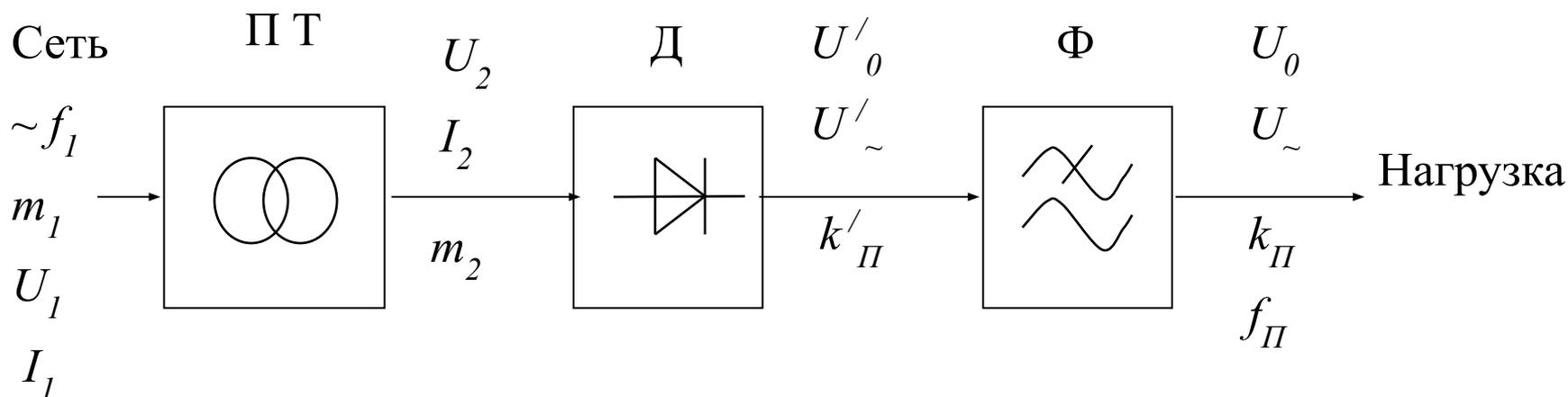


Выпрямители

Основными параметрами выпрямительного диода являются:

- 1) максимально допустимое обратное напряжение на диоде $U_{обр. доп.}^{VD}$ - значение напряжения, приложенное в обратном направлении, которое диод может выдержать в течение длительного времени без нарушения его работоспособности;
- 2) средний выпрямленный ток диода $I_{доп. ср}^{VD}$, - среднее за период значение выпрямленного постоянного тока, протекающего через диод.
- 3) среднее прямое напряжение на диоде при заданном значении прямого тока $-U_{ср, пр}^{VD}$;
- 4) дифференциальное сопротивление диода - r_{∂} .

Структурная схема неуправляемых выпрямителей



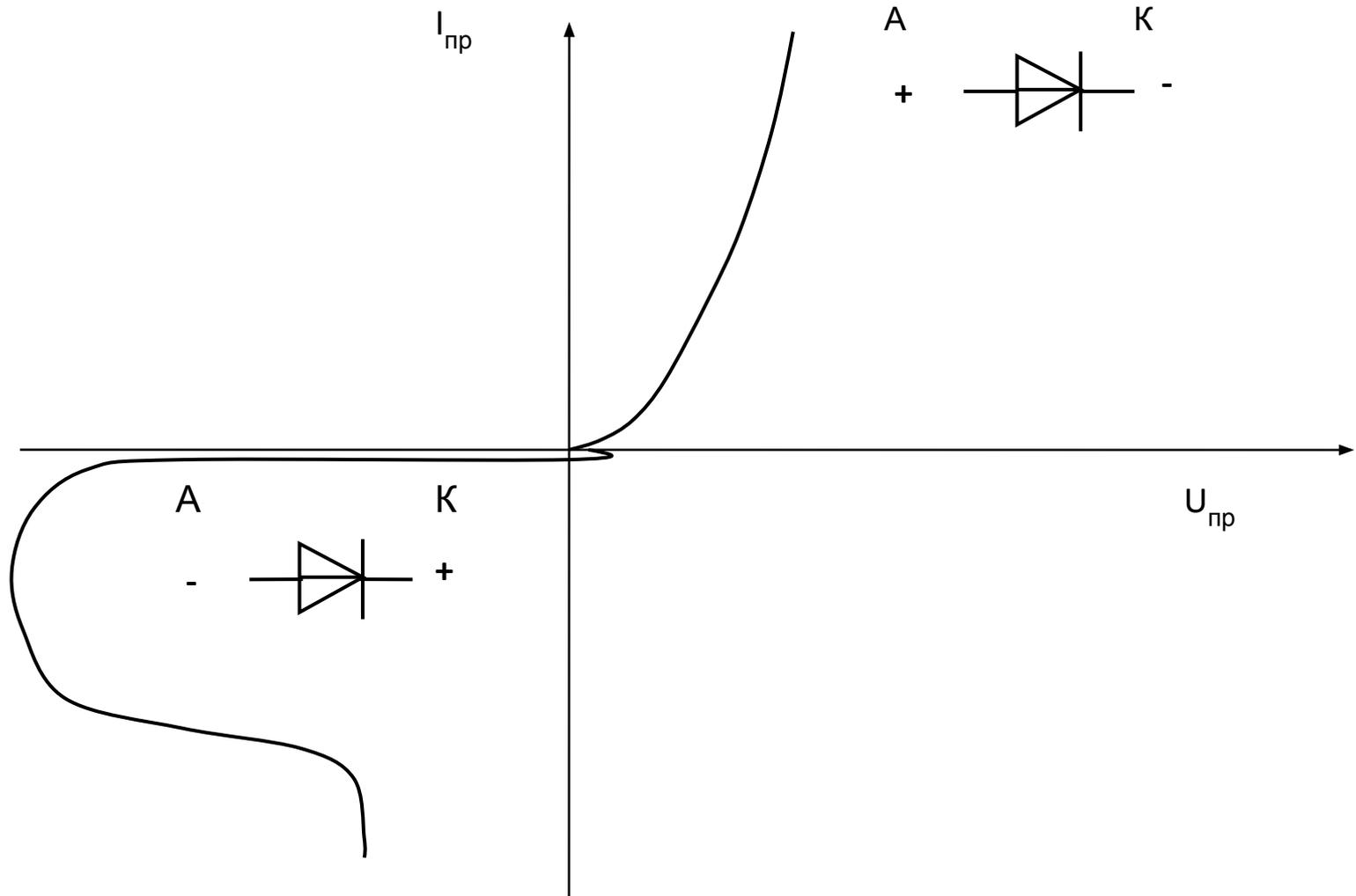
Неуправляемые выпрямители традиционно состоят из: преобразовательного трансформатора ПТ, блока полупроводниковых диодов Д и сглаживающего фильтра Ф.

Преобразование напряжения трансформатором оценивают коэффициентом трансформации k_{mp}

$$k_{mp} = \frac{U_2}{U_1},$$

где U_1, U_2 – напряжение первичной и вторичной обмоток трансформатора соответственно.

Вольт-амперная характеристика диода



Методика выполнения задания:

Во время практического занятия необходимо ознакомиться и рассчитать выпрямитель – элементарный источник для питания цепей отдельных блоков аппаратуры и оценить параметры элементов этого устройства.

К основным показателям выпрямителя относятся:

- среднее значение выпрямленного напряжения U_{cp} и тока I_{cp}

Среднее значение напряжения на выходе выпрямителя определяется по формуле:

$$U_{cp} = \frac{1}{T} \int_0^T u(\vartheta) d\vartheta$$

где T – период сигнала, $u(u)$ – мгновенное значение напряжения

Методика выполнения задания:

- коэффициент пульсаций выпрямленного напряжения k_{Π} .

$$k_{\Pi} = \frac{U_{\max}}{U_{\text{ср}}},$$

где U_{\max} – максимальное значение переменной составляющей на выходе выпрямителя, $U_{\text{ср}}$ – среднее значение выпрямленного напряжения. Элементы схемы должны соответствовать заданным значениям параметров энергии потребителя (напряжения $U_{\text{ср}}$ и тока $I_{\text{ср}}$). Трансформатор иметь соответствующий коэффициент трансформации, диод – допустимый прямой ток ($I_{\text{доп.ср}}^{\text{VD}}$) и обратное напряжение ($U_{\text{обр. доп.}}^{\text{VD}}$).

Для выполнения задания следует:

1. Воспользоваться принципиальными схемами выпрямителей и поясняющими их работу осциллограммами, а также соотношениями между расчетными величинами (рис.2.4 и 2.5).
2. Рассчитать коэффициент трансформации k_{mp} по формуле:

$$k_{mp} = \frac{U_2}{U_1},$$

где U_1 - напряжения первичной обмотки трансформатора,
 U_2 - напряжения вторичной обмотки трансформатора.

Считаем, что действующее значение $U_c = 220\text{В}$ и напряжения первичных и вторичных обмоток трансформатора изменяются по гармоническому закону.

Принципиальная схема однофазного выпрямителя

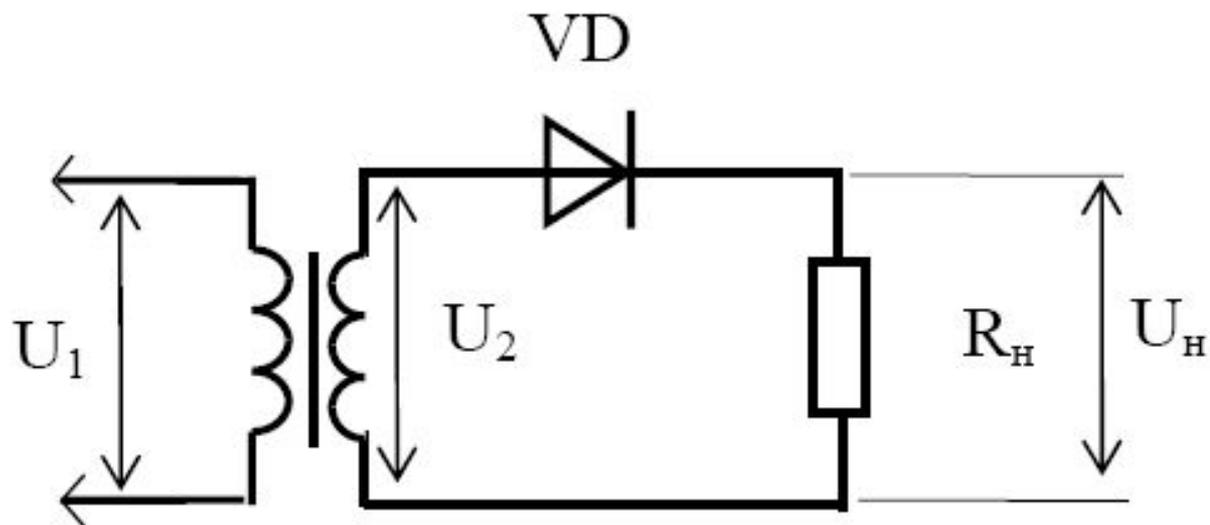
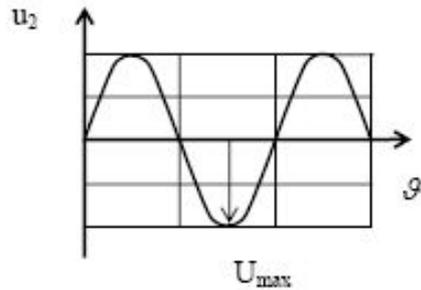
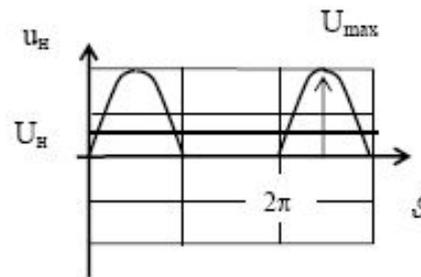


Рис.2.4

Осциллограммы, поясняющие работу однофазного выпрямителя

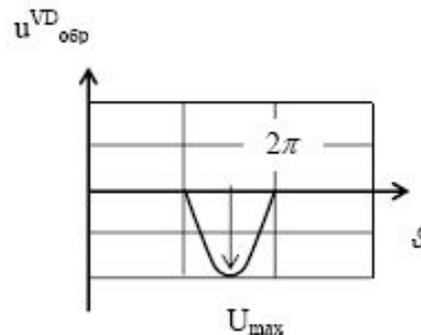


Напряжение вторичной обмотки трансформатора:
 $u_2(\vartheta) = U_{\max} \cdot \sin \vartheta$



Среднее значение напряжения на нагрузке:

$$U_n = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} u_2(\vartheta) d\vartheta$$



Средний ток диода и обратное напряжение на диоде:

$$I_{ср}^{VD} = I_n$$

$$U_{обр}^{VD} = U_{\max}$$

Рис.2.4

Принципиальная схема двухфазного выпрямителя

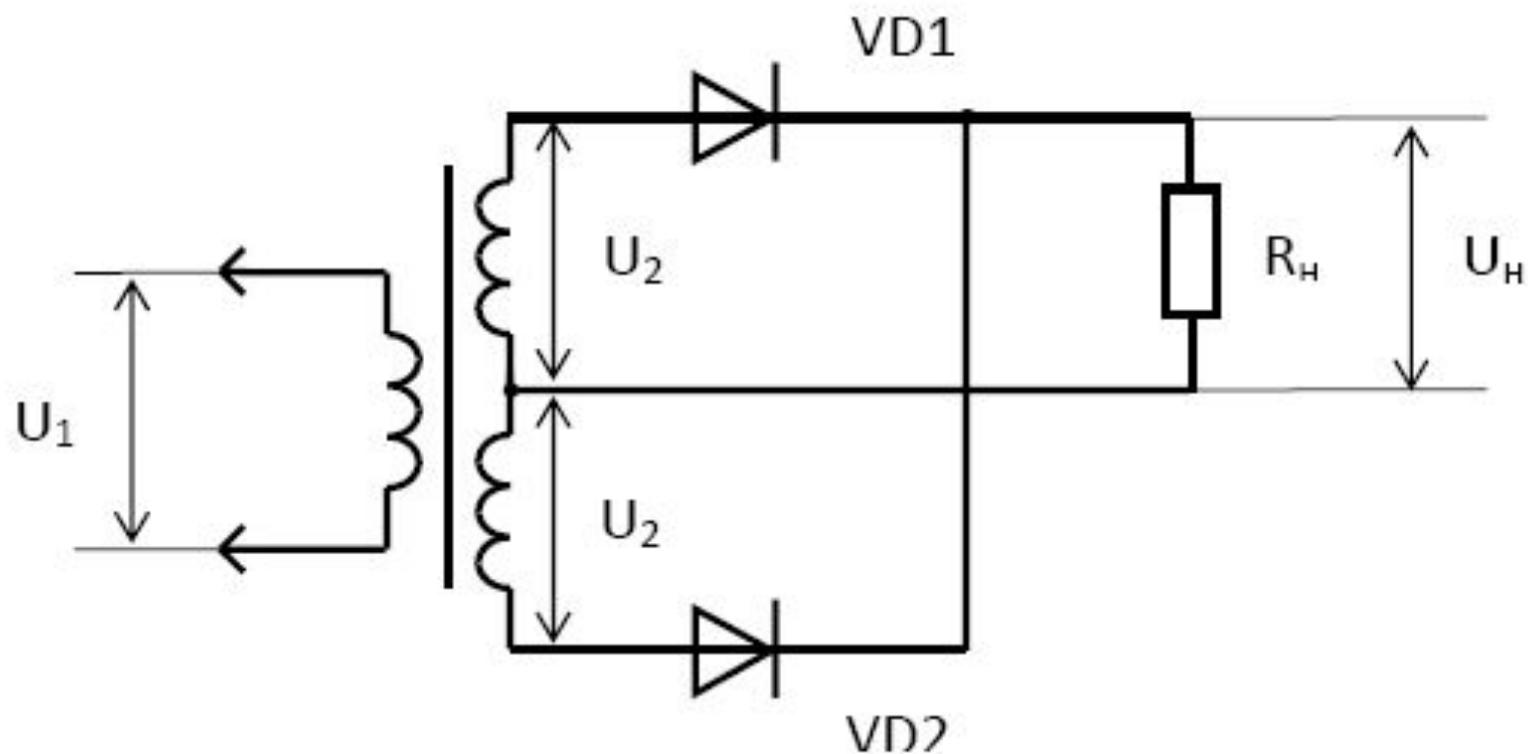
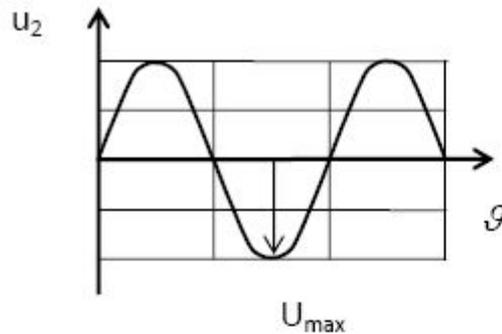


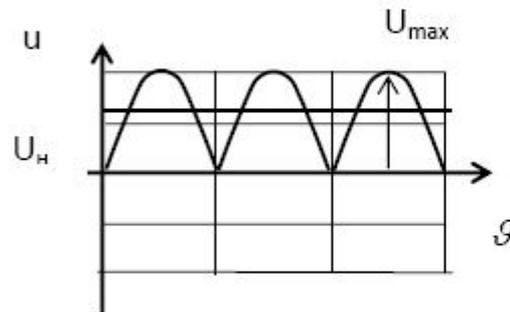
Рис.2.5

Осциллограммы, поясняющие работу



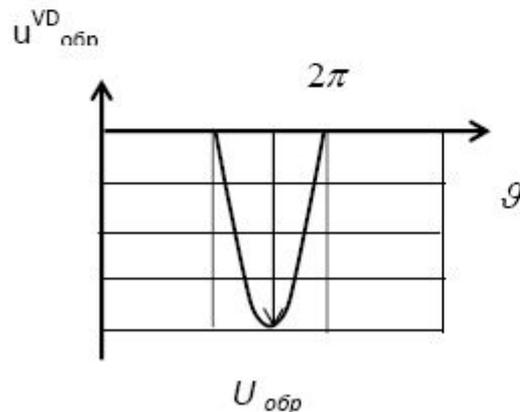
Напряжение вторичной обмотки трансформатора:

$$u_2(\vartheta) = U_{\max} \cdot \sin \vartheta$$



Среднее значение напряжения на нагрузке:

$$U_i = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} u_2(\vartheta) d\vartheta$$



Средний ток диода и обратное напряжение на диоде:

$$I_{cp}^{VD} = 0,5 I_n$$

$$U_{обр}^{VD} = 2 U_{обр}$$

Рис.2.5

Для выполнения задания следует:

Для гармонического сигнала мгновенное значение напряжения определяется по формуле

$$u_2(\vartheta) = U_{\max} \cdot \sin \vartheta$$

Действующее значение напряжения (тока), изменяющегося по гармоническому закону, связано с максимальным амплитудным напряжением (током) U_{\max} через коэффициент, равный $\sqrt{2}$

$$U_{\max} = U_{\text{дейст}} \sqrt{2}$$

3. Определить среднее значение напряжения на нагрузке:

$$U_n = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} u_2(\vartheta) d\vartheta$$

где T - период сигнала, $\vartheta = \omega t = 2\pi f t$ – мгновенная фаза, выраженная в радианах. Период сигнала связан с частотой соотношением

$$f = \frac{1}{T}$$

Для выполнения задания следует:

Для упрощения вычислено среднее значение выпрямленного напряжения на выходе выпрямителя. Для однофазного выпрямителя (рис.2.3.):

$$U_H = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} u_2(\vartheta) d\vartheta = \frac{1}{\pi} U_{2 \max}$$

Для двухфазного выпрямителя

$$U_H = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} u_2(\vartheta) d\vartheta = \frac{2}{\pi} U_{2 \max}$$

Из этих соотношений можно найти максимальное амплитудное значение напряжения вторичных обмоток трансформатора U_{\max} .

Для надёжной работы выпрямительных диодов должны выполняться условия:

$$I_{пр}^{VD} < I_{доп. ср}^{VD} \quad , \quad U_{обр}^{VD} < U_{обр. доп.}^{VD}$$

Для выполнения задания следует:

Максимально допустимый (предельный) средний ток $I_{доп.ср.}^{VD}$, характеризующий нагрузочную способность выпрямительного диода при заданной температуре корпуса, и максимально допустимое обратное напряжение диода $U_{обр. доп}^{VD}$ приводится в справочниках.

Для расчёта коэффициента трансформации считать, что действующее значение напряжения первичной обмотки трансформатора $U_1 = 220$ В.

Индивидуальные задания:

В неуправляемом выпрямителе известны:

- среднее значение выпрямленного напряжения на нагрузке U_H
- среднее значение выпрямленного тока нагрузки I_H
- значения величин U_H, I_H приведены в табл.2.1, формулы для расчета и графики на рис.2.4 и 2.5.

Требуется: вычертить структурную и принципиальную схемы выпрямителя для своего варианта и вычислить:

- коэффициент трансформации трансформатора $k_{тр}$
- среднее значение прямого тока через диод VD $I_{VD пр}$
- обратное напряжение на диоде $U_{VD обр}$

По рассчитанным данным сформулировать требования к параметрам диода и начертить в масштабе напряжение на выходе электропитающего устройства, отметив уровень среднего напряжения U_H .

Таблица 2.1

Номер вариант а	1	2	3	4	5	6
Схема	Рис.2.4.	Рис.2.5.	Рис.2.4.	Рис.2.5	Рис.2.4.	Рис.2.5
$U_{н,}$ В	100	10	350	50	400	20
$I_{н,}$ А	0,4	5	0,2	10	0,02	20
Номер вариант а	7	8	9	10	11	12
Схема	Рис.2.4.	Рис.2.5.	Рис.2.4.	Рис.2.5	Рис.2.4.	Рис.2.5
$U_{н,}$ В	90	80	6	10	500	350
$I_{н,}$ А	2	8	5	1	0,1	0,1
Номер вариант а	13	14	15	16	17	18
Схема	Рис.2.4.	Рис.2.5.	Рис.2.4.	Рис.2.5	Рис.2.4	Рис.2.5
$U_{н,}$ В	430	20	100	12	80	600
$I_{н,}$ А	0,2	2	5	0,1	4	0,1

**Ответить на вопрос, соответствующий номеру
своего варианта:**

1. Какие типы диодов Вы знаете? Укажите их назначение и приведите их условные обозначения.
2. Как определить дифференциальное и статическое сопротивление? Пояснить на примере выпрямительного диода.
3. Динистор, тиристор, симмистор. Приведите их условные обозначения, вольт-амперные характеристики и укажите их назначение.
4. Какие виды пробоев существуют и в чём их отличие?
5. Что такое оптронные приборы? Типы оптронных приборов, область применения.
6. Фотосопротивления. Фотодиоды. Работа фотодиода в фотопреобразовательном и фотогенераторном режимах. Основные характеристики и параметры.

7. Вычертить вольт-амперные характеристики стабилитрона и стабистора. Приведите их условные обозначения и поясните принцип работы.

8. Что такое переход Шотки? Какими свойствами он обладает и где применяется?

9. Светодиод и фотодиод. Приведите их условные обозначения и укажите их назначение.

10. Напишите уравнение Молла-Эберса для p-n перехода. Проанализируйте его и постройте вольт-амперную характеристику p-n перехода.

11. Поясните явления, происходящие в переходе металл-полупроводник. Какими свойствами обладает такой переход?
Где применяется?

12. Какие виды тиристоров Вы знаете? Приведите их условные обозначения, вольт-амперные характеристики и укажите область применения.

13. Приведите вольт-амперную характеристику р-п перехода. Поясните влияние температуры на вид характеристики.
14. Что такое импульсный диод? Его основные параметры, особенности, область применения.
15. Раскройте понятия: генерация и рекомбинация носителей зарядов; собственная и примесная проводимость.
16. Раскройте понятия: инжекция и экстракция зарядов; основные носители зарядов; барьерная и диффузионная ёмкость перехода.
17. Раскройте понятия: симметричный и несимметричный р-п переход; ширина и высота потенциального барьера р-п перехода.
18. Вычертить вольт-амперные характеристики выпрямительного и туннельного диодов. Пояснить, какое свойство р-п перехода положено в основу их действия. Укажите область применения.

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Структурная и принципиальная схемы выпрямителя, формулы для расчета.
3. Выполненные расчеты и графики.
4. Выводы по работе.
5. Ответы на контрольные вопросы