

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА,
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
И ЗАДАНИЯ
к контрольной работе по дисциплине
“Элементная база электронных устройств”**

Харьков 2010

Учебная дисциплина "Элементная база электронных устройств" относится к группе профессионально-ориентирующих дисциплин по направлению подготовки 6.050702 – «Электромеханика».

Предметом учебной дисциплины "Элементная база электронных устройств" являются принципы работы, основы теории, характеристики и параметры электронных компонентов современных электронных приборов, как в виде отдельных дискретных компонентов, так и в виде интегральных микросхем.

Целью преподавания дисциплины "Элементная база электронных устройств" является подготовка студентов в области построения и использования устройств промышленной электроники, предназначенных для формирования, выпрямления, усиления, генерирования, регулирования и других форм преобразования и обработки аналоговых и дискретных сигналов, проектирования и выбора средств автоматизации, их разработки и эксплуатации.

Основными задачами дисциплины являются:

- освоение студентами физических основ работы компонентов электронных приборов, принципов построения устройств аналоговой и цифровой электроники, интегральной схемотехники, основных понятий электроники и микросхемотехники;

- изучение студентами особенностей функционирования и принципов построения современных компонентов электронных схем на уровне знаний, необходимых для освоения системы взаимосвязанных дисциплин;

- приобретение теоретических знаний и практических навыков проведения экспериментальных исследований и практических расчетов, касающихся исследования характеристик компонентов электронных схем, на уровне знаний, достаточных для практической деятельности по специальности;

- формирование возможностей самостоятельного усвоения знаний и умений, развитие познавательного интереса у студентов, а также рациональных приемов овладения знаниями.

1. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ»

ТЕМА 1. Введение. Предмет и задачи изучения дисциплины. История и этапы развития электроники и ее элементной базы. Направления развития современной электроники и элементной базы электронных устройств.

ТЕМА 2. Пассивные компоненты электронных устройств. Резисторы. Резисторы, их классификация, условные обозначения и основные электрические параметры.

ТЕМА 3. Конденсаторы. Конденсаторы, их классификация, условные обозначения, основные электрические параметры и характеристики.

ТЕМА 4. Катушки индуктивности. Катушки индуктивности, трансформаторы и дроссели, их классификация, условные обозначения на электрических схемах и основные электрические параметры.

ТЕМА 5. Активные компоненты электронных устройств. Электровакуумные и полупроводниковые компоненты электронных устройств.

ТЕМА 6. Полупроводниковые компоненты электронных цепей. Общие положения теории электропроводности. Электрофизические свойства полупроводников. Собственная и примесная электропроводность.

ТЕМА 7. Электрические переходы в полупроводниках. Различные типы электрических переходов и их свойства. p-n-переход. Его смещение в прямом и обратном направлениях.

ТЕМА 8. Полупроводниковые диоды. Принципы работы диодов. Физические процессы, которые протекают в диодах. Классификация диодов и их условные обозначения на электрических схемах. Температурные свойства диодов. Инерционные свойства диодов

ТЕМА 9. Транзисторы. Назначение транзисторов. Классификация и принцип работы транзисторов. Условные обозначения на электрических схемах. Биполярные транзисторы. Основные параметры биполярных транзисторов и их ориентировочные значения. Входные и выходные статические характеристики. Динамические характеристики транзисторов. Особенности применения биполярных транзисторов. Три схемы включения транзисторов. Полевые транзисторы. Их основные параметры и характеристики.

ТЕМА 10. Тиристоры. Принципы работы, классификация и система условных обозначений тиристоров. Диодные, триодные и симметричные ти-

ристоры. Основные параметры и характеристики тиристоров. Особенности применения тиристоров.

ТЕМА 11. Аналоговые интегральные микросхемы. Технологические процессы, которые используются при изготовлении интегральных микросхем. Особенности электронных компонентов в микроминиатюрном исполнении. Классификация, условные обозначения, маркировка аналоговых микросхем. Операционные усилители.

ТЕМА 12. Цифровые интегральные микросхемы. Назначение, особенности применения, классификация, условные обозначения на электрических схемах, маркировка цифровых интегральных микросхем.

ТЕМА 13. Оптоэлектронные устройства. Компоненты оптоэлектроники и технические средства отображения информации. Управляемые источники света, их основные параметры и характеристики. Светодиоды, полупроводниковые лазеры. Фотоприемники. Фотодиоды, фототранзисторы, фототиристоры. Их назначение, принцип действия и особенности применения. Оптроны. Световоды.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

2.1. Транзистор как активный линейный четырехполюсник

Активными четырехполюсниками называют устройства, имеющие два входных и два выходных зажима и обладающие способностью усиливать мощность подводимых к ним электрических сигналов.

Транзистор является электропреобразовательным прибором, физические процессы в котором используются для преобразования энергии внешних источников постоянных напряжений в энергию преобразуемого сигнала. Токи и напряжения в транзисторе в общем случае связаны нелинейными функциональными зависимостями, поэтому четырехполюсник, эквивалентный транзистору, следует рассматривать как активный нелинейный четырехполюсник.

Однако для большого класса электронных схем, называемых линейными, токи и напряжения складываются из сравнительно больших постоянных составляющих (I, U) и малых переменных составляющих ($\Delta I = i, \Delta U = u$). Переменные составляющие в этих схемах представляют основной интерес. Примером таких схем являются усилители. В пределах малых изменений напряжений и токов статические характеристики транзистора приблизительно являются линейными, поэтому функциональные зависимости переменных составляющих также будут линейными. Для линейных схем характерна работа транзистора в активном режиме.

Когда транзистор работает в линейном режиме, для расчетов удобнее пользоваться не характеристиками, а параметрами. Параметры широко применяются на практике также для контроля качества транзисторов.

Характеристические параметры – величины, определяющие связь между малыми изменениями токов и напряжений в транзисторе. При введении параметров транзистор рассматривают как четырехполюсник, на входе которого действует напряжение U_1 и ток I_1 , а на выходе – напряжение U_2 и ток I_2 . Направление токов I_1 и I_2 и напряжений U_1 и U_2 эквивалентного четырехполюсника выбирают так, как показано на рис.1.



Рис.1. Транзистор, как активный четырехполюсник

Если принять в качестве независимых переменных величины I_1 и U_2 , а в качестве зависимых I_2 и U_1 , то можно записать:

$$\begin{cases} U_1 = f(I_1, U_2); \\ I_2 = f(I_1, U_2). \end{cases}$$

Дифференцируя выражения для I_1 и U_2 по переменным I_2 и U_1 получим:

$$\begin{cases} dU_1 = \frac{\partial U_1}{\partial I_1} dI_1 + \frac{\partial U_1}{\partial U_2} dU_2; \\ dI_2 = \frac{\partial I_2}{\partial I_1} dI_1 + \frac{\partial I_2}{\partial U_2} dU_2. \end{cases}$$

Будем рассматривать приращения токов и напряжений dI_1 , dI_2 , dU_1 и dU_2 , входящих в последнее выражение, как амплитуды (или действующие значения) переменных составляющих сигналов i_1 , i_2 , u_1 , u_2 . Введем обозначения:

$$h_{11} = \frac{\partial U_1}{\partial I_1}; \quad h_{12} = \frac{\partial U_1}{\partial U_2}; \quad h_{21} = \frac{\partial I_2}{\partial I_1}; \quad h_{22} = \frac{\partial I_2}{\partial U_2}.$$

В этом случае можно записать:

$$\begin{cases} u_1 = h_{11} \cdot i_1 + h_{12} \cdot u_2; \\ i_2 = h_{21} \cdot i_1 + h_{22} \cdot u_2. \end{cases}$$

Коэффициенты h_{11} , h_{12} , h_{21} и h_{22} , входящее в эти уравнения, называются h -параметрами транзистора. Каждый из этих параметров имеет определенный физический смысл:

- h_{11} – входное сопротивление транзистора при коротком замыкании на выходе для переменной составляющей тока (т.е. при $U_2 = const$);
- h_{12} – коэффициент обратной связи по напряжению при разомкнутом входе для переменной составляющей тока (т.е. при $I_1 = const$);
- h_{21} – коэффициент передачи тока при коротком замыкании выхода по переменному току (т.е. при $U_2 = const$);
- h_{22} – выходная проводимость при разомкнутом входе для переменной составляющей тока (т.е. при $I_1 = const$).

h -параметры транзисторов находят широкое применение при расчете низкочастотных схем при малых величинах сигналов. Они легко определяются экспериментально, а также графическим путем по статическим характеристикам транзистора. С ростом частоты снижается точность измерений h -параметров (из-за влияния паразитных ёмкостей трудно осуществить режим разомкнутого входа для переменных составляющих).

Приведенные выше уравнения позволяют представить транзистор эквивалентной схемой представленной на рис.2. Такую схему называют двух-генераторной или формальной.

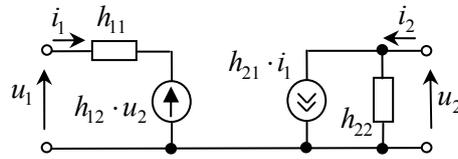


Рис.2. Формальная эквивалентная схема транзистора для системы h -параметров

Значения h -параметров зависят от схемы включения транзистора (ОБ, ОЭ или ОК), от режима работы по постоянному току (задаётся входным током и выходным напряжением), от температуры и от частоты подводимого напряжения.

Взаимосвязь h -параметров при различных схемах включения транзистора представлена выражениями, приведенными в табл.1.

Таблица 1.

ОЭ	ОК	ОБ
$h_{11E} = \frac{h_{11B}}{1 + h_{21B}};$	$h_{11K} = h_{11E}$	$h_{11B} = \frac{h_{11E}}{1 + h_{21E}}$
$h_{12E} = \frac{h_{11B}h_{22B}}{1 + h_{21B}} - h_{12B};$	$h_{11K} \approx 1$	$h_{12B} = \frac{h_{11E}h_{22E}}{1 + h_{21E}} - h_{12E}$
$h_{21E} = -\frac{h_{21B}}{1 + h_{21B}};$	$h_{21K} = h_{21E} + 1$	$h_{21B} = -\frac{h_{21E}}{1 + h_{21E}}$
$h_{22E} = \frac{h_{22B}}{1 + h_{21B}}.$	$h_{22K} = h_{22E}$	$h_{22B} = \frac{h_{22E}}{1 + h_{21E}}$

Если переменные токи, протекающие в цепях транзистора, имеют низкую частоту и влиянием ёмкостей и других реактивностей на прохождение токов можно пренебречь, параметры транзистора являются чисто активными (действительными величинами). Их легко определить по соответствующим характеристикам транзистора. Значение частоты, до которой параметры остаются активными, зависит от типа транзистора.

2.2. Определение h -параметров транзистора по входным и выходным статическим характеристикам

Рассмотрим методику определения h -параметров транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером (ОЭ).

Определение параметра h_{11E} осуществляется по входной характеристике транзистора для схемы ОЭ: $I_B = f(U_{БЭ}) | U_{КЭ} = const$ (см. рис.3).

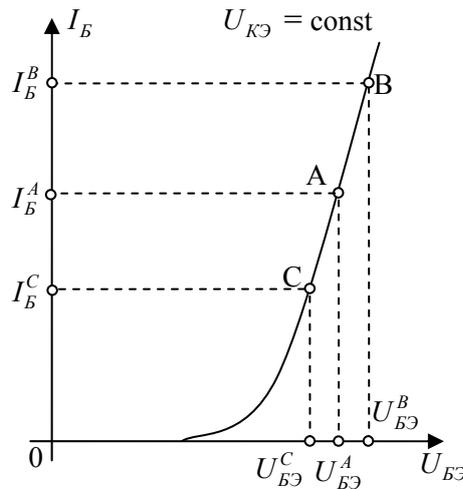


Рис.3. Определение h_{11E} -параметра по входным характеристикам транзистора

В заданной по постоянному току рабочей точке А ($I_B^A, U_{БЭ}^A$) при постоянном коллекторном напряжении $U_{КЭ}$ задаём отрицательное и положительное приращения тока базы. Приращения необходимо задавать такие, чтобы ни выходили за пределы линейного участка характеристики. Они могут составлять $(10 \div 20)\%$ от величины тока базы в рабочей точке I_B^A . При этом получаем точки В и С на входной характеристике. Входное сопротивление транзистора определяется из выражения:

$$h_{11E} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{U_{БЭ}^B - U_{БЭ}^A}{I_B^B - I_B^A} + \frac{U_{БЭ}^A - U_{БЭ}^C}{I_B^A - I_B^C} \right), \text{ при } U_{КЭ} = const.$$

Усреднение параметра h_{11E} при отрицательном и положительном приращении тока базы необходимо, поскольку наклоны входной характеристики слева и справа от рабочей точки А могут различаться.

Для определения коэффициента обратной связи по напряжению h_{12E} необходимо иметь несколько входных характеристик (см. рис.4). В заданной по постоянному току рабочей точке А ($I_B^A, U_{БЭ}^A$) при постоянном токе базы I_B^A задаем приращение напряжения коллектора $\Delta U_{КЭ} = U_{КЭ}^B - U_{КЭ}^A$ (переходим на соседнюю входную характеристику, соответствующую $U_{КЭ}^B$). При этом коэффициент обратной связи может быть получен из выражения:

$$h_{12E} = \frac{U_{БЭ}^B - U_{БЭ}^A}{U_{КЭ}^B - U_{КЭ}^A}, \text{ при } I_B = const.$$

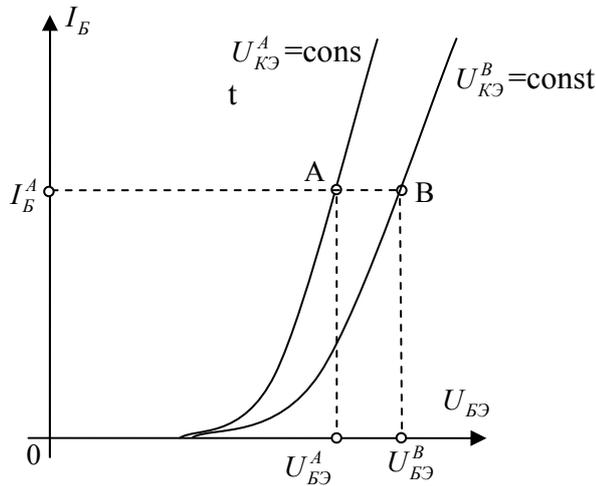


Рис.4. Определение h_{12E} – параметра по входным характеристикам транзистора

Коэффициент h_{12E} в режиме холостого хода на выходе по переменному току показывает, какая доля выходного напряжения за счет обратной связи поступает на вход транзистора. Этот коэффициент отражает не только обратную связь между выходом и входом за счет эффекта Эрли, но и учитывает влияние объёмного сопротивления базы.

Для определения h_{21E} и h_{22E} воспользуемся выходными характеристиками транзистора $I_K = f(U_{КЭ}) | I_B = const$.

Проведем через заданную по постоянному току рабочую точку А ($I_B^A, U_{КЭ}^A$) вертикальную прямую до пересечения с соседними характеристиками (точки В и С на рис.5).

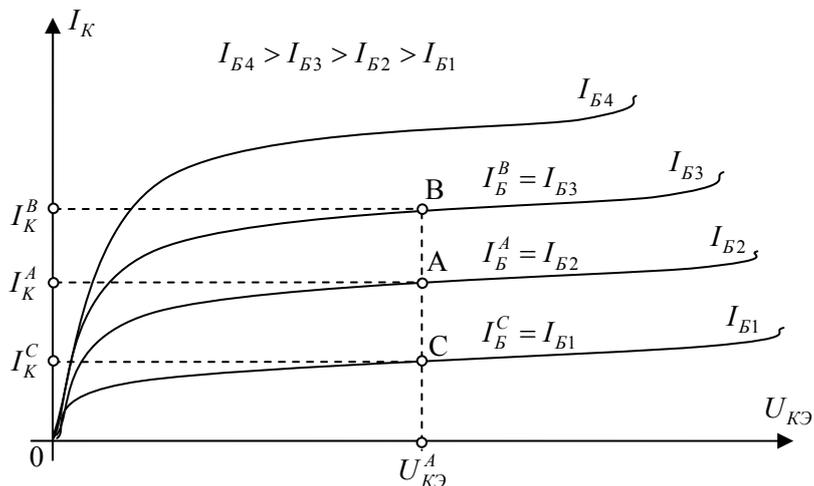


Рис.5. Определение параметра h_{21E} по выходным характеристикам транзистора

Получаем изменения тока коллектора $\Delta I_{K1} = I_K^B - I_K^A$ и $\Delta I_{K2} = I_K^A - I_K^C$, соответствующие изменениям тока базы $\Delta I_{B1} = I_B^B - I_B^A$ и $\Delta I_{B2} = I_B^A - I_B^C$ при

$U_{кЭ} = const$. Коэффициент передачи тока базы h_{21E} может быть получен из выражения:

$$h_{21E} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{I_K^B - I_K^A}{I_B^B - I_B^A} + \frac{I_K^A - I_K^C}{I_B^A - I_B^C} \right), \text{ при } U_{кЭ} = const.$$

Для определения выходной проводимости h_{22E} при постоянном токе базы в схеме с общим эмиттером задаём положительное и отрицательное приращения коллекторного напряжения $\Delta U_{кЭ1} = U_{кЭ}^B - U_{кЭ}^A$ и $\Delta U_{кЭ2} = U_{кЭ}^A - U_{кЭ}^C$ (см. рис.6) и находим получающиеся при этом приращения тока коллектора $\Delta I_{к1} = I_K^B - I_K^A$, $\Delta I_{к2} = I_K^A - I_K^C$.

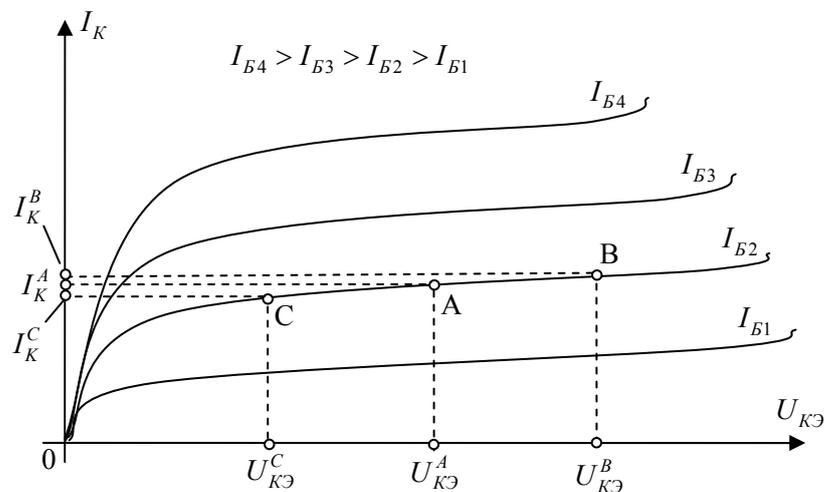


Рис.6. Определение параметра h_{22E} по выходным характеристикам транзистора

Выходная проводимость транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером h_{22E} может быть получена из выражения:

$$h_{22E} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{I_K^B - I_K^A}{U_{кЭ}^B - U_{кЭ}^A} + \frac{I_K^A - I_K^C}{U_{кЭ}^A - U_{кЭ}^C} \right), \text{ при } I_B = const.$$

При определении h -параметров рабочая точка А задается исходя из режима работы транзистора по постоянному току, характерному для конкретной схемы включения. Если входная или выходная статическая характеристика, соответствующая выбранной рабочей точке, отсутствует её необходимо достроить самостоятельно, опираясь на имеющиеся в наличии характеристики.

Точки В и С выбираются в каждом конкретном случае с учетом имеющихся в наличии статических характеристик данного транзистора исходя из удобства построений и расчетов.

3. ЗАДАНИЕ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

В заданиях к контрольной работе предусмотрено 50 вариантов. Номер варианта определяется по последним двум цифрам номера зачетной книжки. Если полученное число больше 50, то для определения варианта из него необходимо вычесть 50.

Задание 1. Используя входные и выходные статические характеристики транзисторов для схемы включения с общим эмиттером определить параметры h_{11E} , h_{12E} , h_{21E} и h_{22E} . Тип транзистора и параметры рабочей точки в соответствие с требуемым вариантом взять из табл. 2. Характеристики транзисторов приведены в приложении А.

Задание 2. В письменном виде ответить на три экзаменационных вопроса из перечня, приведенного в разделе 4. Номера вопросов в соответствие с требуемым вариантом взять из табл. 2.

Таблица 2.

Вариант	Задание 1	Задание 2
1	2	3
1	КТ312А; $I_B = 0,4 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 5 \text{ В}$.	1, 51, 40
2	КТ312А; $I_B = 0,6 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 5 \text{ В}$.	2, 52, 41
3	КТ312А; $I_B = 0,4 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 10 \text{ В}$.	3, 53, 42
4	КТ312А; $I_B = 0,6 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 10 \text{ В}$.	4, 54, 43
5	КТ312Б; $I_B = 0,4 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 5 \text{ В}$.	5, 55, 44
6	КТ312Б; $I_B = 0,6 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 5 \text{ В}$.	6, 56, 45
7	КТ312Б; $I_B = 0,4 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 10 \text{ В}$.	7, 57, 46
8	КТ312Б; $I_B = 0,6 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 10 \text{ В}$.	8, 58, 47
9	КТ312В; $I_B = 0,2 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 5 \text{ В}$.	9, 59, 48
10	КТ312В; $I_B = 0,3 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 5 \text{ В}$.	10, 60, 49
11	КТ312В; $I_B = 0,2 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 10 \text{ В}$.	11, 61, 50
12	КТ312В; $I_B = 0,3 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 10 \text{ В}$.	12, 1, 51
13	КТ313А; $I_B = 0,8 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 2 \text{ В}$.	13, 2, 52
14	КТ313А; $I_B = 0,8 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 4 \text{ В}$.	14, 3, 53
15	КТ313А; $I_B = 0,8 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 6 \text{ В}$.	15, 4, 54
16	КТ313Б; $I_B = 0,8 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 2 \text{ В}$.	16, 5, 55
17	КТ313Б; $I_B = 0,8 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 4 \text{ В}$.	17, 6, 56
18	КТ313Б; $I_B = 0,8 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 6 \text{ В}$.	18, 7, 57
19	КТ316А; $I_B = 0,25 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 4 \text{ В}$.	19, 8, 58
20	КТ316А; $I_B = 0,25 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 5 \text{ В}$.	20, 9, 59

Продолжение таблицы 2

1	2	3
21	КТ316А; $I_B = 0,25 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 6 \text{ В}$.	21, 10, 60
22	КТ316Б; $I_B = 0,4 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 4 \text{ В}$.	22, 11, 61
23	КТ316В; $I_B = 0,4 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 5 \text{ В}$.	23, 12, 1
24	КТ316Г; $I_B = 0,4 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 6 \text{ В}$.	24, 13, 2
25	КТ316А; $I_B = 0,6 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 4 \text{ В}$.	25, 14, 3
26	КТ316Д; $I_B = 0,25 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 4 \text{ В}$.	26, 15, 4
27	КТ316Д; $I_B = 0,25 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 5 \text{ В}$.	27, 16, 5
28	КТ316Д; $I_B = 0,25 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 6 \text{ В}$.	28, 17, 6
29	КТ316Д; $I_B = 0,4 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 4 \text{ В}$.	29, 18, 7
30	КТ316Д; $I_B = 0,15 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 5 \text{ В}$.	30, 19, 8
31	КТ316Д; $I_B = 0,15 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 6 \text{ В}$.	31, 20, 9
32	КТ316Д; $I_B = 0,15 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 4 \text{ В}$.	32, 21, 10
33	КТ321; $I_B = 2,0 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 4 \text{ В}$.	33, 22, 11
34	КТ321; $I_B = 2,0 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 6 \text{ В}$.	34, 23, 12
35	КТ321; $I_B = 3,0 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 4 \text{ В}$.	35, 24, 13
36	КТ321; $I_B = 3,0 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 6 \text{ В}$.	36, 25, 14
37	КТ340; $I_B = 0,1 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 3 \text{ В}$.	37, 26, 15
38	КТ340; $I_B = 0,1 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 6 \text{ В}$.	38, 27, 16
39	КТ340; $I_B = 0,25 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 3 \text{ В}$.	39, 28, 17
40	КТ340; $I_B = 0,25 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 4 \text{ В}$.	40, 29, 18
41	КТ345А; $I_B = 0,04 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 6 \text{ В}$.	41, 30, 19
42	КТ345Б; $I_B = 0,08 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 4 \text{ В}$.	42, 31, 20
43	КТ345В; $I_B = 0,1 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 5 \text{ В}$.	43, 32, 21
44	ГТ362А; $I_B = 0,1 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 4 \text{ В}$.	44, 33, 22
45	ГТ362А; $I_B = 0,2 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 5 \text{ В}$.	45, 34, 23
46	ГТ362А; $I_B = 0,3 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 6 \text{ В}$.	46, 35, 24
47	КТ368А; $I_B = 0,08 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 6 \text{ В}$.	47, 36, 25
48	КТ368А; $I_B = 0,06 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 4 \text{ В}$.	48, 37, 26
49	КТ818А; $I_B = 60 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 4 \text{ В}$.	49, 38, 27
50	КТ368А; $I_B = 100 \text{ мА}$, $U_{КЭ} = 6 \text{ В}$.	50, 39, 28

4. ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ»

1. История и этапы развития электроники и ее элементной базы. Направления развития современной электроники и элементной базы электронных устройств.

2. Резисторы. Классификация резисторов в зависимости от назначения, характера изменения сопротивления, материала проводящего элемента, конструктивного исполнения. Обозначение на электрических схемах.

3. Тепловые и токовые шумы резисторов.

4. Эквивалентная схема резистора. Обобщенная постоянная времени резистора. Относительная частотная погрешность резистора.

5. Проявление поверхностного эффекта проволочных резисторов. Температурный коэффициент сопротивления. Коэффициент напряжения резистора.

6. Основные параметры резисторов.

7. Терморезисторы. Уравнение энергетического баланса. Основные параметры полупроводниковых терморезисторов. Обозначение на электрических схемах.

8. Варисторы. Области применения варисторов. Основные параметры варисторов. ВАХ варистора. Негистор. Обозначение на электрических схемах.

9. Фоторезисторы. Принцип действия фоторезистора. Основные параметры и характеристики фоторезисторов. Обозначение на электрических схемах.

10. Электрические конденсаторы. Емкость конденсатора. Классификация конденсаторов по конструктивным особенностям и виду применяемого диэлектрика. Условные обозначения конденсаторов.

11. Упрощенная эквивалентная схема конденсатора. Зависимость сопротивления конденсатора от частоты. Резонансная частота конденсатора.

12. Тангенс угла потерь конденсатора. Температурный коэффициент емкости.

13. Основные параметры конденсаторов. Особенности применения конденсаторов различных типов.

14. Катушки индуктивности. Добротность катушки индуктивности. Дроссели низкой и высокой частоты. Назначение дросселей.

15. Трансформаторы. Классификация трансформаторов по назначению, виду охлаждения, числу трансформаторных фаз, форме магнитопровода, числу обмоток на фазу, рабочей частоте, электрическому напряжению, виду используемого магнитного сердечника.

16. Основные параметры трансформаторов питания, согласующих и импульсных трансформаторов.

17. Электрофизические свойства полупроводников. Формальный признак принадлежности вещества к классу полупроводников. Энергетический спектр атома вещества. Зонная диаграмма полупроводника.

18. Собственная электропроводность полупроводника. Процессы генерации пары электрон – дырка и рекомбинации. Среднее время жизни.

19. Дрейф и диффузия носителей заряда в полупроводнике. Дрейфовый ток. Удельная проводимость.

20. Примесные полупроводники. Энергия активации примеси. Донорные и акцепторные примеси. Примесная электропроводность полупроводника. Понятие «Концентрация примеси». Компенсированный полупроводник. Изменение характера электропроводности полупроводника при увеличении температуры.

21. Уровень Ферми. Положение уровня Ферми в электронных и дырочных полупроводниках. Концентрация электронов в зоне проводимости. Концентрация дырок в валентной зоне.

22. Понятия эффективной массы электрона и эффективной массы дырки. Произведение концентраций носителей зарядов в полупроводнике, находящемся в равновесном состоянии.

23. Плотность диффузионных токов. Плотность тока, протекающего в полупроводнике.

24. Электрические переходы в полупроводнике. Разновидности электрических переходов: р-п-переход, электронно-электронный и дырочно-дырочный переходы, гетеропереход, переход металл-полупроводник. Способы получения р-п-переходов.

25. Контакт металл-полупроводник. Зависимость вентильных свойств перехода от типа полупроводника и уровней Ферми металла и полупроводника. Барьер Шотки.

26. Контакт двух полупроводников p- и n-типов. Образование обедненного слоя. Электрическое поле пространственного заряда обедненного слоя. Значение потенциального барьера. Ширина запрещенной зоны.

27. p-n-переход, смещенный в прямом направлении. Высота потенциального барьера. Ширина обедненного слоя. Инжекция носителей заряда. Понятия «Эмиттер» и «База». Концентрация носителей заряда вблизи перехода.

28. Ток через p-n-переход, смещенный в прямом направлении. Ток диффузии и ток дрейфа. Уравнение идеализированного p-n-перехода. Дифференциальное сопротивление p-n-перехода.

29. p-n-переход, смещенный в обратном направлении. Движение основных и неосновных носителей заряда через p-n-переход, смещенный в обратном направлении.

30. Пробой p-n-перехода. Туннельный, лавинный и тепловой пробой.

31. Температурные свойства p-n-перехода.

32. Емкость p-n-перехода. Вольт-фарадная характеристика p-n-перехода. Барьерная и диффузная емкость.

33. Изменение тока через p-n-переход при изменении полярности подключенного напряжения. Инерционные свойства p-n-перехода. Эквивалентная схема p-n-перехода.

34. Полупроводниковые диоды. Классификация диодов по функциональному назначению. Отличие характеристик реальных диодов от идеальной характеристики p-n-перехода. Зависимость обратного тока диода от температуры окружающей среды.

35. Выпрямительные диоды. Назначение, особенности, основные параметры и условное обозначение выпрямительных диодов. Параллельное и последовательное включение выпрямительных диодов.

36. Импульсные диоды. Их назначение, особенности и основные параметры.

37. Полупроводниковые стабилитроны. Их назначение, особенности, основные параметры, условное обозначение. Влияние изменения температуры на ВАХ стабилитрона.

38. Полупроводниковые стабилитроны. Включение стабилитрона в схему стабилизации напряжения. Выбор параметров цепи стабилизации.

39. Варикапы. Их назначение, особенности, основные параметры. Условное обозначение.

40. Туннельные диоды. Классификация туннельных диодов по назначению. Особенности туннельных диодов. Работа туннельного диода в переключательной схеме. Условное обозначение.

41. Светодиоды. Физические явления, используемые в светодиодах. Схема включения, условное обозначение, основные параметры и характеристики светодиодов.

42. Фотодиоды. Явление внутреннего фотоэффекта. ВАХ фотодиода при различных значениях светового потока.

43. Две схемы включения фотодиодов. Условное обозначение, основные параметры и характеристики фотодиодов.

44. Транзисторы. Назначение и классификация транзисторов. Биполярные транзисторы. n-p-n- и p-n-p- транзисторы. Переходы и выводы транзистора.

45. Режимы работы биполярного транзистора: активный режим, режим отсечки, режим насыщения, инверсный режим.

46. Принцип работы биполярного транзистора. Дрейфовые и бездрейфовые транзисторы. Коэффициент передачи тока эмиттера. Полный ток коллектора.

47. Три схемы включения транзистора. Входные и выходные характеристики транзистора для схем ОБ и ОЭ. Коэффициент передачи тока базы и его связь с коэффициентом передачи тока эмиттера.

48. Особенности схем включения транзистора ОБ, ОЭ, и ОК.

49. Динамический режим работы транзистора. Входная и выходная динамические характеристики транзистора.

50. Полевые транзисторы. Классификация полевых транзисторов. Их основные параметры и характеристики.

51. Особенности применения биполярных и полевых транзисторов. Транзисторные схемы электронных ключей. Особенности работы ключевых схем с индуктивной нагрузкой.

52. Принципы работы, классификация и система условных обозначений тиристоров. Диодные, триодные и симметричные тиристоры.

53. Основные параметры и характеристики тиристоров. Особенности применения тиристоров. Схемы выключения тиристоров.

54. Аналоговые интегральные микросхемы. Технологические процессы, которые используются при изготовлении интегральных микросхем. Особенности электронных компонентов в микроминиатюрном исполнении. Классификация, условные обозначения, маркировка аналоговых микросхем.

55. Операционные усилители. Назначение, классификация, основные параметры и характеристики, особенности применения, условное графическое изображение на электрических схемах.

56. Цифровые интегральные микросхемы. Назначение, классификация, особенности применения, условные графические обозначения на электрических схемах.

57. Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи. Назначение, классификация, особенности применения, условные графические обозначения на электрических схемах.

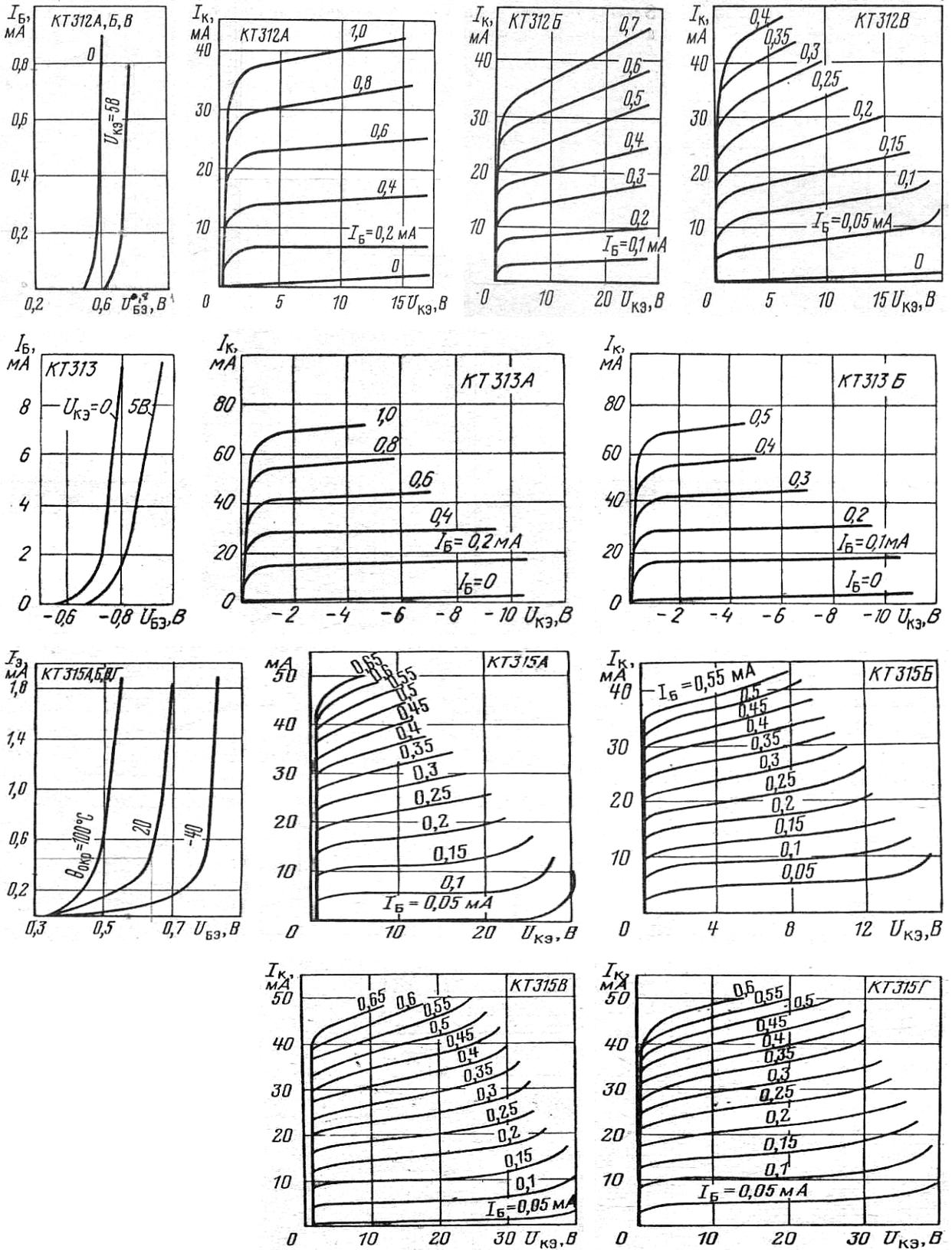
58. Оптоэлектронные устройства. Компоненты оптоэлектроники и технические средства отображения информации. Светодиодные знаковосинтезирующие индикаторы. Жидкокристаллические индикаторы. Электронно-лучевые трубки.

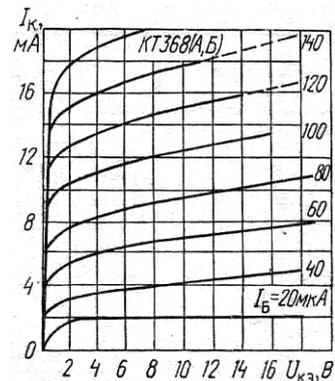
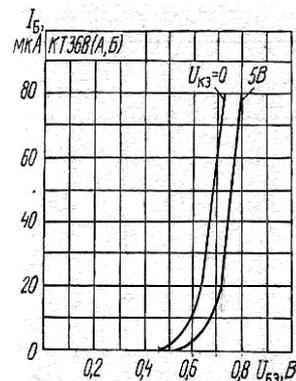
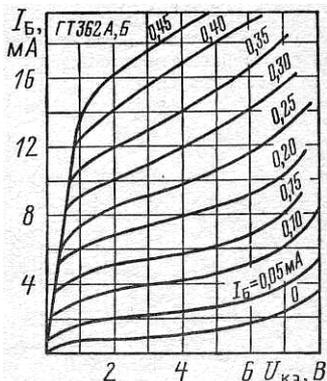
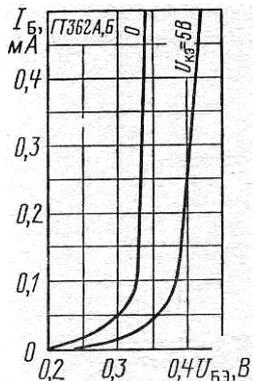
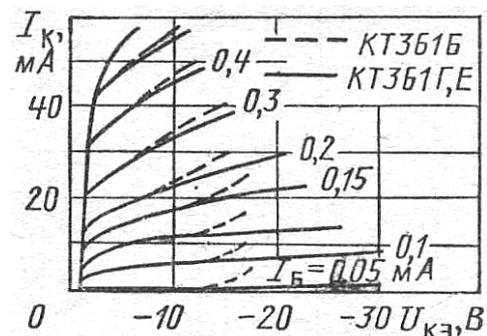
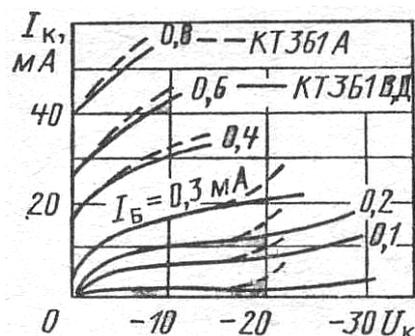
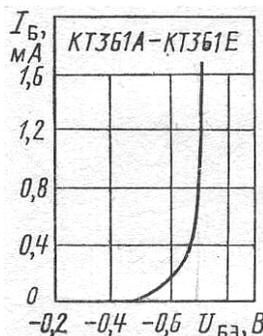
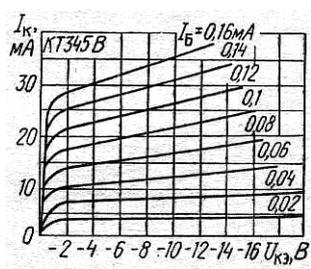
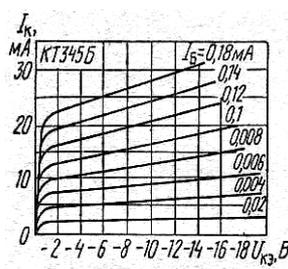
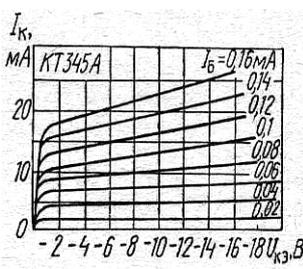
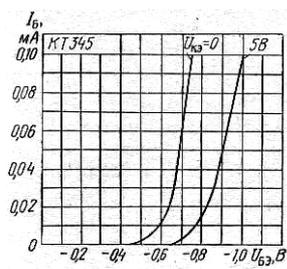
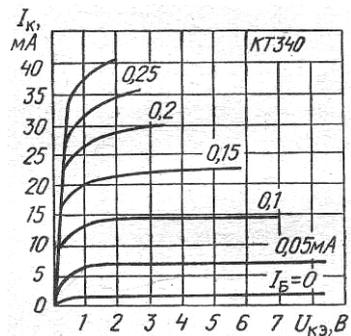
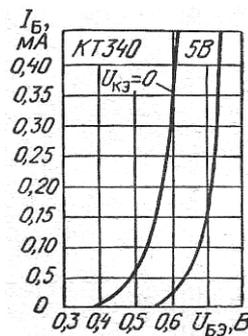
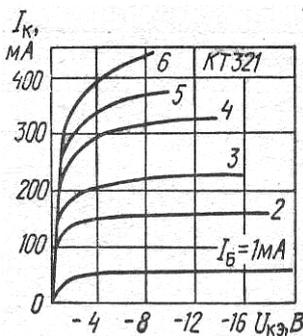
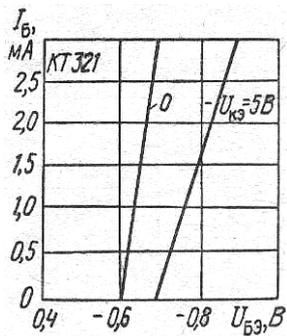
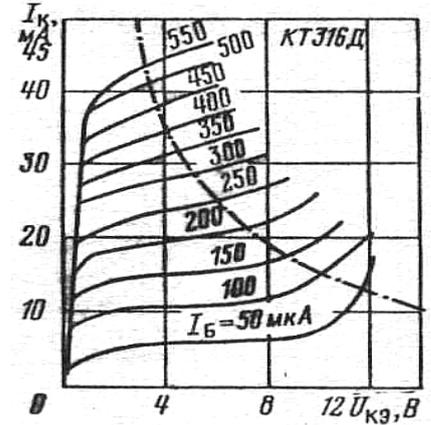
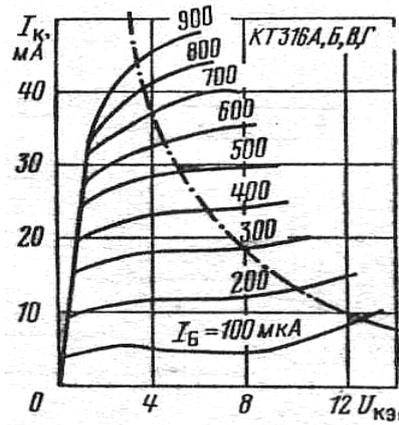
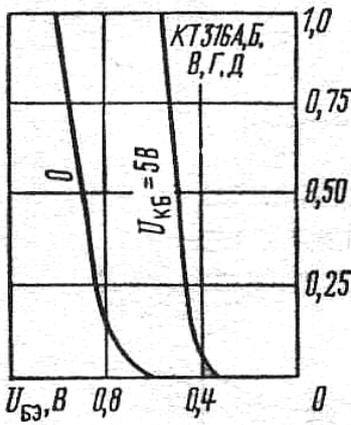
59. Управляемые источники света, их основные параметры и характеристики, назначение и области применения. Светодиоды, полупроводниковые лазеры.

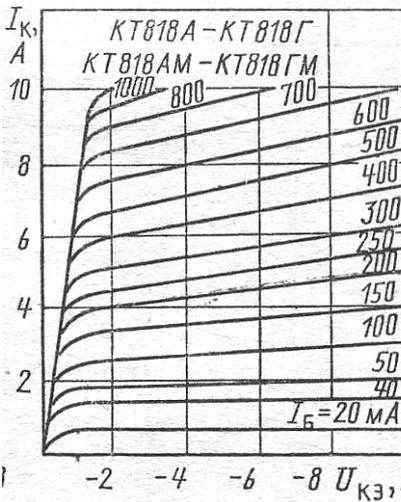
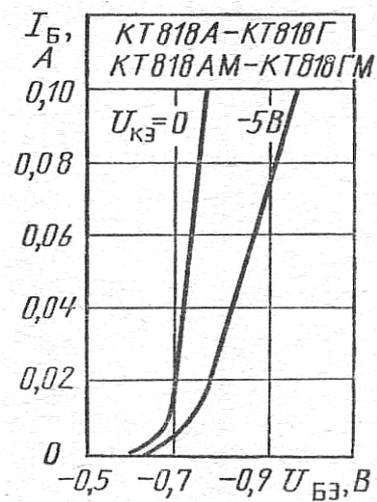
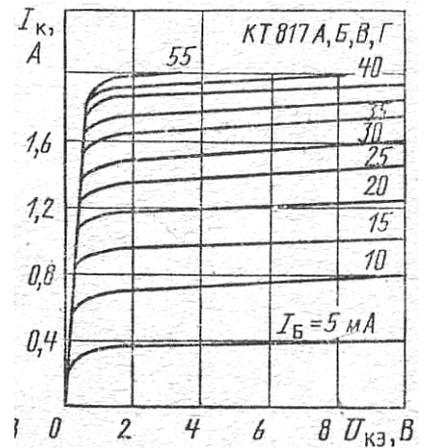
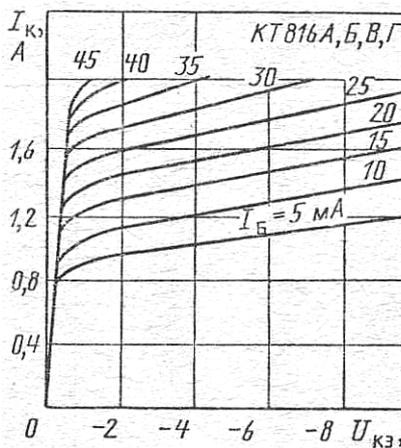
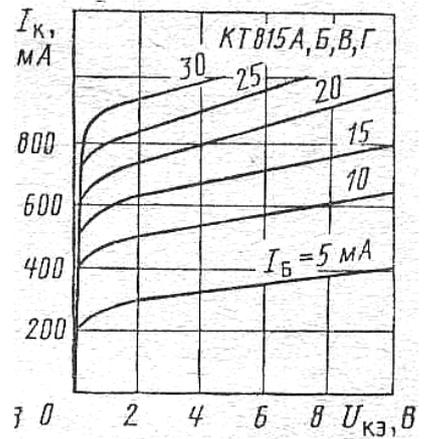
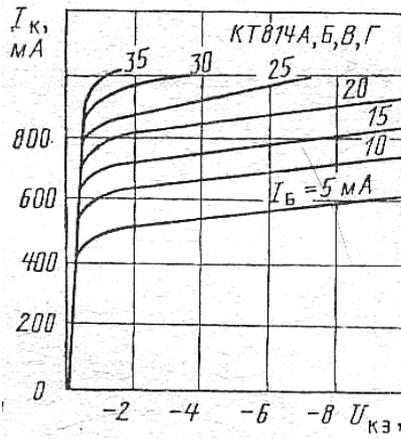
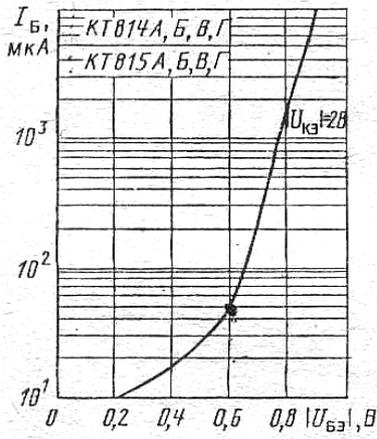
60. Фотоприемники. Фотодиоды, фототранзисторы, фототиристоры. Их назначение, принцип действия и особенности применения.

61. Оптроны. Назначение, принцип действия, классификация, особенности применения, условные графические обозначения на электрических схемах. Световоды.

Входные и выходные статические характеристики транзисторов для схемы включения с общим эмиттером







СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника и микросхемотехника. М: «Высшая школа» - 2005 г. – 622 с.
2. Опадчий Ю.Ф. и др. Аналоговая и цифровая электроника. (Полный курс): Учебник для ВУЗов. М.: «Горячая линия - телеком», -1999 г. – 768 с.
3. Прянишников В.А. Электроника. Курс лекций. Санкт-Петербург: «Корона - принт» -1998 г. – 399 с.
4. Гершунский Б.С. Основы электроники и микросхемотехники. К: «Вища школа» - 1987 г.-422 с.
5. Скаржепа В.А., Сенько В.И. Электроника и микросхемотехника: Сб. Задач/ под общ.ред. А.А.Краснопрошиной.-К.:Вища школа. 1989 г. – 232 с
6. Основы электроники и микроэлектроники /Б.С. Гершунский. – 3-е изд., перераб. и доп. – К.: Вища школа, 1987. – 422 с.
7. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники: в 2-х т. Т.1. Пер. с англ. Изд.2-е, стереотип. – М.:Мир, 1984. – 598 с.
8. Павлов В.Н., Ногин В.Н. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Учебник для вузов – 2-е изд., исправ. – М.: Горячая линия - Телеком, 2001. – 320 с.
9. Справочная книга радиолюбителя – конструктора / А.А.Бокуняев, Н.М.Борисов, Р.В.Варламов и др.; Под ред. Н.И.Чистякова. – М.: Радио и связь, 1990. – 624 с.
10. Полупроводниковые приемно – усилительные устройства. Справочник радиолюбителя./ Терещук Р.М., Терещук К.М., Седов С.А. – 2-е изд., стереотип. – К.: Наукова думка, 1982. – 671 с.
11. Резисторы, конденсаторы, трансформаторы, дроссели, коммутационные устройства РЭА: Справочник/ Н.Н.Акимов, Е.П.Ващуков, В.А.Прохоренко, Ю.П.Ходоренко – Мн.: Беларусь, 1994. – 591 с.
12. Галкин В.И. и др. Полупроводниковые приборы: Транзисторы широкого применения: Справочник / В.И. Галкин, А.Л. Булычев, П.М. Лямин. – Мн.: Беларусь, 1995. – 383 с.

СОДЕРЖАНИЕ

1. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ»	3
2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ	5
2.1. Транзистор как активный линейный четырёхполюсник	5
2.2. Определение h -параметров транзистора по входным и выходным статическим характеристикам	7
3. ЗАДАНИЕ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ	11
4. ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ»	13
Приложение А	18
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	21