_1 \gg v_2$	118
	$v_1 > v_2$	41
	$v_1 \sim v_2$	77
	$v_1 < v_2$	12
Какое следствие, вызванное увеличением плотности и защитной сетки, не является вредным	Уменьшение анодного тока	44
	Эффект отгалкивания первичных электронов	46

Карточка № 6 (209)
Основные разновидности электрических разрядов в газе

Чем принципиально отличается самостоятельный разряд от несамостоятельного?	Причинами, вызывающими появление заряженных частиц в разрядном промежутке	1
	Значением напряжения на электродах	21
	Вольт-амперной характеристикой	41
Почему ток на участке аб (см. рис. 29) практически не увеличивается?	Энергия заряженных частиц недостаточна для ионизации молекул газа	61
	Потому, что ток равен току насыщения	81
Почему в точке δ (см. рис. 29) ток начинает расти при постоянном и даже снижающемся напряжении	Вследствие эмиссии электронов из катода	2
	Вследствие размножения заряженных частиц при столкновении с молекулами газа	22
	Вследствие двух указанных выше факторов	42
Почему в точке δ (см. рис. 29) газ начинает светиться?	Так как существенно увеличивается интенсивность ионизации молекул газа	62
	Так как существенно увеличивается интенсивность рекомбинации молекул газа	82
Почему после образования катодного пятна (при тлеющем или дуговом разряде) ток увеличивается почти при неизменном напряжении?	Увеличивается скорость ионизации молекул	3
	Увеличивается площадь катодного пятна	23
	Увеличивается плотность тока	43

Карточка № 7 (184)

Газотрон

Укажите основное преимущество газотрона перед: а) ламповым диодом; б) полупроводниковым диодом	а), б) Большое пробивное напряжение	63
	а) Большой рабочий ток, б) большое пробивное напряжение	83
	а) Большое пробивное напряжение, б) большой рабочий ток	4
За счет чего обеспечивается односторонняя проводимость газотрона?	За счет подогрева катода	24
	За счет активирования катода	44
	За счет двух названных факторов	64
Что произойдет, если из газотрона удалить инертный газ или пары ртути?	Газотрон потеряет выпрямительный свойства	84
	Резко уменьшится выпрямленный ток	5
	Разрушится оксидный слой катода	25
На каком участке вольт-амперной характеристики газового разряда (см. рис. 29) работает газотрон?	<i>вг</i>	45
	<i>де</i>	65
	<i>еж</i>	85
	Выше точки з	6
Как изменяется КПД газотрона с повышением выпрямляемого напряжения	Увеличивается	26
	Уменьшается	46
	Не меняется	66

Карточка № 8 (219)

Тиратрон

В каком режиме работают тиратроны: а) с горячим катодом, б) с холодным катодом?	а), б) Тлеющего разряда	86
	а) Дугового разряда; б) тлеющего разряда	7
	а) Тлеющего разряда, б) дугового разряда	27
Какие функции выполняет управляющий электрод	Зажигает тиратрон	47
	Гасит тиратрон	67
	Зажигает и гасит тиратрон	87
В какой прибор превратится тиратрон с горячим катодом, если из баллона откачать инертный газ?	В ламповый диод	8
	В ламповый триод	28
На каком участке характеристики (см. рис. 29) работает тиратрон с горячим катодом?	<i>de</i>	48
	<i>ejz</i>	68
	Выше точки з	88
На каком участке характеристики (см. рис. 29) работает тиратрон с холодным катодом?	<i>вz</i>	9
	<i>zd</i>	29
	<i>de</i>	49

Карточка № 9 (175)
Стабилитрон

Как изменяется ток стабилитрона при увеличении напряжения	Практически не меняется	69
	Резко увеличивается	10
	Резко уменьшается	30
Почему катод стабилитрона изготавливают в виде цилиндра, охватывающего анод?	Для увеличения площади, с которой эмиттируются электроны	50
	Для защиты анода от перегрева	70
При прочих равных условиях как изменится стабилизирующее действие стабилитрона при уменьшении Δv_i (см. рис. 30)?	Увеличится	11
	Уменьшится	31
	Не изменится	51
$R_0=R_r=20$ кОм; $R_i=200$ Ом. Определите: $\Delta v_1/\Delta v_2$ (см. рис. 31)	100	71
	101	12
	102	32
При прочих равных условиях как изменится стабилизирующее действие стабилитрона при увеличении R_i	Увеличится	52
	Уменьшится	72
	Не изменится	13

Карточка № 10 (234)
Газосветные сигнальные лампы и индикаторы

Для каких целей применяются газосветные лампы?	Для индикации напряжения	33
	Для измерения напряжения	53
	Для высвечивания цифр и чисел	73
	Для всех перечисленных целей	14
В каком режиме работают газосветные лампы?	Дугового разряда	34
	Тлеющего разряда	54
	В том и другом	74
Чем отличаются газосветные сигнальные лампы постоянного и переменного напряжений?	Конструкцией электродов	15
	Видом разряда	35
	Составом газов	55
Сколько анодов имеет цифровой индикатор?	1	75
	9	16
	10	36
Чем определяется цвет высвечиваемых цифр?	Значением напряжения	56
	Составом газа, заполняющего баллон	76
	Тем и другим	17

Карточка № 11 (302)

Условные обозначения и маркировка газоразрядных приборов

Чем отличается условное обозначение тиратрона с раскаленным катодом от условного обозначения лампового триода?	Количеством электродов	37
	Точкой	57
	Тем и другим	77
Какими буквами маркируют тиратрон с раскаленным катодом	ТХ	18
	ТГ	38
	СГ	58
Какими буквами маркируют неоновую лампу для индикации напряжения?	СГ	78
	ИН	19
	СН	39
Какие параметры отображаются в маркировке тиратрона?	Мощность	59
	Напряжение и ток	79
	Частота тока и напряжение	20
По каким направлениям совершенствуются газоразрядные приборы?	Уменьшение размеров	40
	Повышение надежности	60
	Новые области применения	80
	По всем перечисленным	89

Карточка № 12.а (111)

АТОМЫ

Можно ли рассматривать атом состоящим из ядра, вокруг которого по определенным орбитам движутся электроны?	Можно	1
	Нельзя	51
	В одних случаях можно, в других нельзя	101
Чему равна масса атома индия, если его атомное число равно 115?	115	151
	$115 \cdot 10^{-27}$	201
	$1,66 \cdot 115 \cdot 10^{-27}$	2
Чему равен радиус ядра атома сурьмы, если $A=122$?	Около $7,5 \cdot 10^{-15}$	52
	Около $1,5 \cdot 10^{-15}$	102
Каковы: а) размеры электрона; б) массы электрона	а), б) Сравнимы с размерами и массой ядра	152
	а), б) Пренебрежимо малы	202
	а) Сравнимы с размерами ядра; б) пренебрежимо мала	3
1 ангстрем (Å) равен 10^{-4} мкм. Укажите радиус атома водорода в ангстремах	Порядка 1 Å	53
	Около 10^5 Å	103
	Примерно $1,5 \cdot 10^{-5}$ Å	153

Карточка № 12.б (126)

Атомы

Дайте определение электромагнитного поля	Вид материи	203
	Волны	4
	Корпускулы	54
	Диалектическое единство данных выше определений	104
Какие тела обладают волновыми свойствами?	Никакие	154
	Элементарные частицы	204
	Теоретически – все. Практически – микрочастицы	5
У какой частицы волна де Бройля больше?	У протона	55
	У нейтрона	105
	У электрона	155
	Длина волны этих частот примерно одного порядка	205
Какая орбита называется разрешенной?	На которой центробежная сила уравновешивается силой притяжения электрона к ядру	6
	Длина которой кратна длине волны де Бройля, связанной электроном	56
	Могут быть приняты оба определения	156
Что произойдет, если атом поглотит квант энергии, недостаточный для перевода электрона с одной разрешенной орбиты на другую?	Такой событие невозможно	206
	Электрон будет двигаться по прежней орбите, но скорость его увеличится	7

Карточка № 13 (92)
Энергетические уровни и зоны

Какой атом называется возбужденным?	Атом, поглотивший один квант энергии	57
	Атом, поглотивший один или несколько квантов энергии	107
	Атом, из которого вырван электрон	157
Чем определяется значение энергии разрешенного энергетического уровня?	Скоростью движения электрона	207
	Электрическим зарядом электрона	8
	Номером разрешенной орбиты	58
При каком n энергетический уровень атома водорода имеет максимальную энергию?	$n = 0$	108
	$n = 1$	158
	$n = \infty$	203
Полная энергия электрона изолированного атома водорода равна $-3,38$ эВ. Найдите радиус орбиты электрона	$r = 0.529 \cdot 10^{-10}$	9
	$r = 1.058 \text{ \AA}$	59
	$r = 2.116 \text{ \AA}$	109
В каком случае разрешенный энергетический уровень расщепляется на большее количество подуровней?	Если атом имеет несколько электронов	159
	Если атом входит в состав молекулы	209
	Если атом находится в кристалле	10

Карточка № 14 (106)
Проводники, изоляторы и полупроводники

Чем определяется разницы энергий подуровней разрешенной энергетической зоны атома в кристалле?	Шириной зоны	60
	Материалом кристалла	110
	Количеством атомов в кристалле	160
	Всеми перечисленными факторами	210
Какой кристалл лучше проводит электричество при $T = 0 \text{ K}$?	У которого в валентной зоне находится максимально возможное количество электронов	11
	У которого число электронов валентной зоне равно половине максимально возможного	61
Валентная зона кристалла отделена от зоны проводимости запрещенной зоной и полностью заполнена электронами. Чему равна проводимость кристалла при $T = 0 \text{ K}$?	Нулю	111
	Бесконечно велика	161
	Это зависит от материала	211
Под действием теплового возбуждения n электронов кристалла перешли из валентной зоны в зону проводимости. Сколько свободных носителей заряда образовалось в кристалле?	Осталось прежним	12
	n	62
	$2n$	112
У какого материала зона проводимости отделена валентной зоной узкой запрещенной зоной?	У проводника	162
	У полупроводника	212
	У изолятора	13

Карточка № 15.а (122)
Электропроводность полупроводников

Какие факторы создают собственную электропроводность кристалла	Повышение температуры	63
	Ультрафиолетовое облучение	113
	Радиация	163
	Все перечисленные выше	213
Почему с увеличением температуры увеличивается проводимость полупроводникового кристалла?	Увеличивается количество пар свободных носителей заряда	14
	Увеличивается длина свободного пробега электронов	64
	Увеличивается ширина зоны проводимости	114
Как влияют дефекты кристаллической решетки на проводимость кристалла?	Не влияют	164
	Увеличивают	214
	Уменьшают	15
Как влияют примесные зоны на процесс образования пар свободных носителей заряда?	Облегчают	65
	Затрудняют	115
От чего зависит значение примесной электропроводности кристалла?	От материала примеси	165
	От количества примеси	215
	От того и от другого	16

Карточка № 15.б (135)
Электропроводность полупроводников

Где располагается энергетическая зона атомов фосфора, введенных в качестве примеси в кремний?	Немного выше валентной зоны	66
	Немного ниже зоны проводимости	116
	Немного выше зоны проводимости	166
Где располагается энергетическая зона атомов гелия, введенных в качестве примеси в германий?	Немного выше валентной зоны	216
	Немного ниже зоны проводимости	17
	Немного выше зоны проводимости	67
Где образуются свободные носители заряда при введении сурьмы в качестве примеси в германий?	Электроны – в зоне проводимости, дырки – в примесной зоне	117
	Электроны – в зоне проводимости, дырки – в валентной зоне	167
	Электроны – в примесной зоне, дырки – в зоне проводимости	217
Где образуются свободные носители заряда при введении бора в качестве примеси в кремний?	Электроны – в зоне проводимости, дырки – в валентной зоне	18
	Электроны – в примесной зоне, дырки – в валентной зоне	68
	Электроны – в валентной зоне, дырки – в примесной зоне	118
К какому типу относятся а) кристалл германия с примесью сурьмы; б) кристалл кремния с примесью бора?	а), б) К n-типу	168
	а) К n-типу; б) p-типу	218
	а) К p-типу; б) n-типу	19

Карточка № 16 (161)
Электронно-дырочный переход

Чем объясняется нелинейность вольт-амперной характеристики $p-n$ -перехода?	Дефектами кристаллической структуры	171
	Вентильными свойствами	221
Какой пробой опасен для $p-n$ -перехода?	Тепловой	22
	Электрический	72
	Тот и другой	122
Какие носители заряда размножаются ударной ионизацией атомов?	Основные	172
	Неосновные	222
Какие носители заряда проникают сквозь потенциальный барьер вследствие туннельного эффекта?	Основные	23
	Неосновные	73
Чем объясняются емкостные свойства $p-n$ -перехода?	Возникновением двух разноименных зарядов	123
	Недостаточно плотным соединением кристаллов разного типа	173

Карточка № 17.а (175)
Полупроводниковые диоды

Укажите основное достоинство точечного диода	Малые размеры	223
	Простота конструкции	24
	Малая емкость <i>p-n</i> -перехода	74
Какой метод не применяется для создания <i>p-n</i> -перехода в плоскостных диодах?	Формовка большими импульсивными токами	124
	Сплавление	174
	Диффузия	224
Из какого материала может быть изготовлена таблетка примеси для получения <i>p-n</i> -перехода методом сплавления в кристалле <i>p-n</i> -типа?	Из индия	25
	Из галлия	75
	Из мышьяка	125
Как изменяется пробивное напряжение диода с увеличением температуры от 0 до 70° С?	Увеличивается	175
	Уменьшается	225
	Это зависит от материала диода	26
С какой целью мощные диоды изготавливают в массивных металлических корпусах?	Для повышения прочности	76
	Для лучшего отвода теплоты	126
	Для повышения пробивного напряжения	176

Карточка № 17.б (240)
Полупроводниковые диоды

Какие диоды применяют для выпрямления переменного тока?	Плоскостные	226
	Точечные	27
	Те и другие	77
Какие диоды применяют: а) для получения постоянного тока в химическом производстве; б) в качестве детекторов в радиоприемных устройствах?	а) Точечные; б) плоскостные	127
	а) Плоскостные; б) точечные	177
Какие диоды работают в режиме пробоя?	Варикапы	227
	Стабилитроны	28
	Туннельные диоды	78
	При пробое диоды выходят из строя	128
Какие диоды используют для генерации электрических колебаний?	Генераторы электрических колебаний могут быть построены только на триодах	178
	Импульсные диоды	228
	Туннельные диоды	29
Какими буквами маркируют высокочастотные и туннельные диоды?	В и Т	79
	А и И	129
	В и С	179

Карточка № 18.а (257)
Биполярный транзистор

В каком направлении включается эмиттерный и коллекторный <i>p-n</i> -переходы?	Это зависит от типа транзистора (<i>n-p-n</i> или <i>p-n-p</i>)	229
	Эмиттерный – в прямом, коллекторный в обратном	30
	Оба – в прямом направлении	80
	Эмиттерный – обратном, коллекторный в прямом	130
Какие конструктивные особенности принципиально отличают базу от эмиттера и коллектора	Толщина	180
	Тип примеси	230
	Концентрация примеси	31
	Все указанные выше	81
Как изменится ток базы (см. рис.32) с увеличением концентрации легирующей примеси в ней?	Не изменится	131
	Увеличится	181
	Уменьшится	231
Как изменится коэффициент усиления по току: а) с увеличением толщины базы; б) с увеличением концентрации примеси в базе?	а), б) Не изменится	32
	а) Увеличится, б) уменьшится	82
	а) Уменьшится; б) увеличится	132
	а), б) уменьшится	232
Что произойдет, если в транзисторе типа <i>p-n-p</i> плюс подключить к коллектору, а минус к эмиттеру?	Прибор выйдет из строя	33
	Транзистор не будет работать	83
	Уменьшится коэффициент усиления	133

Карточка №18.б (424)
Биполярный транзистор

Укажите полярность напряжения: а) на эмиттере транзистора типа <i>p-n-p</i> ; б) на коллекторе транзистора типа <i>n-p-n</i>	а), б) Плюс	182
	а), б) Минус	183
	а) Плюс; б) минус	34
Транзистор включен по схеме с общей базой(см. рис. 33). Может ли превышать единицу: а) коэффициент усиления по току; б) коэффициент усиления по напряжению?	а), б) Могут	84
	а) Может; б) не может	134
	а) Не может; б) может	184
При включении транзистора по схеме с общей базой коэффициент усиления по току равно 0,95. Чему равен коэффициент усиления по току этого транзистора, если его включить по схеме с общим эмиттером?	0,95	234
	0,05	35
	19	85
	20	135
Транзистор, рассмотренный в предыдущем вопросе, включен по схеме с общим коллектором. Чему равен коэффициент усиления по току?	0,95	185
	1	36
	19	235
	20	86
При какой схеме включения транзистора коэффициент усиления по мощности меньше или равен единице?	С общей базой	136
	С общим эмиттером	186
	С общим коллектором	37
	Во всех случаях он больше единицы	87

Карточка № 18.в (294)
Биполярный транзистор

Как называется зависимость $I_k = f(I_э)$ при $U_k = const$?	Входной характеристикой	137
	Выходной характеристикой	187
	Переходной характеристикой	38
Семейство каких характеристик можно получить, меняя $I_э$?	Входных характеристик	88
	Выходных характеристик	138
	Переходных характеристик	188
По переходной характеристике (см. рис. 34) найдено, что увеличение тока эмиттера на 10 мА ток коллектора увеличился на 9 мА. Найдите α	$\alpha = 0,9$	39
	$\alpha = 19$	89
	$\alpha = 0,95$	139
Когда используются h -параметры?	При расчете радиосхемы	189
	При определении коэффициента усиления транзистора	40
Какая схема включения транзистора эквивалентна схеме катодного повторителя?	С общей базой	90
	С общим эмиттером	140
	С общим коллектором	190

Карточка № 19 (262)
Полевые транзисторы

У каких транзисторов: а) большая устойчивость к радиации, б) меньшее влияние температуры на параметры; в) меньшие собственные шумы?	а), б), в) У полевых	41
	а), б) у полевых, в)	91
	а) У биполярных, б) и в) у полевых	141
В каком направлении включены $p-n$ -переходы на рис. 35?	В прямом	191
	В обратном	42
Как изменяется ток стока при увеличении напряжения на затворе (см. рис. 35)?	Не меняется	92
	Увеличивается	142
	Уменьшается	192
Как изменится ток стока при увеличении положительного потенциала на затворе МДП-транзистора изображенного на рис. 36?	Увеличится	43
	Уменьшится	93
У какого транзистора входное сопротивление максимально?	У биполярного	143
	У полевого с затвором в виде $p-n$ -перехода	193
	У МДП-транзистора	44

Карточка № 20 (377)
Тиристоры

Каким способом нельзя перевести тиристор из открытого состояния в закрытое?	Уменьшением до нуля напряжения на основных электродах	94
	Изменением полярности напряжения на основных электродах	144
	Изменением полярности напряжения на управляющем электроде	194
Сколько <i>n-p</i> -переходов имеет метричный тиристор?	3	45
	4	95
	5	145
Чему равны коэффициенты α_1 и α_2 на участке 1 кривой, изображенной на рис. 37?	Близки к единице	46
	Близки к нулю	195
Что произойдет с коэффициентами α_1 и α_2 вблизи точки 2 (см. рис. 37)	Изменит знак	96
	Быстро возрастут	146
Чем определяется угол наклона участка 4 относительно горизонтальной оси? (см. рис. 37)	Напряжением на основных электродах	47
	Напряжением на управляющих электродах	97
	Сопротивлением нагрузки, включенной последовательно тиристором	147

Карточка № 21 (344)
Области применения транзисторов и тиристоров

Какой буквой в маркировке обозначают управляем тиристор?	Т	196
	У	197
	П	48
Из какого материала изготовлена база транзистора, марка которого начинается с цифры 2?	Из кремния	98
	Из германия	148
В каких схемах нецелесообразно использовать транзисторы?	В схемах генерации высокочастотных колебаний	198
	В схемах усиления сигналов мощности	49
	В схемах выпрямления переменных токов	99
Какие приборы целесообразно использовать для преобразования параметров тока в системах энергоснабжения?	Биполярные транзисторы	149
	Полевые транзисторы	199
	Тиристоры	50
В каких областях техники находят применение транзисторы и тиристоры?	В технике связи	50
	В вычислительной технике	150
	В автоматике	106
	Во всех перечисленных	200

Карточка № 22 (296)
Основные понятия и определения

Какова природа светового излучения?	Волновая	23
	Квантовая	2
	Двойственная – квантово-волновая	81
Зависит ли энергия от интенсивности светового потока Φ ?	Это зависит от спектрального состава излучения	9
	Да	32
	Нет	50
Какова зависимость между энергией фотона и длиной волны излучения λ ?	$W=k\lambda$	42
	$W=k/\lambda$	54
	$W=k/\lambda^2$	79
Как меняется начальная скорость эмитируемого электрона при увеличении работы выхода?	Увеличивается	38
	Уменьшается	67
	Остается неизменной	27
Как влияет изменение температуры окружающей среды на качество работы фотоэлектрических приборов?	Положительно	19
	Отрицательно	44
	Не влияет	74

Карточка № 23 (290)
Электронные фотоэлементы с внешним фотоэффектом

Какие электроны обеспечивают ток фотоэмиссии?	Только электроны валентной зоны	3
	Только электроны зоны проводимости	16
	Электроны обеих зон	55
Какого отношение между R_n и внутренним сопротивлением фотоэлемента R_i (см. рис. 38), когда $\Phi=0$?	$R_i \approx R_n$	49
	$R_i \gg R_n$	78
	$R_i \ll R_n$	76
Каким будет сопротивление между R_n и R_i , когда световой поток достигает больших значений?	$R_i > R_n$	63
	$R_i < R_n$	87
	$R_i \approx R_n$	66
Определите значение напряжения на нагрузке U в схеме(рис.38), пользуясь характеристиками (см. рис. 39), если $R_n=12,5$ Мом; $\Phi=0,1$ лм; $U=250$ В	$U_n=120$ В	60
	$U_n=130$ В	46
	$U_n=250$ В	20
Как изменится напряжение на R_n (см. рис. 38) в условиях предыдущей задачи, если $U_a=380$ В?	Увеличивается на 50 В	84
	Уменьшится на 50 В	72
	Не изменится	12

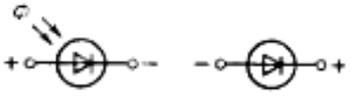
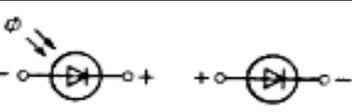
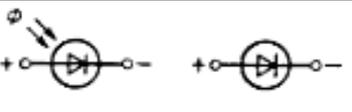
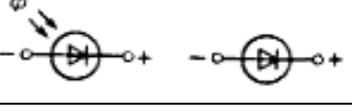
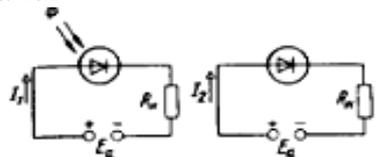
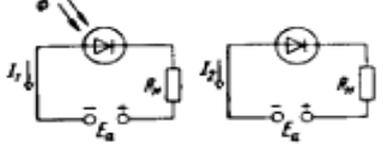
Карточка № 24 (170)
Фотоэлектрический умножитель

Каким явлением обусловлен ток динодов?	Явлением фотоэмиссии	71
	Явлением вторичной эмиссии	4
	И тем и другим явлением	69
Как повлияет на работу ФЭУ (см. рис. 40) короткое замыкание на участке R_z ?	Ухудшается чувствительность ФЭУ	15
	ФЭУ выйдет из строя	36
	Полезный ток I_e упалет до нуля	24
Каково отношение между токами I_e и I_k в схеме с ФЭУ на рис. 40?	$I_k > I_e$	40
	$I_k < I_e$	65
	$I_k = I_e$	10
Существует ли ток эмиссии фотокатода (темновой ток), когда $\Phi=0$?	Не существует	70
	Существует	48
	Это зависит от температуры катода	59
В каком из приборов: ФЭУ или фотоэлементе – при работе схемы сильнее сказываются колебания темнового тока фотокатода?	В схеме фотоэлемента	52
	В схеме ФЭУ	29
	В обеих схемах влияние одинаковое	45

Карточка № 25 (346)
Фоторезисторы

Какими свободными носителями зарядов обусловлен ток в обычном резисторе?	Электронами	83
	Дырками	43
	И электронами, и дырками	73
Какими свободными носителями зарядов обусловлен ток в фоторезисторе?	Дырками	35
	Электронами	11
	И электронами, и дырками	25
Обладает ли полупроводниковый фоторезистор односторонней проводимостью	Да	8
	Нет	80
	Это зависит от материала, из которого он изготовлен	62
Как изменится напряжение на нагрузке U_m и на фоторезисторе (см. рис. 41) при увеличении светового потока Φ ?	U_e увеличится U_f уменьшится	90
	U_e уменьшится U_f увеличится	47
	U_e не изменится U_f уменьшится	53
	U_e не изменится U_f увеличится	21
При каких значениях светового потока фоторезистор обладает максимальной чувствительностью?	При малых	68
	При больших	33
	Чувствительность не зависит от светового потока	58

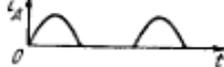
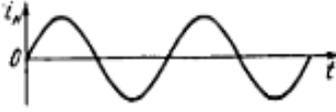
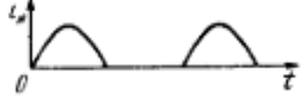
Карточка № 26 (349)
Фотодиоды

Какое различие существует между фотодиодом и обычным полупроводниковым диодом?	Принципиальное	75
	Конструктивное	41
	Функциональное	57
Можно ли использовать неосвещенный фотодиод в качестве выпрямителя?	Да	88
	Нет	61
Какого соотношение полярности напряжений на зажимах освещенного и неосвещенного фотодиодов?		31
		51
		39
		22
Какого соотношение между токами I_1 и I_2 в приведенных схемах? 	$I_1 > I_2$	5
	$I_1 < I_2$	82
	$I_1 \approx I_2$	17
Найдите правильное соотношения между токами I_1 и I_2 в данных схемах 	$I_1 > I_2$	91
	$I_1 \approx I_2$	13
	$I_1 < I_2$	86

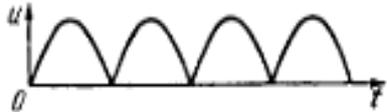
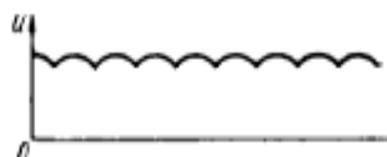
Карточка № 27 (220)
Однополупериодный выпрямитель

Каким должно быть соотношение между прямым и обратным сопротивлением триода R_{cp} и $R_{обр}$?	$R_{np} > R_{обр}$	25
	$R_{np} < R_{обр}$	57
	$R_{np} \approx R_{обр}$	1
	$R_{np} \ll R_{обр}$	68
Каким должно быть соотношение между прямым сопротивлением диода R_{cp} и сопротивлением нагрузки R_n ?	$R_n \approx R_{np}$	13
	$R_n > R_{np}$	9
	$R_n < R_{np}$	36
Какое напряжение зафиксирует вольтметр, подключенный к R_n (в схеме на рис 42) и проградуированный в средних значениях напряжения, если $U_{2m}=282$ В?	$U_B = 141$ В	73
	$U_B = 127$ В	46
	$U_B = 90$ В	38
Каково соотношение между действующими значениями напряжения на зажимах вторичной обмотки трансформатора U_2 и на сопротивлении нагрузки U_{2m} в схеме на рис. 42?	$U_2 > U_{2m}$	56
	$U_2 = U_{2m}$	23
	$U_2 < U_{2m}$	29
Каково соотношение между действующими значениями тока во вторичной обмотке трансформатора I_2 и в нагрузке I_e для схемы рис. 42?	$I_1 < I_2$	35
	$I_1 = I_2$	49
	$I_1 > I_2$	2

Карточка № 28 (308)
Двухполупериодный выпрямитель

Укажите, какова форма тока, проходящего через каждый диод мостовой схемы		42
		75
		18
Каково соотношение между показаниями амперметров, реагирующих на действующее значение тока, один из которых включен в цепь вторичной обмотки трансформатора, а другой – в цепь R_a	$I_2 > I_n$	16
	$I_2 < I_n$	40
	$I_2 = I_n$	77
Каковы показания амперметров, реагирующих на среднее значение тока, включенных, как это указано в предыдущем вопросе	$I_{02} = I_{0к} = 0,91/2$	37
	$I_{02} = 0; I_{0к} = 0,91/2$	74
Каким станет ток в нагрузке, если будет пробит диод D_1		14
		65
	$i_n = 0$	62
Какой выпрямитель, ламповый или полупроводниковый обеспечивает более качественное выпрямление?	Ламповый	17
	Полупроводниковый	43
	Качество выпрямления не зависит от типа вентеля	76

Карточка № 29 (101)
Трехфазный выпрямитель

<p>Каким было бы напряжение на нагрузке, если бы напряжение на обмотках трансформатора совпадали по фазе и имели одинаковую амплитуду?</p>		54
		41
		34
<p>Выберите параметры, соответствующие идеальному диоду</p>	$R_{cp} = 1 \div 10 \text{ Ом};$ $R_{обр} = 100 \div 200 \text{ кОм}$	26
	$R_{cp} = 0;$ $R_{обр} = 100 \div 200 \text{ кОм}$	8
	$R_{cp} = 0;$ $R_{обр} = \infty;$	19
	$R_{cp} = 1 \div 10 \text{ Ом}; R_{обр} = \infty;$	11
<p>Как отражается на разботе выпрямителя тот факт, что диоды не идеальны?</p>	<p>Увеличивается обратное напряжение на диоде</p>	50
	<p>Уменьшается среднее значение выпрямленного тока и напряжения</p>	3
	<p>Искажается форма тока в нагрузке</p>	15
<p>Какое из указанных соотношений не относится к схеме трехфазного выпрямителя?</p>	$k = 0,25$	22
	$U_{обр} = \sqrt{6} U$	53
	$U_{обр} = \sqrt{3} U_m$	5
	$I_{cp} = I_c/2$	33

Карточка № 30 (228)
Выпрямитель на тиристоре. Стабилизатор напряжения

Какого соотношение между прямым и обратным сопротивлением тиристора при отсутствии управляющих импульсов и напряжений на тиристоре ниже напряжения переключения?	$R_{обр} \gg R_{пр}$	52
	$R_{обр} \ll R_{пр}$	48
	$R_{обр} = R_{пр}$	79
Запирается ли тиристор после снятия управляющего импульса?	Да	67
	Нет	72
	Это зависит от длительности управляющего импульса	24
В каких пределах необходимо изменить время подачи управляющего импульса, чтобы ток в нагрузке изменился от максимального значения до нуля?	$0 \leq I_y \leq T$	32
	$T/4 \leq t_y \leq T/2$	60
	$0 \leq t_y \leq T/4$	4
	$0 \leq t_y \leq T/2$	64
Определите максимально возможное значение тока I_C в тиристорном однополупериодном выпрямителе	$I_0 = 0.636 I_m$	27
	$I_0 = 0.318 I_m$	55
	$I_0 = 0.827 I_m$	30
Как изменится $U_{yб}$ в схеме на рис 43 при уменьшении R_C ?	$U_{yб}$ увеличится	6
	$U_{yб}$ уменьшится	70
	$U_{yб}$ станет отрицательным	45

Карточка № 31 (275)

Сглаживающие фильтры. Выпрямление с умножением напряжения

Как изменится коэффициент пульсации в схеме с емкостным фильтром, если R_n уменьшится?	k_n не изменится	59
	k_n увеличится	78
	k_n уменьшится	31
Каково соотношение между постоянным времени разрядки конденсаторов в схеме удвоителя напряжения $\tau_{у\text{лв}}$ (см. рис. 44) и в обычной схеме $\tau_{о\text{б}}$ (см. рис. 43) ($C_\phi = C_1 = C_2$)?	$\tau_{у\text{лв}} > \tau_{о\text{б}}$	39
	$\tau_{у\text{лв}} = \tau_{о\text{б}}$	66
	$\tau_{у\text{лв}} < \tau_{о\text{б}}$	71
Как повлияет увеличение частоты питающего напряжения на работу емкостного сглаживающего фильтра?	Сглаживание улучшится	61
	Сглаживание ухудшится	10
	Сглаживание не изменится	69
Каким должно быть соотношение между индуктивным сопротивлением дросселя фильтра $2\pi fL_o$ и емкостным сопротивлением $1/2\pi fC_\phi$ конденсатора, чтобы сглаживание было хорошим? (f – частота выпрямленного напряжения)	$2\pi fL_o = 1/2\pi fC_\phi$	47
	$2\pi fL_o \gg 1/2\pi fC_\phi$	7
	$2\pi fL_o \ll 1/2\pi fC_\phi$	63
Выберите правильное соотношение между активным сопротивлением дросселя R_{np} и сопротивлением нагрузки R_n	$R_n > R_{np}$	44
	$R_n \gg R_{np}$	58
	$R_n < R_{np}$	51
	$R_n \approx R_{np}$	21

Карточка № 32 (277)
Общие сведения

Какой тип нагрузки обеспечивает более равномерное усиление в широком диапазоне частот?	Резистивный	6
	Индуктивный	30
	Смешанный	16
Определите коэффициент усиления трехкаскадного усилителя в децибелах, если каждый каскад обеспечивает десятикратное усиление	60	4
	30	17
	1000	77
Какой параметр полезного сигнала искажается за счет нелинейности усилительных элементов (электронных ламп и транзисторов)?	Частота сигнала	85
	Форма сигнала	95
	И частота, и форма сигнала	80
Вызывают ли частотные искажения изменение частоты усиливаемого полезного сигнала?	Да	52
	Нет	88
Соответствует ли термин УПТ существу процессов, происходящих в усилителях этого рода?	Нет	71
	Да	56

Карточка № 33 (232)
Предварительный каскад УНЧ

Какими электрическими параметрами определяется значение R_e в схеме на рис 45?	Напряжениями E_K и $U_{обр}$	69
	Только напряжением $U_{обр}$	31
	Только током $I_{оф}$	94
	Величинами E_{K1} , $U_{вур}$, и $I_{бo2}$	74
Как повлияет увеличение сопротивление R_n на положение линии нагрузки CD ?	Угол наклона α линии CD увеличивается	2
	Угол наклона α линии CD уменьшится	36
	Линия CD сдвинется вправо без изменения наклона	15
	Линия CD сдвинется влево без изменения наклона	25
К каким последствиям приведет увеличение R_n в случае, приведенном на рис. 46?	К уменьшению амплитуды выходного напряжения	7
	К увеличению амплитуды выходного напряжения	68
	К искажению формы усиливаемого сигнала	38
Усиление с минимальным искажением возможно при условии, что участок AB линии нагрузки CD находится в пределах линейных участков выходных характеристик. При каком дополнительном условии усиление будет без искажений?	Напряжение E_n должно быть строго стабильным	92
	Сопротивление нагрузки должно быть строго стабильным	61
	Участок $A'B'$ входной характеристики должен быть линейным	50
К каким нежелательным последствиям приведет перевод рабочей точки из O в точку B (см. рис. 46)?	К уменьшению $I_{к0}$	76
	К уменьшению амплитуды усиливаемого сигнала	23
	К искажению усиливаемого сигнала	34

Карточка № 34 (324)
Выходной каскад УНЧ

Каким должно быть соотношение между I_{60} и I_{6m} (см. рис. 46,б) при идеальной входной характеристике, чтобы КПД стал максимальным при условии сохранения формы входного сигнала (режим А)?	$I_{6m} > I_{60}$	22
	$I_{6m} < I_{60}$	57
	$I_{6m} = I_{60}$	67
Каким должен быть коэффициент трансформации трансформатора K , если оказалось, что $R_n = R_{вн,а}$?	$K > 1$	62
	$K < 1$	84
	$K = 0$	9
	Трансформатор в данном случае не нужен	45
Выберите правильное соотношение между R_1 и R_2 в схеме на рис. 48, при котором будет обеспечен режим В	$R_1 > R_2$	93
	$R_1 = R_2$	58
	$R_1 < R_2$	66
	$R_1 \gg R_2$	51
Как изменится КПД схемы, если двухтактный усилитель будет переведен из режима В в режим А	КПД не изменится	70
	КПД увеличится	75
	КПД уменьшится	82
Какая из схем, представленных на рис. 45 и 47, будет характеризоваться меньшими частотными искажениями?	Схема на рис. 19.4	63
	Схема на рис. 19.2	79
	Обе схемы равноценны	49

Карточка № 35 (195)
Обратная связь в усилениях

Какое из приведенных выражений лишено физического смысла при условии, что $K > 1$?	$K_{oc} = K / (1 + K)$	47
	$K_{oc} = K / (1 + \beta K)$	5
	$K_{oc} = K / (1 - \beta K)$	60
	$K_{oc} = K / (1 - K)$	39
Каково соотношение между напряжениями $U_{вых}$ и U_{oc} когда $K_{oc} = K / (1 + K)$?	$U_{oc} < U_{вых}$	18
	$U_{oc} > U_{вых}$	73
	$U_{oc} = U_{вых}$	35
Как изменится напряжение обратной связи в схеме на рис. 49, если резистор R_2 зашунтировать емкостью?	U_{oc} не изменится	42
	U_{oc} увеличится	48
	U_{oc} уменьшится	14
Из каких резисторов составлены делители постоянного и переменного напряжений в схеме на рис. 49?	Делитель $U_m: R_1, R_2$ Делитель $U_m: R_1, R_2$	64
	Делитель $U_m: R_1, R_2, R_n$ Делитель $U_m: R_1, R_2$	54
	Делитель $U_m: R_1, R_2$ Делитель $U_m: R_1, R_2, R_n$	19
	Делитель $U_m: R_2, R_1, R_A$ Делитель $U_m: R_2, R_1, R_K$	11
Известно, что изменение температуры приводит к изменению тока коллектора транзисторов. Действует ли при этом отрицательная обратная связь по постоянной составляющей коллекторного тока в схеме на рис. 49?	Не действует	3
	Это зависит от соотношения между значениями сопротивлений R_1, R_2 и R_K	21
	Действует	53

Карточка № 36 (223)
Межкаскадные связи. Усилители постоянного тока

Каким должно быть значение емкости разделительных конденсаторов в схеме на рис. 50, при котором обеспечивается хорошее выделение постоянной составляющей выходного напряжения в каждом каскаде?	Значение C_p должно быть как можно больше	44
	Значение C_p должно быть как можно меньше	91
	Несущественно	32
Выберите правильное соотношение между емкостным сопротивлением разделительного конденсатора X_c и входным сопротивлением последующего каскада	$X_c > R_{вх}$	12
	$X_c \approx R_{вх}$	28
	$X_c < R_{вх}$	78
	$X_c \ll R_{вх}$	8
В какой из схем, представленных на рис. 50 и 51, будет обеспечено более равномерное усиление в рабочем диапазоне частот?	В схеме на рис. 19.9	86
	В схеме на рис. 19.10	40
	В обеих схемах равномерность усиления одинакова	55
Каким должно быть соотношение между R_{31}, R_{32}, R_{33} , чтобы обеспечивался одинаковый режим покоя всех трех транзисторов T_1, T_2 в схеме на рис. 52?	$R_{31} = R_{32} = R_{33}$	26
	$R_{31} < R_{32} < R_{33}$	65
	$R_{31} > R_{32} > R_{33}$	46
Что изменится в работе схемы, представленной на рис. 52, если убрать резистор R_{31} ?	Работа схемы невозможна без R_{31}	41
	Ухудшается стабильность в работе	20
	Уменьшается коэффициент усиления схемы	13

Карточка № 37 (339)
Импульсные и избирательные усилители

Как изменится напряжение на коллекторе U_B при незначительном уменьшении сопротивления R_B (см. рис. 53)?	Значительно уменьшится	10
	Уменьшится незначительно	83
	Не значительно увеличится	87
	Не изменится	89
Как изменится напряжение $U_{B\text{ НБС}}$ при увеличении тока базы до I_{56} (см. рис. 53)?	$U_{B\text{ НБС}}$ увеличится	1
	$U_{B\text{ НБС}}$ не изменится	96
	$U_{B\text{ НБС}}$ уменьшится	59
Каково соотношение между действующими значениями переменных составляющих тока коллектора I_k и тока в контуре $I_{\text{конт}}$ в резонансном режиме (см. рис. 54)?	$I_k > I_{\text{конт}}$	33
	$I_k \approx I_{\text{конт}}$	24
	$I_k < I_{\text{конт}}$	37
Для измерения переменного напряжения на контуре (см. рис. 54) используют специальный катодный вольтметр. Каким должно быть сопротивление вольтметра R_v по сравнению $R_{\text{к рез}}$, чтобы вольтметр существенно не влиял на работу усилителя?	$R_v > R_{\text{к рез}}$	29
	$R_v < R_{\text{к рез}}$	27
	$R_v \approx R_{\text{к рез}}$	43
Что произойдет с коэффициентом усиления каскада (см. рис. 54), если в цепь эмиттера включить резистор?	Коэффициент усиления увеличится	81
	Коэффициент усиления уменьшится	90
	Коэффициент усиления не изменится	72

Карточка № 38 (251)
Транзисторный автогенератор типа LC

Чем отличается автогенератор от усилителя?	Характером нагрузки	44
	Видом усилительного элемента	93
	Наличием положительной обратной связи	120
При сборке схемы автогенератора (см. рис. 55) было нарушено условие баланса фаз. Каким образом можно обеспечить выполнение этого условия?	Поменять местами провода, идущие к C_K	98
	Заменить катушку L_{OC} на другую	87
	Поменять местами провода, идущие к L_{OC}	84
Какие параметры схемы (см. рис. 55) надо изменить, чтобы обеспечить условие баланса амплитуды?	Значение E_K	78
	Значение коэффициента трансформации между L_K и L_{OC}	103
	Соотношение между R_1 и R_2	37
Какую роль в схеме (рис. 55) играет конденсатор C_3 ?	Обеспечивает цепь переменной составляющей коллекторного тока	72
	Обеспечивает подачу переменного потенциала сигнала обратной связи на эмиттер 7	60
	Устраняет отрицательную обратную связь по переменной составляющей	85
Какие параметры схемы автогенератора в основном влияют на частоту колебаний?	$L_K; C_B; C_0; C_6$	95
	$L_K; C_K; L_{OC};$	27
	$L_K; C_B$	59

Карточка № 39 (161)
Генераторы пилообразного напряжения

Выберите правильное соотношение между напряжением источника E_a и напряжением зажигания лампы, которое обеспечит приемлемую линейность U в схеме на рис. 56	$U_3 \approx E_a$	21
	$U_3 < E_a$	43
	$U_3 > E_a$	102
В какой из приведенных схем на рис. 56 и 57 изменение $\tau_3=RC$ вызовет изменение периода следования выходных импульсов?	В схеме на рис. 20.9	17
	В обеих схемах	62
	В схеме на рис. 20.6	114
При каком соотношении между $\tau_3=RC$ и временем зарядки T_3 в схеме на рис. 57 будет обеспечена хорошая линейность выходного напряжения?	$\tau_3 < T_3$	53
	$\tau_3 \approx T_3$	30
	$\tau_3 \gg T_3$	40
	$\tau_3 > T_3$	90
В какой из приведенных схем на рис. 56 и 57 время разрядки конденсатора должно быть строго лимитировано?	В обеих схемах	56
	В схеме на рис. 20.9	119
	В схеме на рис. 20.6	107
Какого соотношение между внутренним сопротивлением зажженной R_{i3} и погасшей R_{i3} неоновой лампой?	$R_{i3} \approx R_{in}$	15
	$R_{i3} > R_{in}$	69
	$R_{i3} < R_{in}$	115
	$R_{i3} \ll R_{in}$	45

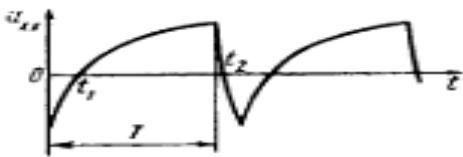
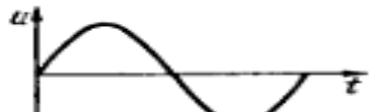
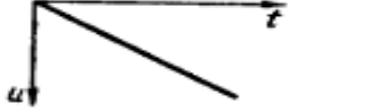
Карточка № 40 (322)
Мультивибратор

Каким должно быть соотношение между сопротивлениями R_6 и R_k для нормальной работы схемы, приведенной на рис. 58?	$R_6 > R_k$	34
	$R_6 \approx R_k$	13
	$R_6 < R_k$	24
Какими параметрами схемы симметричного мультивибратора определяется длительность импульсов на коллекторах транзистора?	Постоянной времени зарядки $\tau_3 = R_6 C$	96
	Постоянной времени перезарядки $\tau_n = R_6 C$	52
	τ_3 и τ_n	101
Каково соотношение между напряжениями на C_1 и C_2 в период времени, когда T_1 открыт, а T_2 заперт?	$U_{C1} > U_{C2}$	73
	$U_{C1} < U_{C2}$	76
	$U_{C1} = U_{C2}$	19
В схеме симметричного мультивибратора $T_1 = T_2$ (см. рис. 59). Каким будет соотношение между T_1 и T_2 , если $C_1 > C_2$?	$T_1 = T_2$	5
	$T_1 > T_2$	33
	$T_1 < T_2$	97
Каким будет соотношение между T_1 и T_2 , если в схеме (см. рис. 58) $R_{k1} > R_{k2}$?	$T_1 > T_2$	54
	$T_1 < T_2$	82
	$T_1 = T_2$	63

Карточка № 41 (229)
Электронно-лучевые трубки

Какому положению движка потенциометра R (см. рис. 60) соответствует минимальная яркость свечения экрана?	Крайнему правому	77
	Крайнему левому	94
	Среднему	89
Через какой электрод трубки замыкается основная часть анодного тока?	Через первый анод	111
	Через второй анод	117
	Через аквадаг	20
В какой точке на продольной оси трубки электроны имеют максимальную скорость?	За первым анодом	68
	За вторым анодом	109
	За пластинами	75
	У экрана	86
Происходит ли фокусирование электронного луча в пространстве между первым анодом и катодом?	Да	7
	Нет	18
	Это зависит от конструкции анода и катода	14
Каков характер сил, действующих на электроны в трубке с электромагнитным управлением между фокусирующей и отклоняющей катушками?	Только электромагнитные силы	99
	И электромагнитные, и электрические	83

Карточка № 42 (330)
Электронный осциллограф

Выберите зависимость, которая соответствует линейно-изменяющемуся пилообразному напряжению	$U=kt^2$	106
	$U=kt$	51
	$U=k/t$	4
Напряжение развертки имеет форму, приведенную на графике. Каким будет изображение на экране, если $U_{\text{гг}} = U_m \sin \omega t$? 		35
		92
		41
Каким будет изображение на экране, если период синусоидального изучаемого сигнала T в два раза больше периода развертывающего напряжения?		80
		36
Осциллограф работает в режиме измерения частоты. При этом $U_{\text{зт}} = U_m \sin \omega t$; $U_{\text{гг}} = U_m \sin \omega t$.		70
Каким будет изображаться на экране?		100
		50
Каким должно быть соотношение между временем послесвечения экрана t_n и периодом развертки T_s , чтобы условия наблюдения были оптимальны?	$t_n < T_p$	118
	$t_n > T_p$	6
	$t_n \approx T_p$	81

Карточка № 43 (148)
Аналоговый электронный вольтметр

<p>Пусть в схеме на рис. 61 $R_d = R_{1d} + R_{2d} + R_{3d} = R_5 = R$ Определите, в каком положении переключателя делителя входное сопротивление схемы минимально</p>	В положении 2	22
	В положении 1	39
	В положении 3	57
	Выходное сопротивление схемы не зависит от положения переключателя	8
<p>Какое положение переключателя напряжения соответствует максимальному пределу измерения?</p>	Положение 1	28
	Положение 3	65
<p>Что происходит с потенциалом точек с и d в схеме (см. рис. 61) при увеличении измеряемого напряжения?</p>	φ_c увеличится φ_d уменьшится	2
	φ_c уменьшится φ_d увеличится	16
	φ_c увеличится φ_d не изменится	108
	φ_c уменьшится φ_d не изменится	10
<p>Каким должно быть соотношение между напряжением запирающего L_1 и измеряемым напряжением для нормального функционирования схемы?</p>	$U_k > U_{зап}$	38
	$U_k < U_{зап}$	32
	$U_k = U_{зап}$	48
<p>Как повлияет на работу схемы непосредственное соединение сетки L_1 с корпусом?</p>	Уменьшится чувствительность схемы	113
	Увеличится погрешность измерений	79
	Схема не будет работать	110

Карточка № 44 (152)
Цифровой электронный вольтметр

В каком режиме работает генератор пилообразного напряжения?	В режиме самовозбуждения	91
	В жгучем режиме	23
Как повлияет увеличение частоты следования сигналов генератора импульсов образцовой частоты на точность измерения?	Точность измерений не изменится	1
	Точность измерения повысится	105
	Точность измерений понизится	116
Как повлияет нестабильность частоты следования сигналов генераторов импульсов на точность измерения?	Ухудшается точность измерения	46
	Не влияет на точность измерения	31
Следует ли стабилизировать частоту повторения импульсов управляющего устройства?	Да	55
	Нет	66
	Это зависит от требований к точности измерений	9
Какое соотношение между измеряемым напряжением U_x и максимальным значением пилообразного напряжения U_m (см. рис. 62) обеспечит нормальную работу схемы?	$U_m = U_r$	25
	$U_m < U_r$	42
	$U_m > U_r$	112

Карточка № 45 (231)

Общие сведения

Какие направления характерны для совершенствования элементарной базы электроники?	Повышение надежности	1
	Снижение потребляемой мощности	31
	Миниатюризация	61
	Все перечисленные	91
Какие особенности характерны для ИМС и БИС?	Миниатюрность	121
	Сокращение внутренних соединительных линий	151
	Комплексное изготовление (технология)	2
	Все перечисленные	32
Какой элемент электронных схем является активным?	Конденсатор	92
	Трансформатор	122
	Диод	152
	Активное сопротивление	62
Можно ли в кристалле объемом 1 мм ³ разместить схему, содержащую 1000 резисторов, конденсаторов, диодов, транзисторов и других элементов?	Можно	3
	Нельзя	33
Какое количество генераторов и усилителей электрических колебаний может быть размещено в объеме одного полупроводникового кристалла?	1	63
	10	93
	100	123
	Любое из указанных выше	153

Карточка № 46 (296)
Гибридные интегральные микросхемы

Какие микросхемы называются гибридными?	В которых используются тонкие и толстые пленки	4
	В которых используются пассивные и активные элементы	34
	В которых используются пленочные и навесные элементы	64
Какие элементы целесообразно делать навесными?	Транзисторы и индуктивные катушки	94
	Резисторы и конденсаторы	124
	Резисторы и трансформаторы	
Какой вид сварки применяют для соединения навесных и пленочных элементов?	Ультразвуковая	5
	Лазерным лучом	35
	Термокомпрессионная	65
	Все перечисленные	95
Какие контакты применяют для соединения элементов гибридных микросхем?	Проволочные	125
	Шариковые	155
	Балочные	6
	Все перечисленные	36
Какие пленки применяют для изготовления гибридных микросхем?	Диэлектрические	66
	Проводящие	96
	Резистивные	126
	Все перечисленные	7

Карточка № 47 (302)
Толсто пленочные микросхемы

Укажите: а) толщину подложки; б) толщину пленки толсто пленочных микросхем	а) 1мм; б) от 0,001 до 0,2 мм	37
	а) 1мм; б) свыше 1 мкм	67
	а) 1 мм; б) 150-200 мкм	97
Из какого материала изготавливаются подложки пленочных микросхем?	Керамика	127
	Кварц	8
	Стекло	38
	Из всех перечисленных	98
Какие компоненты включаются в пасты, используемые для нанесения проводящих и резистивных толстых пленок?	Смесь порошков драгоценных металлов со стеклом	128
	Порошок титаната бария	9
	Порошок из сегнетокерамики	39
Каким образом обеспечивается высокая точность параметров элементов толсто пленочных схем?	Подбором состава пасты	69
	Изменением размеров	99
	Термической обработкой при 1000 К	129
Что не характерно для толсто пленочных микросхем?	Надежность	68
	Экономичность	10
	Стабильность параметров	70
	Отсутствие навесных элементов	40

Карточка № 48 (131)
Тонкопленочные микросхемы

Какие материалы применяют для изготовления тонких пленок?	Алюминий, медь, серебро, золото	100
	Тантал, титан, никель, углерод	130
	Вольфрам, молибден	11
	Все перечисленные	41
Какой метод не используется при изготовлении тонких пленок для микросхем?	Вакуумное напыление	71
	Химическое осаждение	101
	Электролитическое осаждение	131
	Трафаретная печать	12
Каким образом защищают подложку от загрязнения при вакуумном напылении тонкой пленки?	Глубоким вакуумом	42
	Экраном	72
	Подогревом	102
В каких случаях целесообразно применять метод катодного распыления?	При создании проводящих пленок	132
	При создании резистивных пленок	13
	При создании тугоплавких пленок	43
Как образуются молекулы для формирования пленки при методе химического осаждения?	Выбиваются электронным лучом	73
	Выбиваются положительными ионами	103
	Выделяются при химической реакции газов	133

Карточка №49 (210)
Полупроводниковые интегральные микросхемы

Какие микросхемы могут быть изготовлены без навесных элементов?	Тонкопленочные	17
	Толстопленочные	47
	Полупроводниковые	77
Какие транзисторы не применяют в полупроводниковых интегральных микросхемах?	Биполярные	107
	Полевые с затвором в виде р-п- перехода	137
	Полевые с изолированным затвором	18
Чем объясняется применение в качестве основы микросхем кремния, а не германия?	Свойствами пленки из диоксида кремния	48
	Работоспособностью кремния при высоких температурах	78
	Тем и другим	108
Какие функции выполняет пленка диоксида кремния в полупроводниковых микросхемах?	Защита микрообласти от загрязнений	138
	Служит для создания масок при введении легирующих примесей в строго определенные микрообласти	19
	Изолирует элементы микросхемы	49
	Все перечисленные	79
В полированной пластине кремния диаметром 75 мм и толщиной 0,2 мм сформировано 4000 одинаковых микросхем. Укажите примерные размеры одной микросхемы	1X1X0,2 мм	109
	0,1X0,1X0,2 мм	139
	2X2X0,2мм	20

Карточка № 50.а (196)
Планарно-эпитаксиальная технология изготовления ИМС

Какая пленка называется эпитаксиальной?	Полученная осаждением молекул	50
	Полученная осаждением мелких кристаллов	80
	Повторяющая структуру монокристаллической подложки	110
	Все перечисленные	140
Какой метод основан на непрямом процессе эпитаксии?	Восстановление кремния водородом из тетрахлорида кремния	21
	Пиролиз	51
	Тот и другой	81
Можно ли нарастить эпитаксиальный слой с заданным типом проводимости?	Можно	111
	Нельзя	141
Толщина кремниевой монокристаллической пластины 0,2 мм, толщина эпитаксиального слоя 15 мкм. Укажите толщину многослойной структуры	215 мкм	22
	230 мкм	52
	430 мкм	82
Какую подложку не используют для получения эпитаксиальной кремниевой пленки	Кремниевую	112
	Германиевую	142
	Сапфировую	23

Карточка № 50.б (231)
Планарно-эпитаксиальная технология изготовления ИМС

Каким образом получают пленку диоксида кремния при изготовлении полупроводниковой микросхемы?	Окислением монокристаллической кремневой пластины	53
	Окислением эпитаксиального слоя	83
	Наносят на эпитаксиальный слой с помощью пульверизатора	113
Каким образом наносят фоторезист?	Окислением эпитаксиального слоя	143
	С помощью пульверизатора или центрифуги	24
	Через фотошаблон	54
Что остается на поверхности эпитаксиального слоя после удаления остатков фоторезиста?	Рисунок микросхемы из пленки диоксида кремния	84
	Отдельные области эпитаксиального слоя с электропроводимостью n-типа («карманы»)	114
	Отдельные области эпитаксиального слоя с электропроводимостью p-типа	144
Каким образом получают «карманы»?	Диффузией акцепторной примеси в эпитаксиальный слой n-типа через окна в маске	25
	Диффузией доиорной примеси в эпитаксиальный слой p-типа через окна в маске	55
Когда смывают защитную пленку диоксида кремния?	По окончанию изготовления микросхемы	86
	Перед передачей пластины с «кармана» на последующие операции	115

Карточка № 51 (145)

Элементы полупроводниковых микросхем и их соединение

Какие элементы микросхемы нельзя получить с помощью р-п-перехода?	Конденсаторы и резисторы	85
	Диоды и транзисторы	145
	Трансформаторы и индуктивные катушки	26
	Все перечисленные	56
Каким образом формируются транзисторы в «карманах»?	Диффузией примесей через повторно сформированные маски	116
	Одновременно с «карманами» с помощью усложненных масок	146
	Тем и другим способом	27
Каким образом элементы микросхемы соединяются между собой?	Напыление золотых или алюминиевых дорожек через окна в маске	57
	Пайкой лазерных лучей	117
	Термокомпрессией	87
	Всеми перечисленными способами	147
С какой целью при изготовлении микросхемы напыляют контактные площадки?	Для подсоединения внешних выводов	28
	Для обеспечения пересечения токопроводящих дорожек	58
Каким образом герметизированную микросхему соединяют к источникам питания и другими внешними устройствами?	С помощью клемм	88
	С помощью тонких проволочных выводов	118

Карточка № 52 (187)
Применение интегральных микросхем

Какие микросхемы называют совмещенными?	Построение на тонких и толстых пленках	148
	Построение на пленочных и планарно-эпитаксиальных элементах	29
К какой степени интеграции относится ИМС, содержащее 500 логических элементов?	К малой	59
	К средней	89
	К высокой	119
Как различают ИМС по названию?	Усилительные и генераторные	149
	Вычислительные и запоминающие	30
	Логические и линейные	60
В маркировке ИМС после буквы К стоит четная цифра. Укажите разновидность микросхемы	Полупроводниковая	90
	Гибридная	120
	Совмещенная	150
В каких областях техники применение ИМС особенно эффективно?	В ракетной и космической технике	156
	В вычислительной техники	157
	В автоматике	158
	Во всех перечисленных	159

Карточка № 53 (205)
Системы счисления

В какой системе счисления нельзя написать 125?	В пятеричной	1
	В шестеричной	21
	В восьмеричной	41
В какой системе счисления запись 10 означает 5_{10}	В двоичной	61
	В пятеричной	81
	Ни в какой	101
Сколько единиц в десятичной системе означает запись в двоичной системе: $1 \cdot 10^{10} + 0 \cdot 10^1 + 1 \cdot 10^0$?	Три	121
	Четыре	141
	Пять	161
Какое преимущество двоичной системы обеспечивает ей широкое применение в ЦЭВМ?	Экономичность	181
	Минимальное количество символов	201
	Простота перевода в восьмеричную систему	221
Цифры изображаются импульсами разной высоты. Какая система более устойчива к помехам?	Десятичная	241
	Троичная	261

Карточка № 54 (150)
Перевод чисел из одной системы в другую

Укажите запись двоичного числа 11002 в десятичной системе счисления	10	262
	11	2
	12	42
Укажите запись троичного числа 11003 в десятичной системе счисления	12	242
	24	62
	36	102
Укажите запись в десятичной системе счисления числа 110_3	10	22
	20	222
	30	82
Укажите запись в двоичной системе счисления десятичного числа 21_{10}	102	142
	10101	202
	100110	182
Укажите запись в троичной системе счисления десятичного числа 21_{10}	210	122
	201	162
	101	3

Карточка № 55 (196)
Арифметические операции с двоичными числами

Укажите результат сложения двоичных чисел 1001 и 11001	11111	263
	100010	4
	10101	43
Укажите результат сложения двоичных чисел 1111 и 111	11111	243
	10110	63
	100000	103
Найдите дополнительный код двоичного числа 0111	1000	23
	1001	223
	1010	83
Для выполнения какой операции нет необходимости в дополнительном коде?	Вычитания	143
	Деление	203
	Умножения	183
Можно ли решение уравнений $729x^{12} + (9x^3 + y^4)^3 - (9x^4 + 3xy^3)^3 - y^{12} = 0$; $(x^4)^3 + (\sqrt{3x^3y + y^4})^3 = (x^4 + \sqrt{3xy^3} + y^4)^3$ свести к сложению двоичных чисел?	Можно	123
	Нельзя	163

Карточка № 56 (201)
Структурная схема цифровой электронной
вычислительной машины

Какие операции выполняет арифметическое устройство?	Арифметические	264
	Логические	5
	Арифметические и логические	44
Какое из устройств, ОЗУ или ВЗУ, обеспечивает большую скорость выбора информации?	ОЗУ	244
	ВЗУ	64
	Это зависит от устройства управления	104
Какое из устройств, УУ или ПУ, обеспечивает автоматическое управление работой вычислительной машины?	УУ	24
	ПУ	224
	То и другое	84
Что называется процессором?	Устройство управления, объединенное с арифметическим устройством	144
	ОЗУ, объединенное с ВЗУ	204
	Несколько объединенных блоков электронной вычислительной машины	184
Какие элементы входят в команду?	Код операции	124
	Аренда слагаемых	167
	Аренда результата	25
	Все перечисленные	45

Карточка № 57 (327)
Принцип действия ЦЭВМ

Где хранится программа, управляющая автоматическим решением задач: $z > y > x > 2^n n^{n-1}$; $(x^4)^3 + (\sqrt{3x^3y + y^4})^3 = (x^4 + \sqrt{3xy^3})^3 + (y^4)^3$. $\pi_2 \approx 3x/2 \ln^2 x$?	В записях математика – программиста	361
	На перфорированных картах	6
	Во внешнем запоминающем устройстве	86
	В устройстве управления	245
Какая информация поступает: а) из УУ в ВЗУ, б) из ВЗУ в УУ?	а) Адрес команды; б) никакая	65
	а) Адрес команды; б) команда	105
	а), б) Команда	26
Откуда поступает информация в арифметическое устройство?	Из УУ	225
	Из УУ и ОЗУ	85
	Из ОЗУ в ВЗУ	145
Для чего служит признак результата?	Для формирования следующей команды	205
	Для формирования адреса следующей команды	185
	Для записи чисел в ОЗУ	125
	Для записи результата в ВЗУ	165
Каким образом происходит запуск УВО?	Кнопкой «Пуск»	46
	Устройством управления	66

Карточка № 58.а (291)

Триггеры

Сколько устойчивых состояний имеет триггер?	3	266
	2	246
	1	106
Почему выходные напряжения равны E_b , если лампы полностью заперты напряжениям смещения?	Потому что анодные токи ламп равны нулю	226
	Потому что выходные клеммы подсоединены параллельно к клеммам источника E_b	146
Могут ли лампы Л1 и Л2 открываться одновременно при подаче на их сетки положительного напряжения от источника E_b ?	Могут	206
	Практически не могут	186
Как изменится абсолютное значение отрицательного смещения на сетке Л2 при увеличении тока через Л1?	Не изменится	126
	Увеличится	166
	Уменьшится	7
Входной импульс закрыл лампу Л1. Как изменяется ток лампы Л2?	Уменьшится, затем возрастет до максимума	27
	Возрастет до максимума, затем уменьшится	47
	Возрастет до максимума и останется максимальным	67

Карточка № 58.б (397)

Триггеры

Каким будет абсолютное значение напряжения $U_{\text{выз2}}$ при подаче на вход триггера импульса положительной полярности?	Максимальным	87
	Минимальным	267
	Равным нулю	247
Чем отличается динамический триггер от статистического?	Количеством состояний	227
	Характером выходного сигнала	147
	Полярность запускающих импульсов	20
Каково назначение схемы запуска триггера?	Сформировать импульсы необходимой амплитуды	187
	Сформировать импульсы необходимой длительности	127
	Сформировать импульсы заданной полярности	167
	Обеспечить все названные функции	8
Какой запуск надо использовать для подсчета количества однополярных импульсов 8 серии?	Раздельный	28
	Счетный	48
	Тот и другой	68
Как называется вход триггера, изображаемый на схемах раздвоенной стрелкой?	Раздельным	83
	Счетным	107

Карточка № 59 (282)
Логические элементы

Каково назначение логических схем?	Моделировать логические рассуждения	108
	Моделировать логические высказывания	268
	Отображать зависимость между истинностью высказываний	248
Какую операцию выполняет схема И?	Логическое сложение	228
	Конъюнкцию	148
	Дизъюнкцию	208
Какую операцию выполняет схема ИЛИ?	Логическое умножение	188
	Конъюнкцию	128
	Дизъюнкцию	168
Какие схемы моделируют логические операции: а) $I \times I = I$; б) $I + I = I$?	а) ИЛИ, б) И	9
	а) И, б) ИЛИ	29
Работа схемы описывается следующими зависимостями: $X_{\text{ВЫЗ}} = 1$ при $X_{\text{ВЛ}} = 0$; $X_{\text{ВЫЗ}} = 0$ при $X_{\text{ВЛ}} = 1$. Какая это схема?	Логического умножения	49
	Логического сложения	69
	Логического отрицания	89

Карточка № 60 (287)
Счетчик импульсов

Сколько триггеров необходимо, чтобы отобразить число 1023_{10} ?	24	109
	12	209
	10	269
Какую полярность имеет импульс на выходе первого справа триггера (см. рис. 63) при поступлении на счетный вход третьего импульса?	Запускающую	249
	Незапускающую	149
Что произойдет со вторым справа триггером при поступлении на счетный вход пятого импульса?	Из состояния «0» перейдет в состояние «1»	229
	Из состояния «1» перейдет в состояние «0»	189
	Останется в состоянии «1»	129
	Останется в состоянии «0»	169
Зачем нужны схемы И в схеме счетчика?	Чтобы осуществить считывания числа	10
	Чтобы осуществить считывания числа по команде	90
Счетчик находится в состоянии 1011. Сколько триггеров сработает (изменит свое состояние) при поступлении на счетный вход очередного импульса?	Один	30
	Два	70
	Три	50
	Четыре	110

Карточка № 61 (252)

Регистры

Можно ли с помощью регистра сосчитать количество импульсов?	Можно	210
	Нельзя	270
На шину «Прием» (см. рис. 64) подан импульс «I». Какие триггеры (считая справа) срабатывают?	Первый	150
	Первый и второй	230
	Второй и четвертый	190
	Все четыре	250
Можно ли одновременно считать число (см. рис. 64) в прямом и обратном и обратном коде?	Можно	130
	Нельзя	170
Сколько импульсов надо подать на шину «Сдвиг», чтобы записанное в регистре число представить в последовательном коде?	Один	11
	Два	91
	Четыре	31
Какие операции может выполнить регистр?	Выдать число в прямом и обратном кодах	71
	Сдвинуть разряды числа влево или вправо	51
	Преобразовать параллельный код в последовательный и обратно	111
	Все перечисленные	131

Карточка № 62 (157)
Сумматор

Все ли возможные режимы работы ОС-2 отображены на рис. 65?	Все	211
	Не все	271
На шину «Перенос» (см. рис. 66) из предшествующего разряда ОС-3 поступила «1». Первое слагаемое равно «0», второе также «0». Какие сигналы появятся на шинах: а) «Сумма»; б) «Перенос в последующий разряд»?	а) 0, б) 0	251
	а) 1, б) 0	151
	а) 0, б) 1	131
Из регистра первого слагаемого в сумматор (см. рис. 67) передано число 1011, из регистра второго слагаемого – число 111 Какое число поступит в регистр суммы?	10110	191
	10010	131
	1111	171
	10000	12
Сколько и каких сумматоров нужно для сложения двух двоичных чисел в последовательном коде	Один ОС-2	92
	Один ОС-3	32
	Это зависит от разрядности чисел	72
Сколько и каких сумматоров требуется для сложения двух двоичных чисел в параллельном коде?	Два ОС-2	52
	Два ОС-3	112
	Это зависит от разрядности чисел	132

Карточка № 63 (203)
Арифметическое устройство

Какие операции выполняет арифметическое устройство?	Умножение	212
	Логическое сложение	272
	Сдвиг разрядов двоичного числа	252
	Все перечисленные	152
Как изменяется точность вычислений с увеличением количества триггеров в регистрах и сумматорах?	Увеличивается	232
	Точность вычислений не зависит от количества триггеров	192
Перечислите все элементы нормализованной записи числа	Мантисса, порядок	173
	Знак числа, мантисса, знак порядка, порядок	172
	Знак мантиссы, мантисса, знак порядка, порядок	13
	Знак числа, мантисса, порядок	93
Для чего применяется нормализованная запись чисел	Для уменьшения количества разрядов	33
	Для уменьшения количества значащих разрядов	73
	Для повышения точности вычислений	53
Можно ли деление чисел заменить сложением?	Нельзя	113
	Можно, если складывать сдвинутые разряды	133
	Можно, если складывать сдвинутые разряды в дополнительном коде	153

Карточка 64 (176)
Оперативное запоминающее устройство

Почему объем памяти ОЗУ ограничен десятками тысяч чисел?	Хранить большое количество чисел нет необходимости	213
	Чтобы сохранить малое время обращения	273
	Чтобы повысить надежность хранения чисел	253
Почему ферритовые кольца ОЗУ должны иметь прямоугольную характеристику перемагничивания?	Чтобы уменьшить время обращения	233
	Чтобы обеспечить надежное хранение чисел	193
	Чтобы увеличить объем памяти	14
Укажите значение импульсов тока I на шинах ферритовой матрицы, при котором невозможна запись числа по его адресу.	$I=I_c/2$	94
	$I>I_c/2$	34
	$I<I_c/2$	74

Карточка № 65 (179)
Устройство управления

Чем определяется скорость выполнения команды?	Скорость работы регистров	275
	Скорость работы дешифратора	235
	Блоки формирования тактовых импульсов	255
Сколько входов и выходов имеет дешифратор пятиразрядных двоичных чисел?	5 входов, 32 выхода	16
	5 входов, 25 выходов	196
	2 входа, 5 выходов	96
На вход дешифратора поступило двоичное число (команда) 10011. На каком выходе появится управляющий импульс?	На одиннадцатом	176
	На девятнадцатом	36
	Это зависит от кода числа	156
При равной разрядности дешифрируемых двоичных чисел у какого дешифратора больше входов?	У одноступенчатого	76
	У многоступенчатого	136
	Одинаково у того и другого	56
При каком управлении: а) сокращается время выполнения команд; б) существенно усложняется схема УУ?	а), б) При синхронном	116
	а), б) При асинхронном	216
	а) При синхронном; б) при асинхронном	236

Карточка № 66 (384)
Устройства ввода информации

В каком виде вводят информацию в арифметическое устройство ЦЭВМ?	В дискретной форме	276
	В виде непрерывных сигналов	256
	Это зависит от назначения ЦЭВМ	17
Каким образом записывается информация в ВЗУ?	Вручную с помощью клавишных перфорационных машин	197
	Автоматически	97
Сколько фотоэлементов требуется для фотоэлектрического считывания информации, записанной на перфоленте телеграфным кодом?	5	177
	8	37
	Это зависит от ширины ленты	157
Сколько щеточных контактов требуется для считывания информации с перфокарты?	12	77
	960	137
	Это зависит от количества просечек	57

Карточка № 67 (250)
Устройства вывода и отображения информации

Для каких целей используются: а) ручные клавишные перфораторы; б) автоматические перфораторы?	а), б) Для вывода информации	277
	а) Для ввода информации; б) для вывода информации	18
	а) Для вывода данных; б) для ввода данных	198
Какие устройства выдают информацию из ЦЭВМ в виде, удобном для человека?	Клавишные перфораторы	98
	Автоматические перфораторы	178
	Пишущие машины	38
Какое устройство вывода относится к немеханическим?	Телетайп	158
	Телеграфный аппарат	78
	Электрифицированная пишущая машина	138
	Магнитографическое печатающее устройство	58
Какое устройство вывода относится к механическим?	Ксерографическое	118
	Электрографическое	218
	Экранное	238
	АЦПУ	258
Может ли одна вычислительная машина иметь несколько терминалов?	Может	278
	Не может	19

Карточка № 68 (317)
Понятие о программировании

Какой этап подготовки решения задачи на машине не относится к программированию?	Выбор или разработка численного метода решения задачи	279
	Запись алгоритма решения на алгоритмическом языке	20
	Перевод с алгоритмического языка на машинный	199
	Запись программы в ВЗУ	99
Какой язык целесообразно использовать для описания алгоритма решения задач по подведению итогов выполнения плана предприятия?	АЛГОР ИЛИ БЕЙСИК	179
	КОБОЛ	39
	ФОРТРАН	159
	ЯЛС	79
Укажите причины ошибок, которые могут быть в программе	Ошибки программистов	139
	Ошибки операторов	59
	Сбои аппаратуры	119
	Все перечисленные	
Какой язык обеспечивает автоматическую трансляцию программы в машину?	АЛГОР	239
	КОБОЛ	259
	ФОРТРАН	200
	ЯЛС	280
Что такое математическое обеспечение ЦЭВМ?	Разработка метода решения задачи	100
	Комплект программ	180
	И то и другое	40

Карточка № 69 (72)
МикроЭВМ

Какие свойства делает микроЭВМ особенно перспективной для космических исследований?	Большая разрядность	322
	Большое быстродействие	313
	Небольшая масса и малое потребление энергии	308
	Все перечисленные	316

ПРИЛОЖЕНИЕ Б.

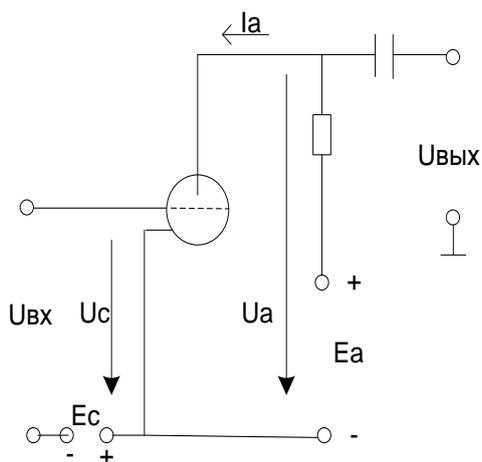


Рисунок 26.

Простейшая схема усилителя на триоде.

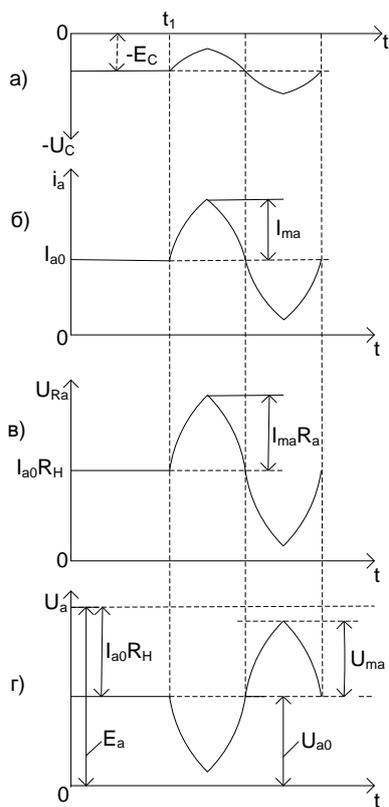


Рисунок 27.

Временная диаграмма усилителя на триоде.

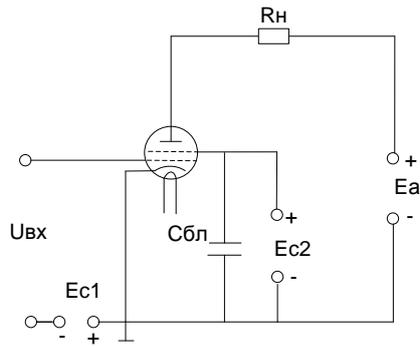


Рисунок 28.

Схема усилителя на тетроде.

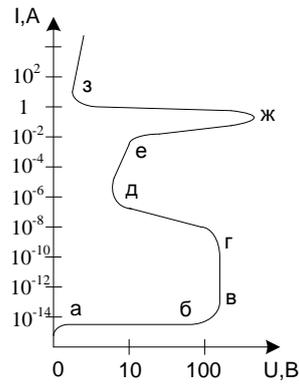


Рисунок 29.

Вольт-амперная характеристика газового разряда.

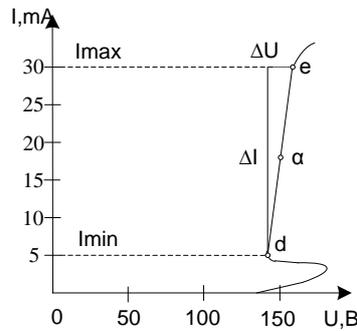


Рисунок 30.

Вольт-амперная характеристика стабилитрона СГ4С.

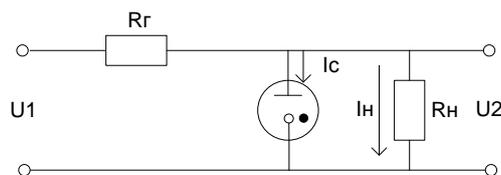


Рисунок 31.

Схема стабилизации напряжения.

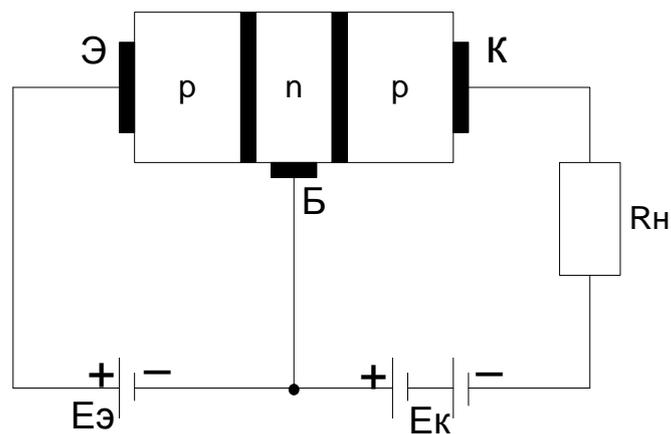


Рисунок 32.

Включение источников питания транзистора типа р-п-р.

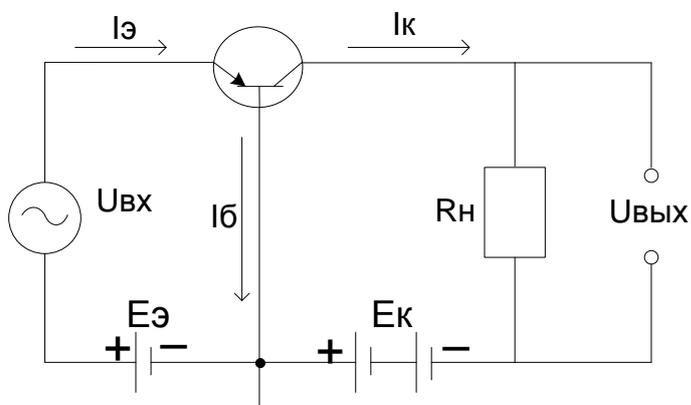


Рисунок 33.

Включение транзистора по схеме с общей базой.

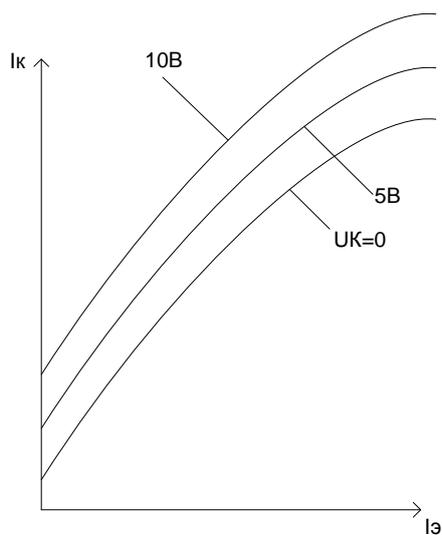


Рисунок 34.

Характеристика биполярного транзистора в схеме с общей базой.

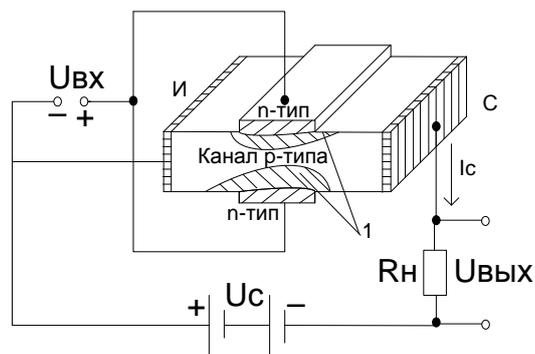


Рисунок 35.

Схематическое изображение полевого транзистора с p-n переходами: И – исток; С – сток; 1 – обедненный слой.

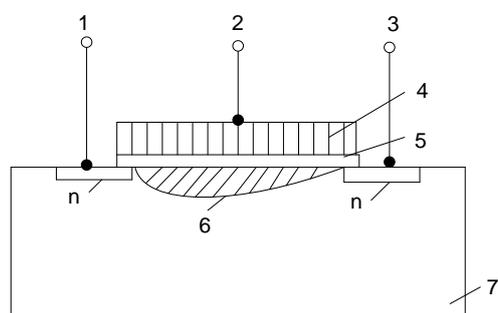


Рисунок 36.

Схематическое изображение полевого транзистора с изолированным затвором: 1– исток; 2 – затвор; 3– сток; 4 – металл; 5 – диэлектрик; 6 – канал; 7 – полупроводник p-типа.

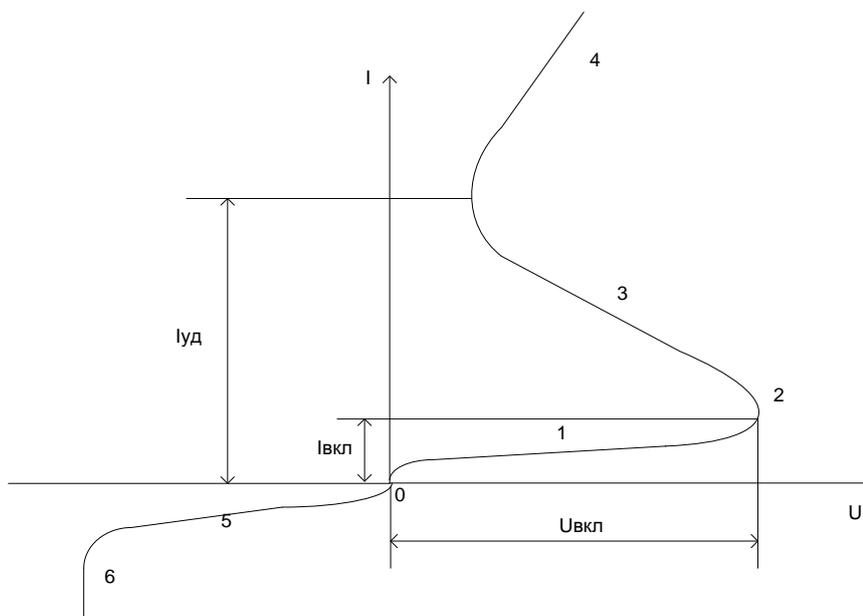


Рисунок 37.

Вольт-амперная характеристика динистора.

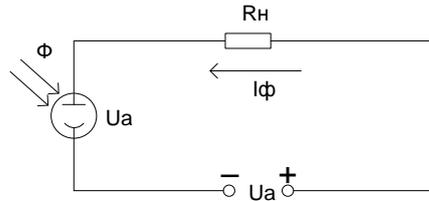


Рисунок 38.

Схема включения электронного фотоэлемента.

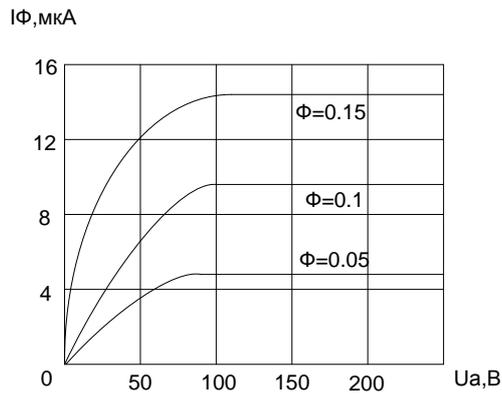


Рисунок 39.

Вольт-амперные характеристики электронных фотоэлементов.

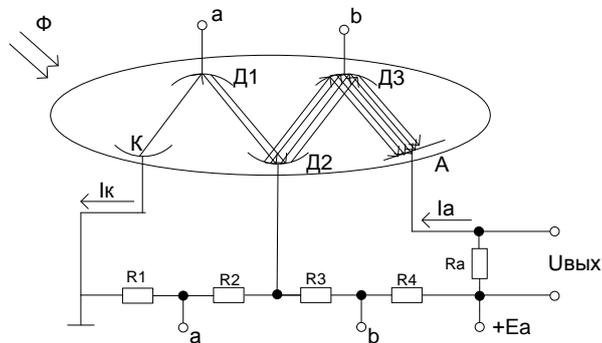


Рисунок 40.

Устройство и схема включения ФЭУ.

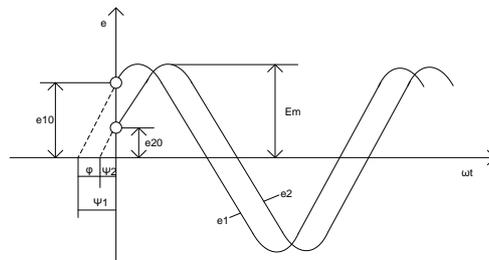


Рисунок 41.

Схема сдвига фаз при переменном токе.

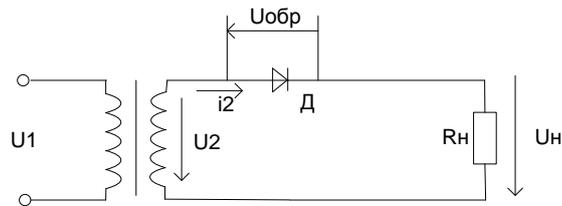


Рисунок 42.

Схема однополупериодного выпрямителя.

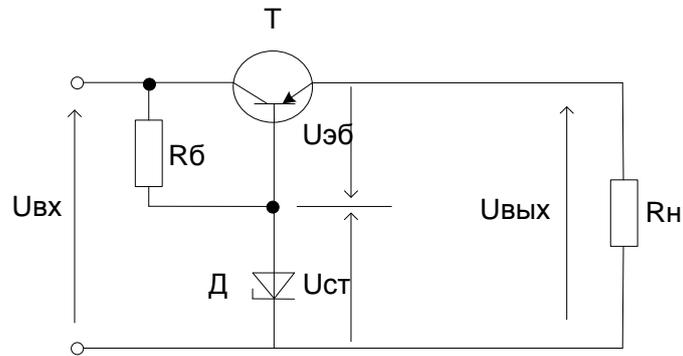


Рисунок 43.

Схема стабилизатора напряжения.

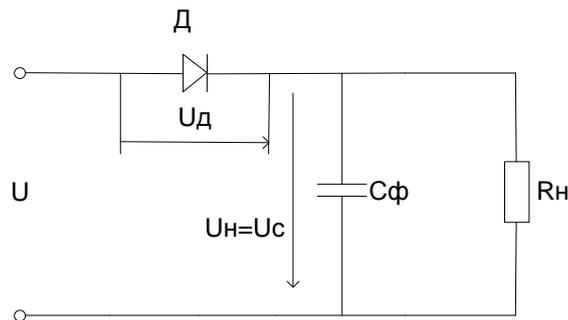


Рисунок 44.

Схема емкостного фильтра.

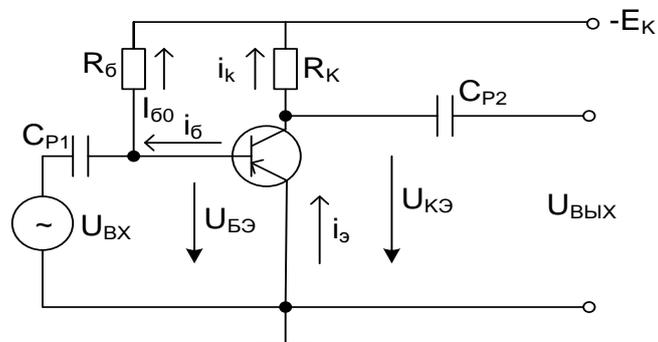


Рисунок 45.

Схема резистивного усилителя с общим эмиттером.

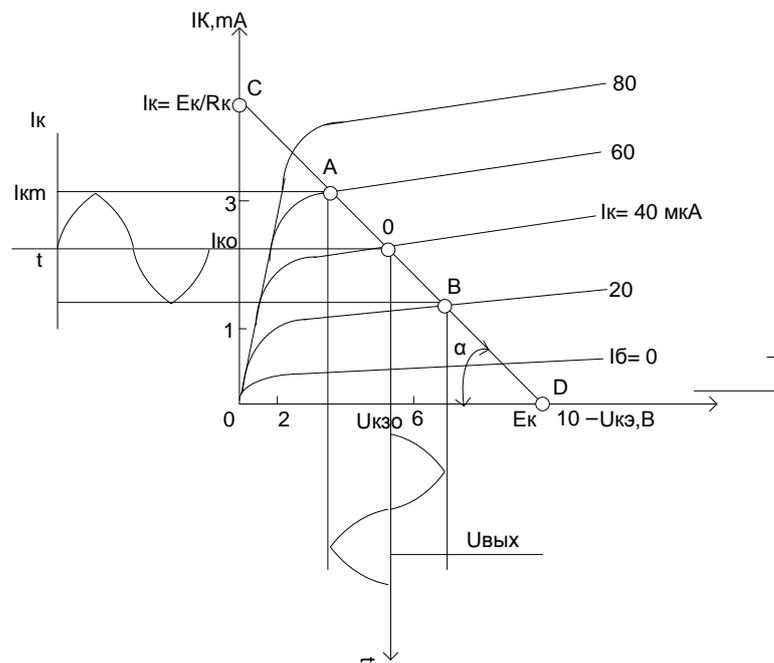


Рисунок 46 а).

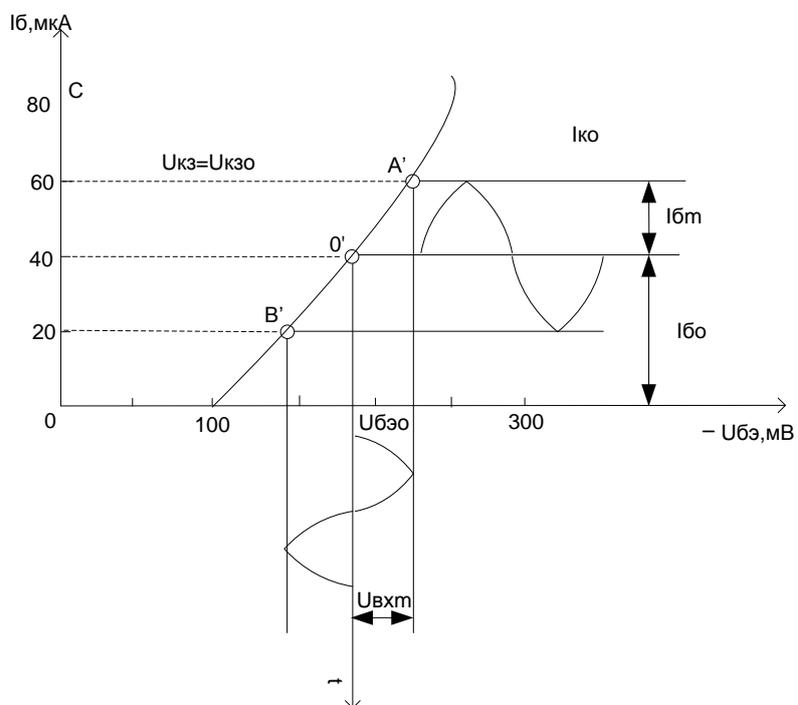


Рисунок 46 б).

Графический анализ работы схемы ОЭ.

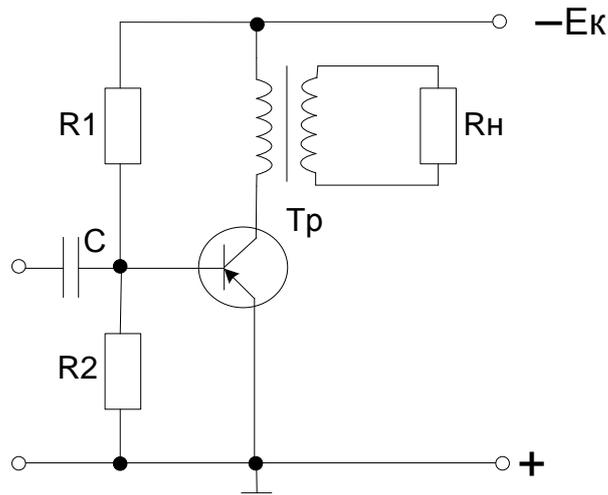


Рисунок 47.

Схема однотактного транзисторного усилителя мощности.

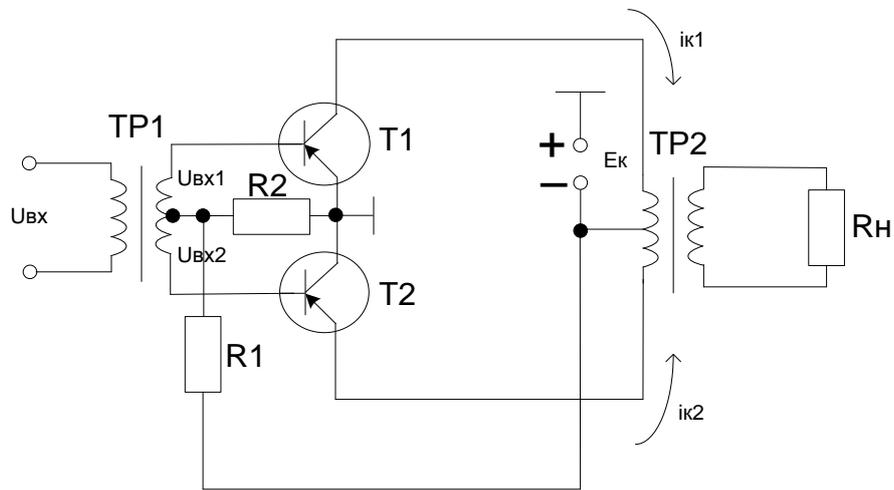


Рисунок 48.

Схема двухтактного транзисторного усилителя мощности.

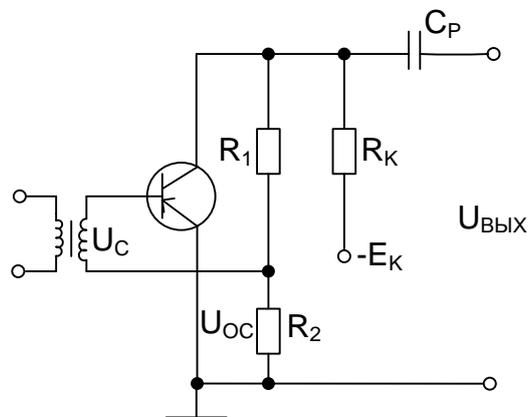


Рисунок 49.

Схема усилителя с отрицательной обратной связью.

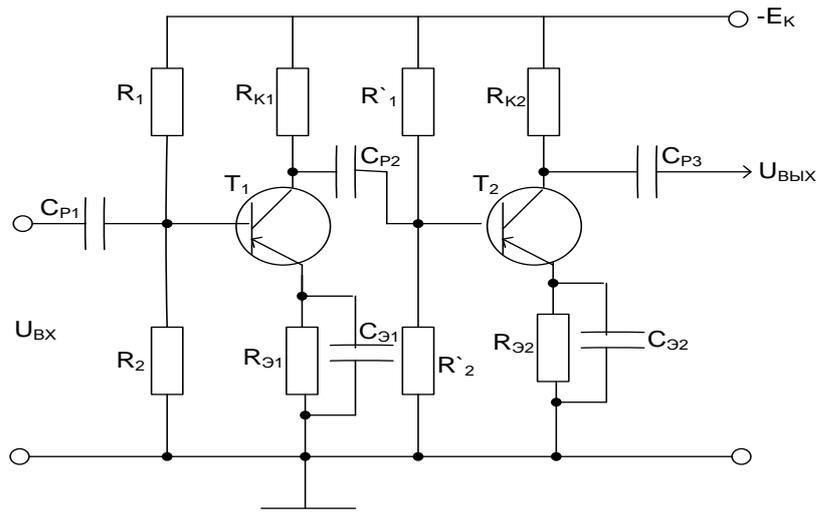


Рисунок 50.

Схема двухкаскадного усилителя с емкостной связью.

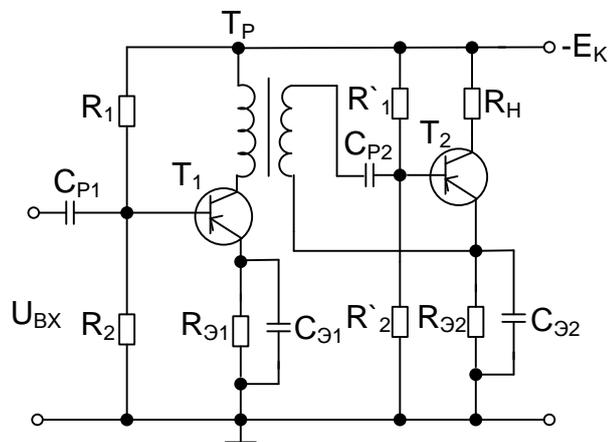


Рисунок 51.

Схема двухкаскадного усилителя с трансформаторной связью.

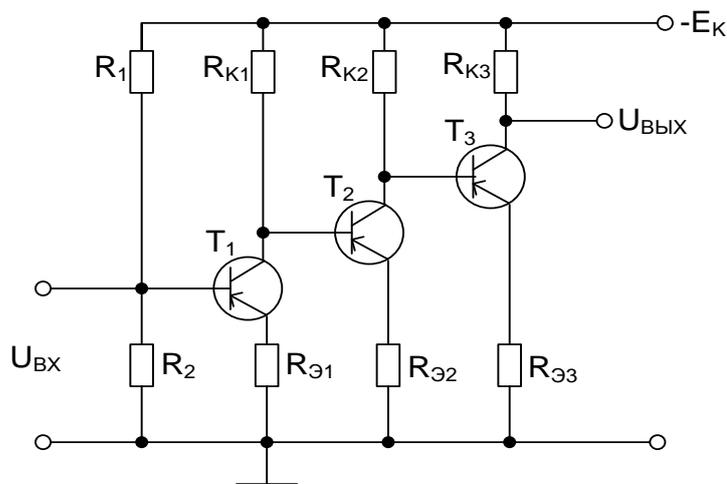


Рисунок 52.

Схема УПТ прямого усиления

Схема транзисторного автогенератора с индуктивной связью.

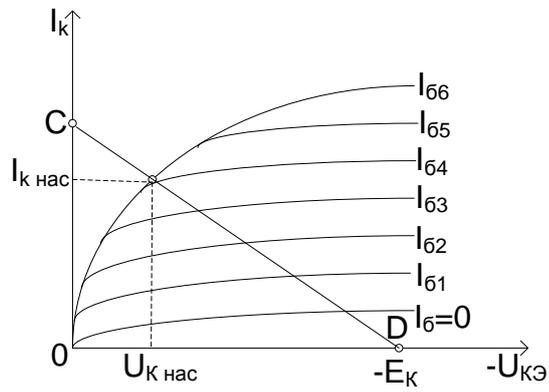


Рисунок 53.

Семейство вольтамперных характеристик и нагрузочная прямая CD каскада в импульсном режиме работы транзистора.

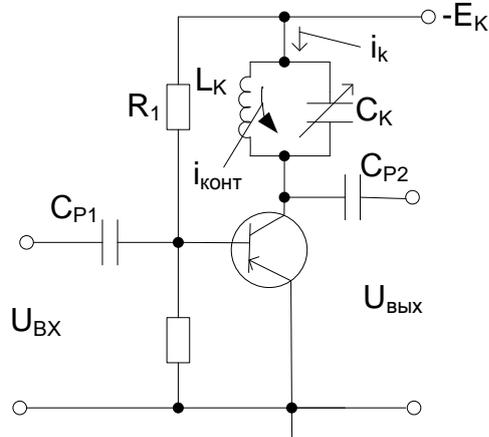


Рисунок 54.

Схема резонансного транзисторного усилителя.

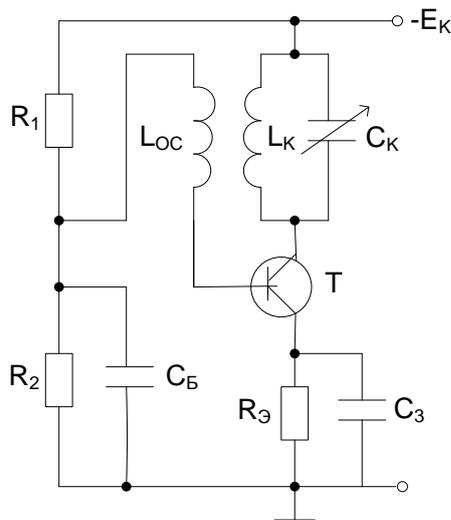


Рисунок 55.

Схема транзисторного автогенератора с индуктивной связью.

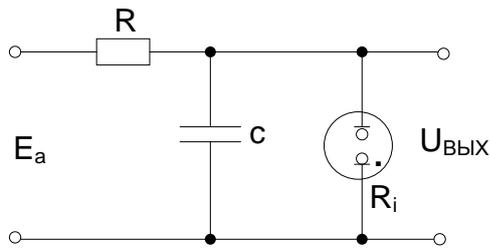


Рисунок 56.

Схема автогенератора ЛИН на неоновой лампе.

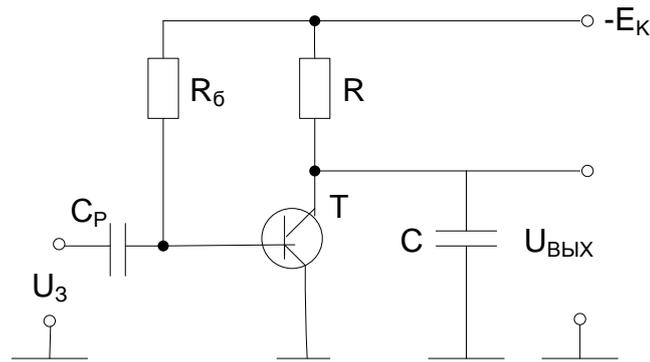


Рисунок 57.

Схема генератора ЛИН на транзисторе.

Устройство и схема включения ЭЛТ с электрическим управлением.

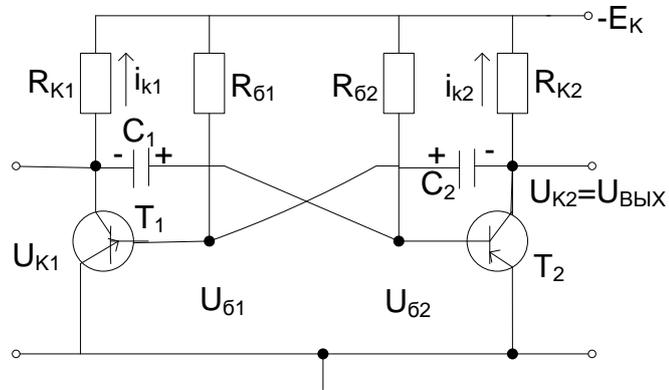


Рисунок 58

Схема симметричного транзисторного мультивибратора.

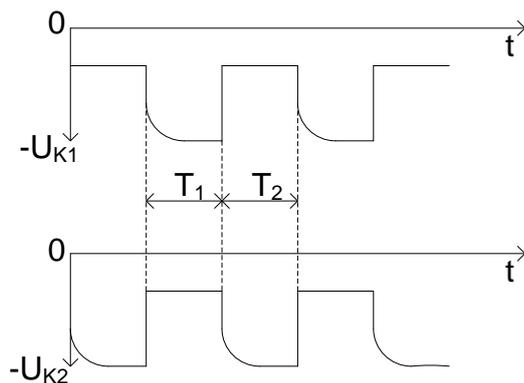
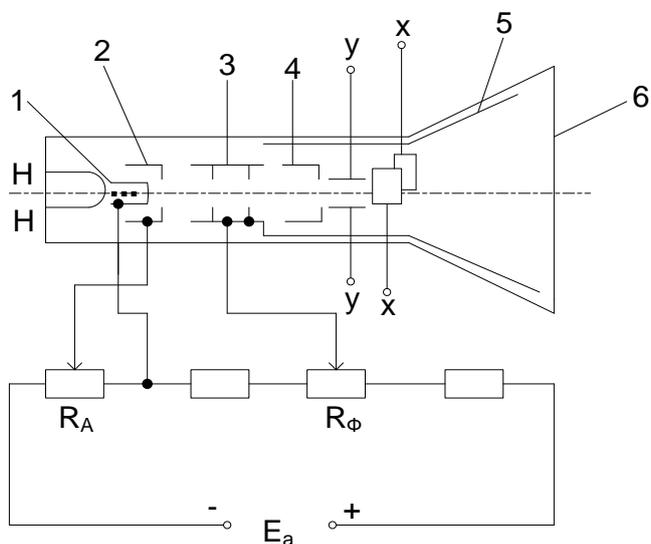


Рисунок 59.

Графики напряжений на коллекторах симметричного мультивибратора.



- 1 – катод
- 2 – управляющий электрод
- 3 и 4 – аноды
- 5 – графит
- 6 – экран

Рисунок 60.

Устройство и схема включения ЭЛТ с электрическим управлением.

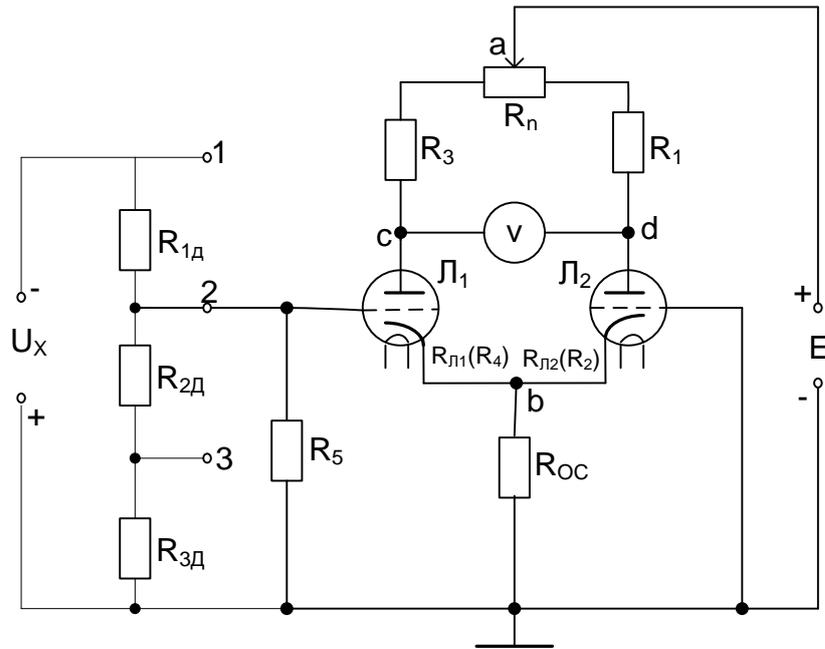


Рисунок 61.

Схема лампового вольтметра с мостовым УПТ.

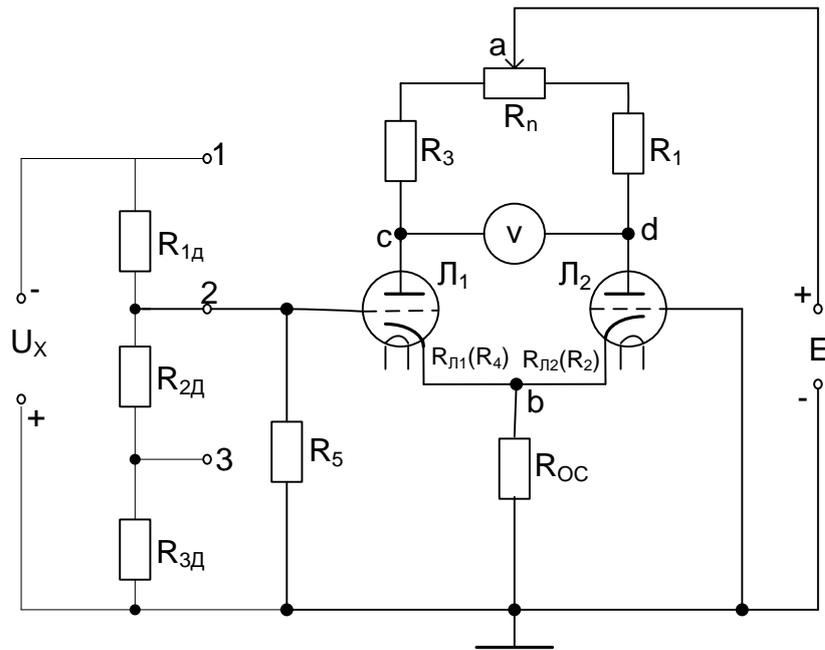


Рисунок 62.

Схема лампового вольтметра с мостовым УПТ.

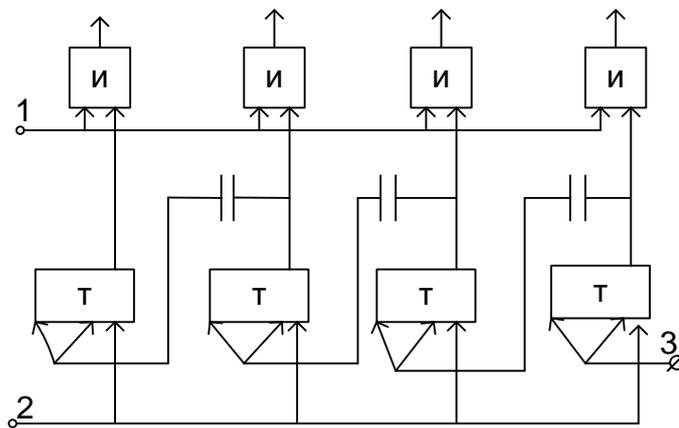


Рисунок 63.

Схема четырехразрядного двоичного счетчика: 1 – считывание; 2 – сброс; 3 – счетный вход.

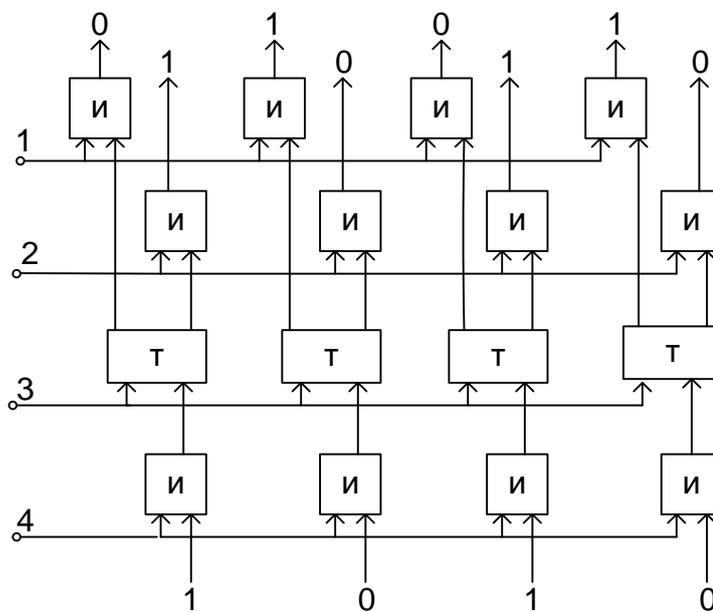


Рисунок 64.

Схема регистра для приема, хранения и выдачи двоичных чисел в прямом и обратном кодах(на приемных входах число 1010): 1 – выдача в обратном коде, 2 – выдача в прямом коде; 3 – сброс; 4 – прием.

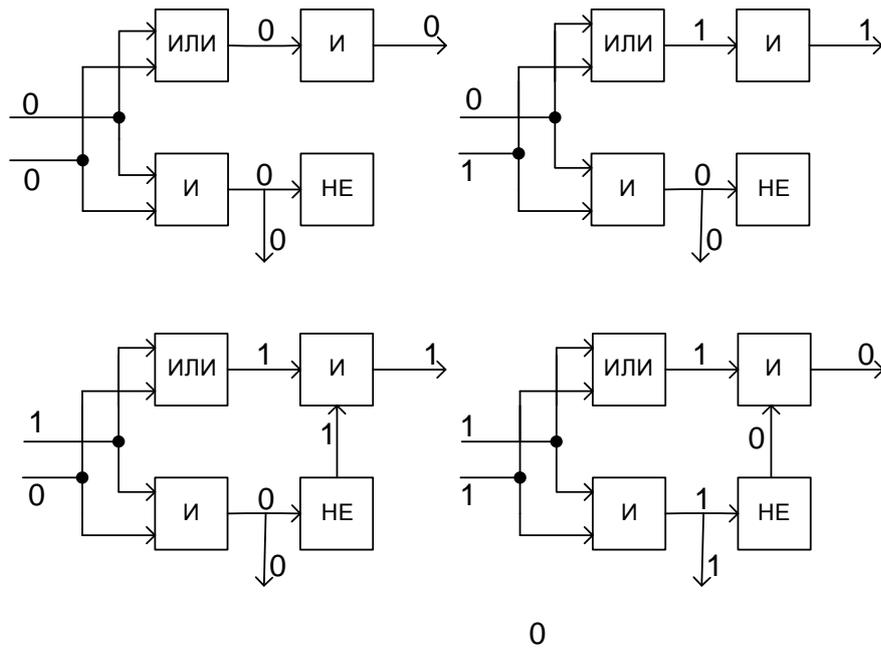


Рисунок 65.

Схема одноразрядного сумматора двоичных чисел на два входа при различных комбинациях сигналов на входе.

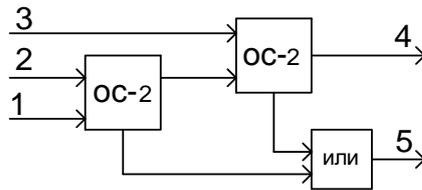


Рисунок 66.

Схема одноразрядного сумматора двоичных чисел на три входа: 1 - второе слагаемое; 2 – первое слагаемое; 3 – перенос из предшествующего разряда; 4 – сумма; 5 – перенос в последующий разряд.

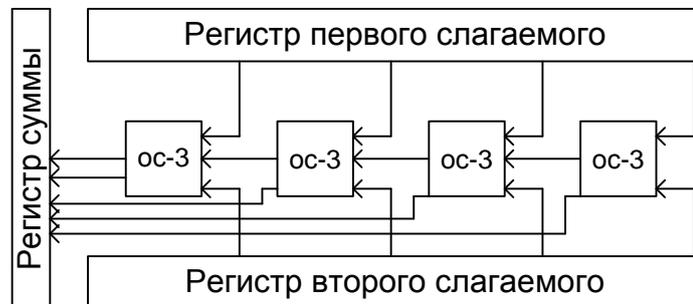


Рисунок 67.

Принципиальная схема многоразрядного сумматора.

Библиографический список

1. Забродин Ю.С. Промышленная электроника. М.:Высшая школа, 1982.
2. Батушев В.А. Электронные приборы. М.:Высшая школа, 1980.
3. В.Г. Гузеев,Ю.М. Гузеев Электроника М.:Высшая школа, 1991.
4. Гейте Эрл. Д. Введение в электронику. Практический подход Ростов.н Дону:Феникс, 1998.
5. И.А. Данилов Общая электротехника с основами электроники М.:Высшая школа, 2000.
6. Шершенюк Т.В. Лабораторные работы по дисциплине «Электроника» Благовещенск:АмГУ, 2001.

Татьяна Викторовна Карпова,

старший преподаватель кафедры АППиЭ АмГУ

Электроника. Учебно-методическое пособие