

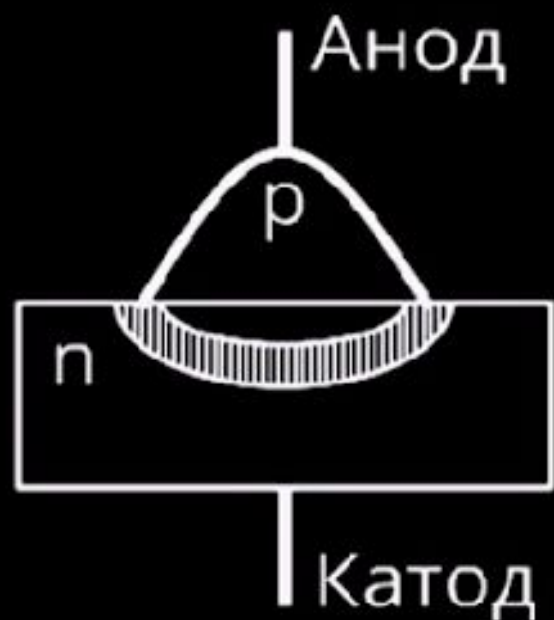
***Классификация
полупроводниковых
диодов***

Полупроводниковый диод – полупроводниковый прибор с двумя выводами и одним р-п переходом.



Выпрямительные диоды

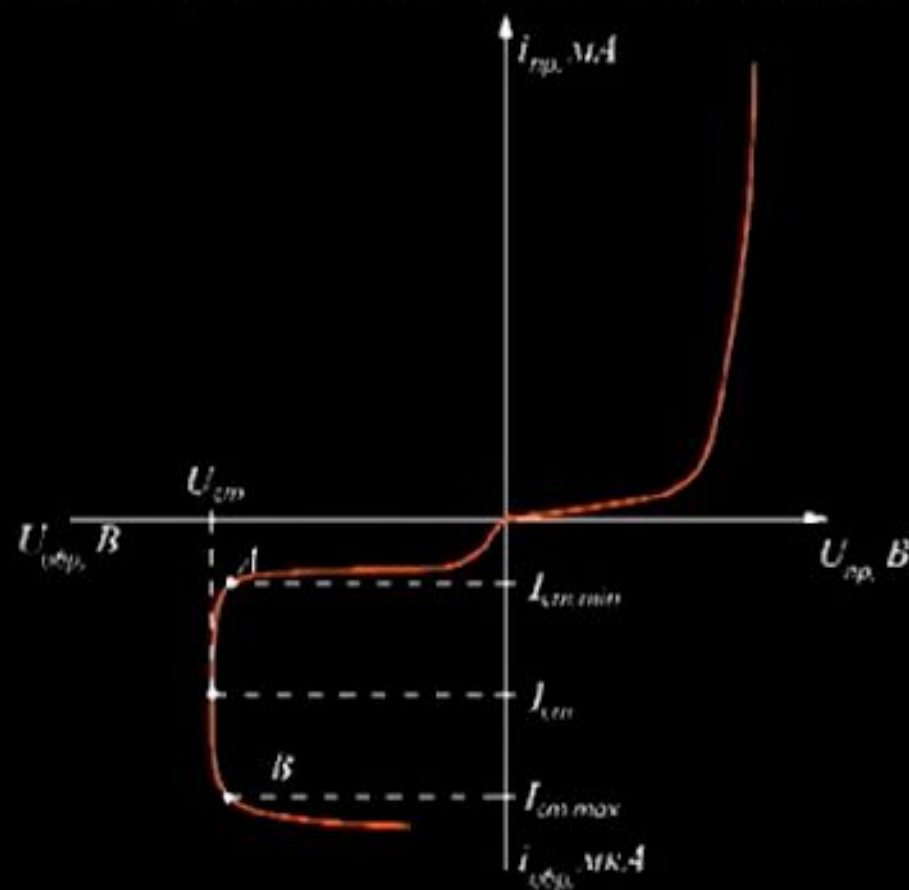
Выпрямительные диоды предназначены для преобразования переменного тока в постоянный.



Условное обозначение на принципиальных электрических схемах

Стабилитроны

Стабилитроны – п/п диоды, предназначенные для стабилизации уровня напряжения в схеме. Эти диоды работают на участке обратной ветви ВАХ, соответствующем электрическому пробое.



АВ – границы рабочего участка. На нем в широком диапазоне изменения тока напряжение меняется незначительно.

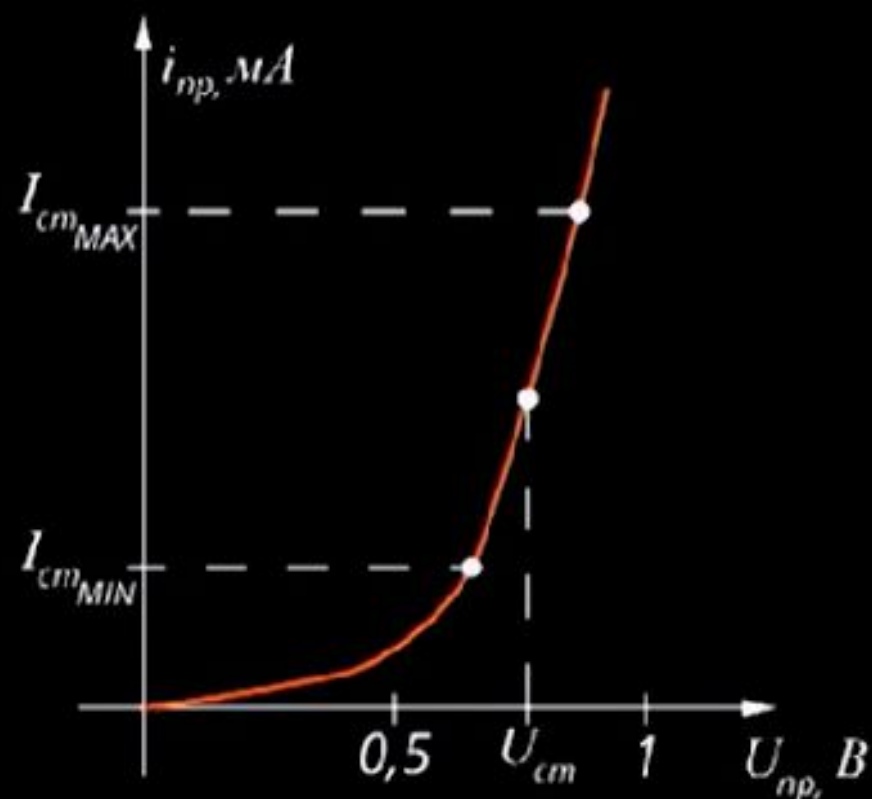
$U_{ст}$ – напряжение стабилизации (основной параметр стабилитрона)

$I_{ст.мин}$, $I_{ст.маx}$ – минимальный и максимальный токи стабилизации

$$r_{ст} = \frac{dU}{dI} \text{ дифференциальное сопротивление}$$

Стабисторы

Для стабилизации малых напряжений (менее 1 В) используют прямую ветвь ВАХ диода. Такие приборы называют **стабисторами**.

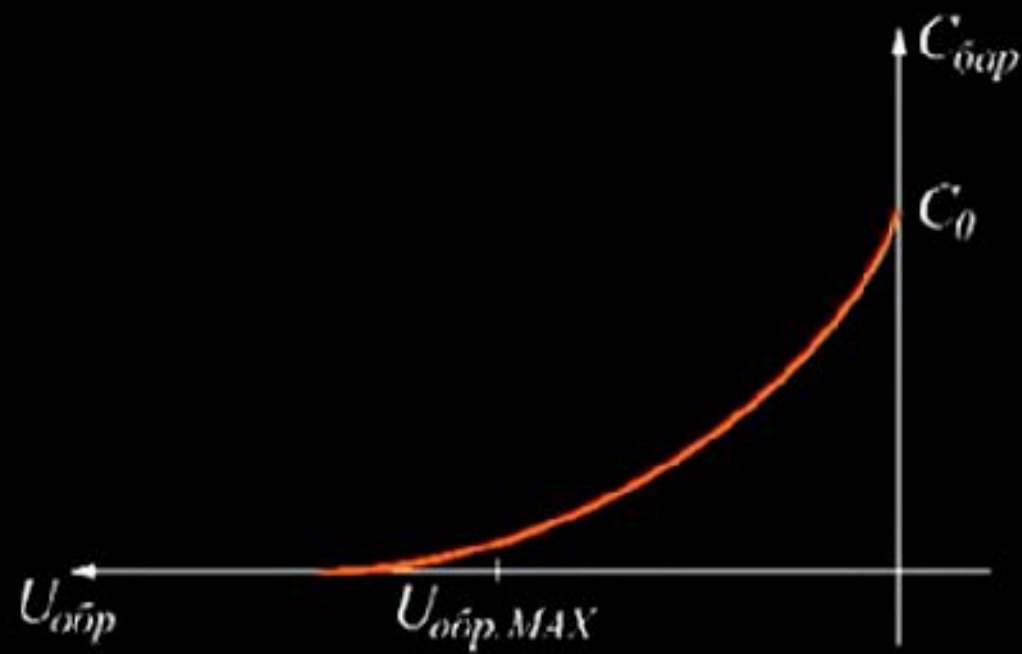


Условное обозначение стабилитронов
и стабисторов на схемах

Варикапы

Варикапы – $p-n$ диоды, в которых используется зависимость барьерной емкости $p-n$ перехода от обратного напряжения.

Варикапы применяются в качестве элементов с электрически управляемой ёмкостью в схемах перестройки частоты колебательного контура в частотно-избирательных цепях, в схемах деления и умножения частоты, частотной модуляции, управляемых фазовращателей и др.

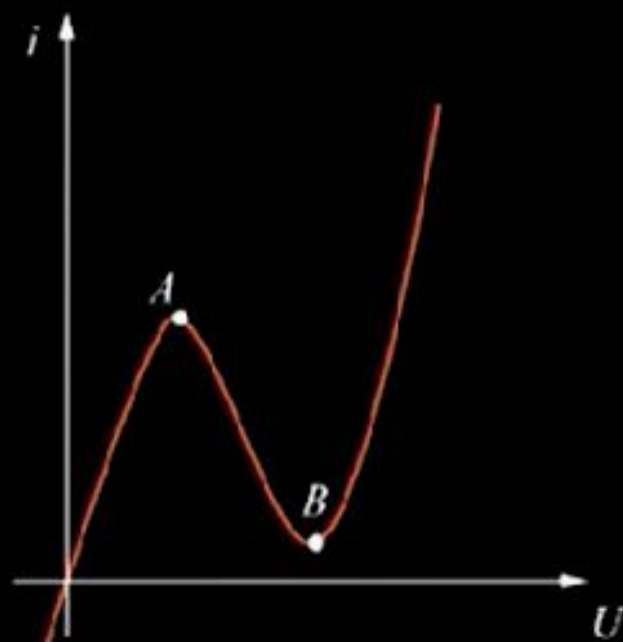


Условное обозначение
варикапов на схемах

Туннельный диод

Туннельные диоды – п/п диоды на основе вырожденного полупроводника, имеющего высокую концентрацию примеси ($10^{19} - 10^{20} \text{ см}^{-3}$). Они имеют тонкий электронно-дырочный переход и высокий потенциальный барьер в нем.

ВАХ туннельного диода при прямом напряжении имеет падающий участок с отрицательным дифференциальным сопротивлением. Наличие такого участка объясняется возникновением туннельного эффекта.



Условное обозначение туннельных диодов на схемах

Диод Шоттки

Диод Шоттки – п/п диод, в котором в качестве выпрямляющего элемента выступает переход металл-полупроводник.

$$A_{Me} < A_{п/п}$$

полупроводник n – типа

Электроны перемещаются в основном из металла в полупроводник. Приграничный слой обогащается носителями и образуется структура, не обладающая односторонней проводимостью (омический контакт). Используется для создания внешних выводов п/п приборов.

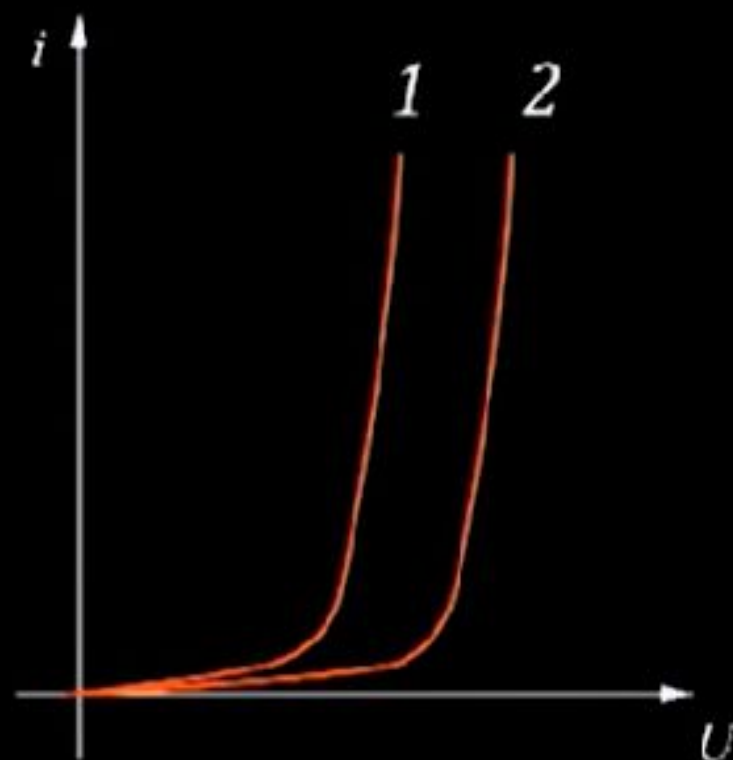
$$A_{Me} > A_{п/п}$$

полупроводник n – типа

Электроны перемещаются в основном из п/п в металл. Металл заряжается отрицательно, а п/п за счет ионов примеси – положительно, возникает разность потенциалов U_k и потенциальный барьер. Приграничный слой обедняется носителями и образуется структура, аналогичная $p - n$ переходу и обладающая односторонней проводимостью.

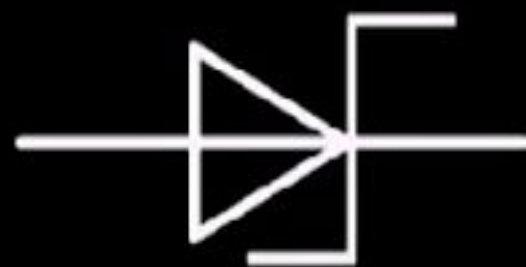
Особенности диода Шоттки по сравнению с обычным диодом на p-n-переходе:

1. Значительно меньшее прямое напряжение.
2. Отсутствие проникновения неосновных носителей заряда из металла в полупроводник (дырок). Это повышает быстродействие, поскольку отпадает необходимость в рассасывании таких носителей при смене полярности внешнего напряжения.



1 - переход Шоттки
2 - p - n переход

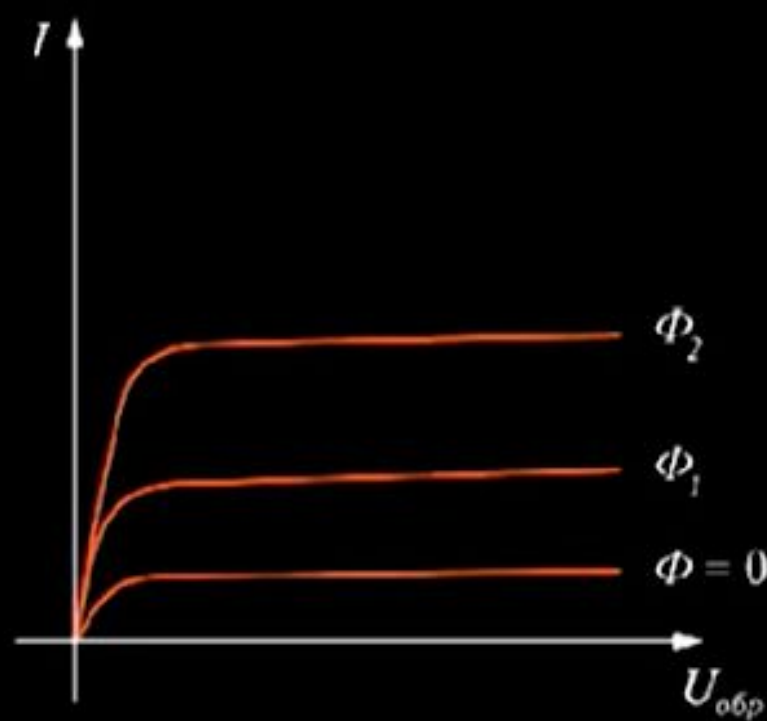
Достоинство диодов Шоттки – **высокое быстродействие**. Используются в переключательных схемах (микросхемы ТТЛШ). Время переключения $\sim 0,1$ нс.



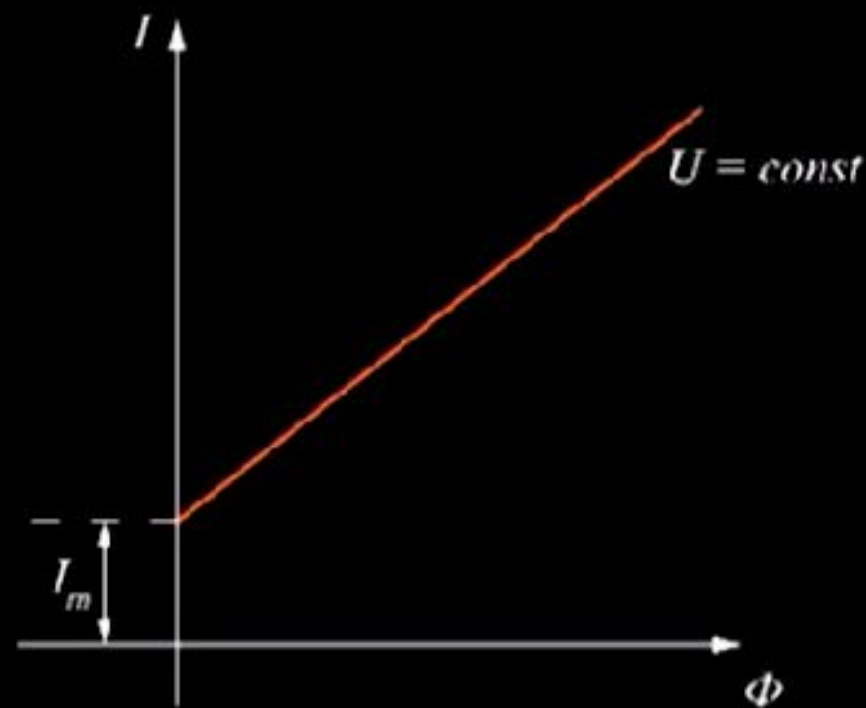
Условное обозначение
диодов Шоттки на схемах:

Фотодиод

Фотодиод – п/п диод, работающий при обратном напряжении. Под действием квантов света в р-п-переходе генерируются неосновные носители заряда, образующие фототок.



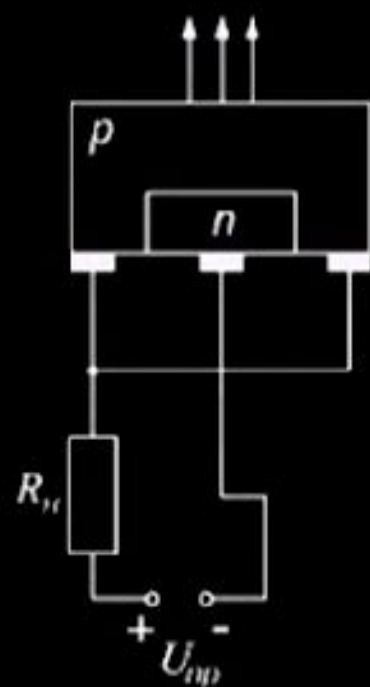
$$\Phi_2 > \Phi_1$$



I_m – темновой ток

Светодиод

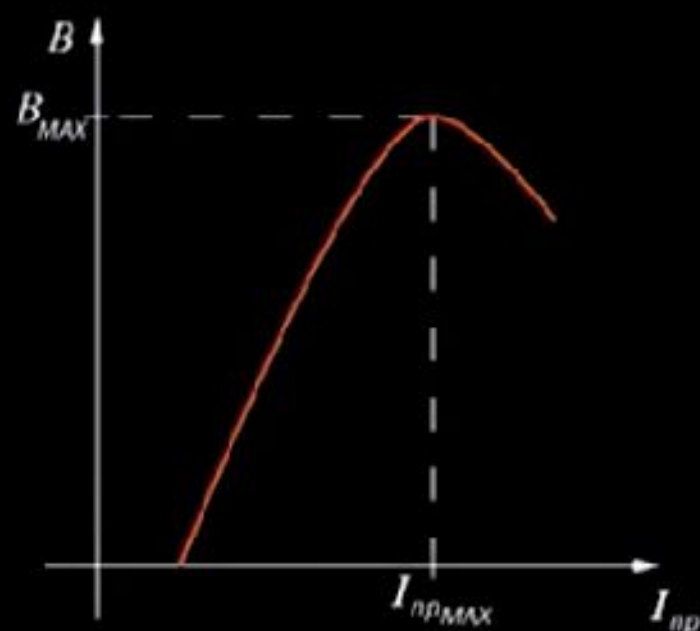
Светодиоды – приборы, в которых электрическая энергия преобразуется в видимый свет за счет свойств $p - n$ перехода. В основе лежит явление люминесценции.



При приложении прямого напряжения в $p - n$ переходе происходит рекомбинация электронов и дырок. В светодиодах она сопровождается выделением энергии в виде квантов света и называется излучательной.

Длина волны излучения определяется шириной запрещенной зоны полупроводника.

Излучательная характеристика – зависимость яркости свечения светодиода от прямого тока.



B – яркость свечения
 $I_{пр}$ – прямой ток

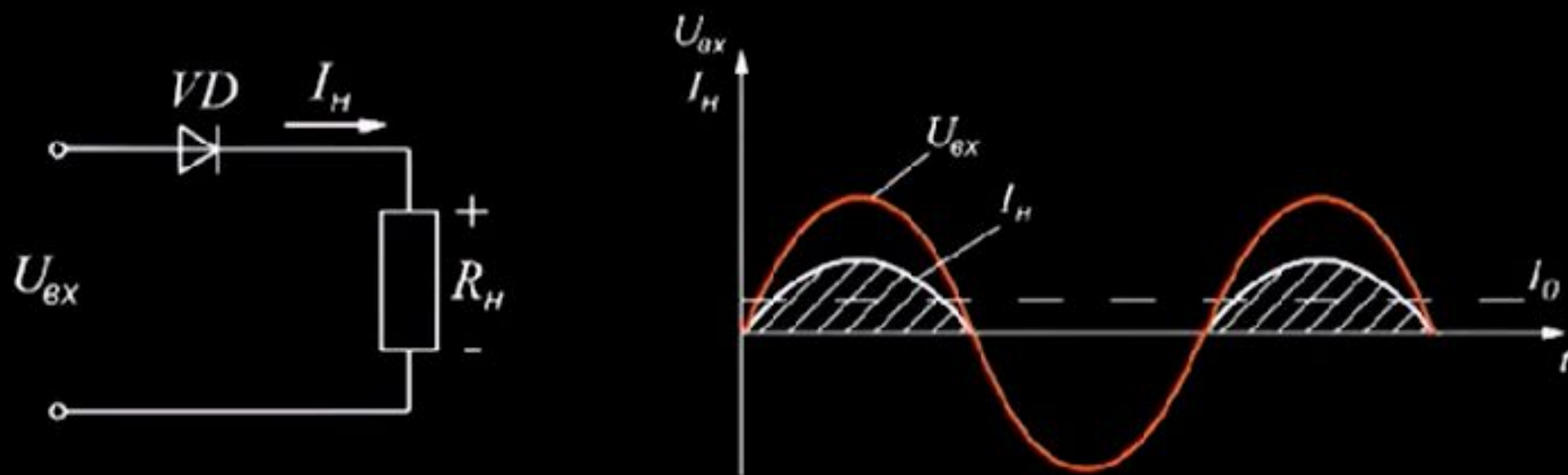
Спектральная характеристика – зависимость интенсивности излучения от длины волны (определяется свойствами материала полупроводника).

Основное применение: индикаторные устройства (в том числе семисегментные).

***Применение
полупроводниковых
диодов***

Выпрямители входят в состав вторичных источников питания и предназначены для преобразования переменного напряжения в постоянное.

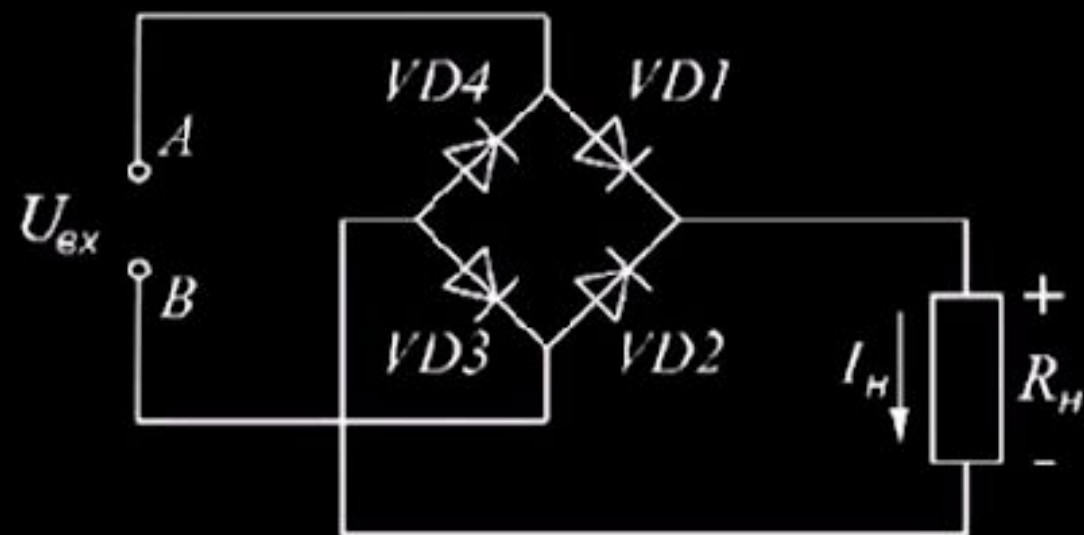
Однополупериодный выпрямитель



$$I_0 = \frac{1}{\pi} I_{max}$$

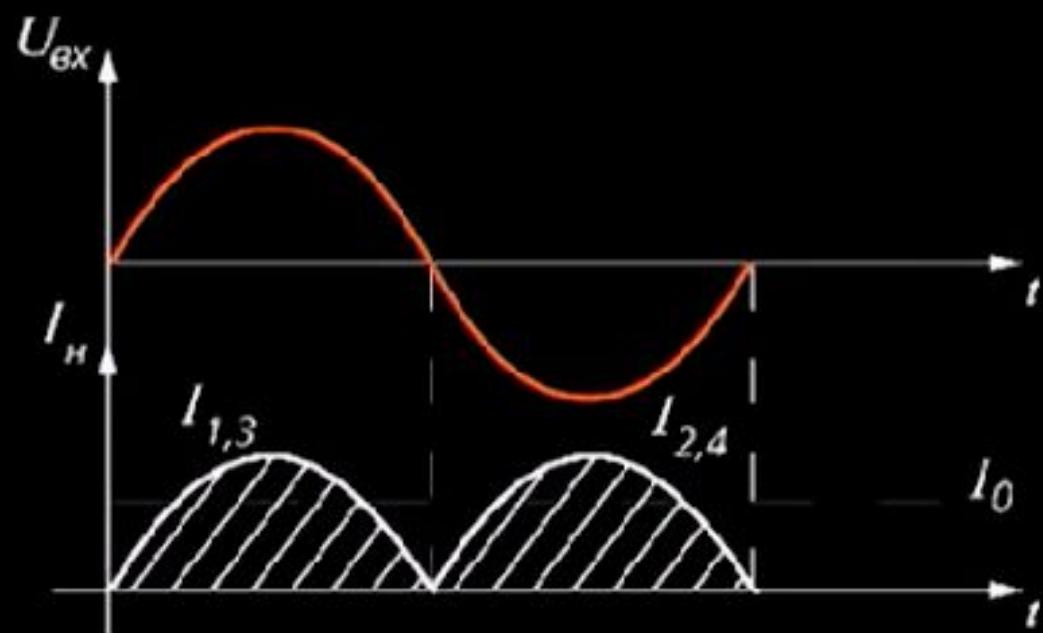
$$U_0 = \frac{1}{\pi} U_{max} = \frac{\sqrt{2}}{\pi} U = 0,45U$$

Двухполупериодный выпрямитель



$$I_{1,3}: A - VD1 - R_H - VD3 - B$$

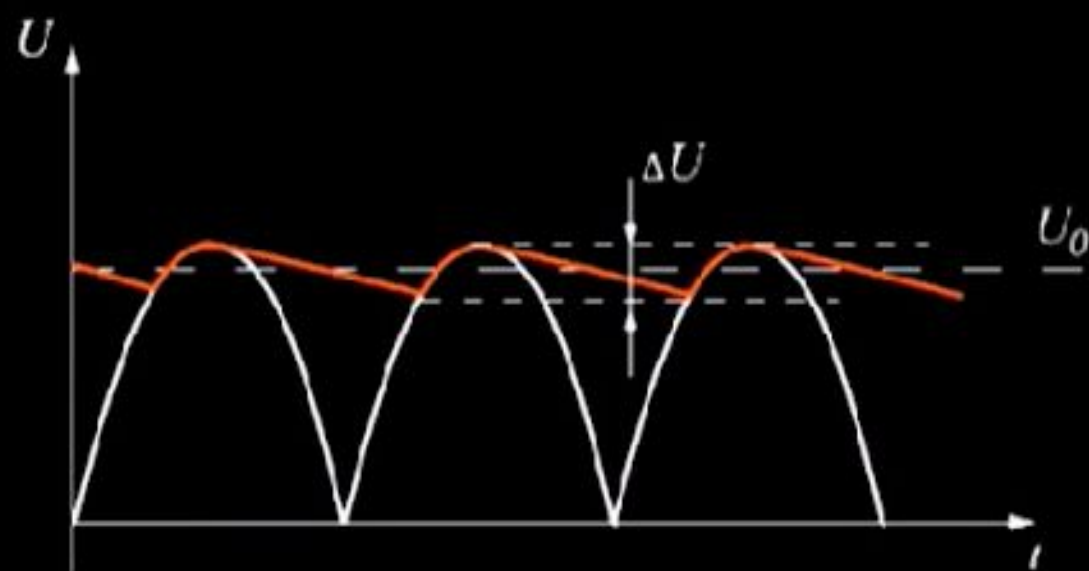
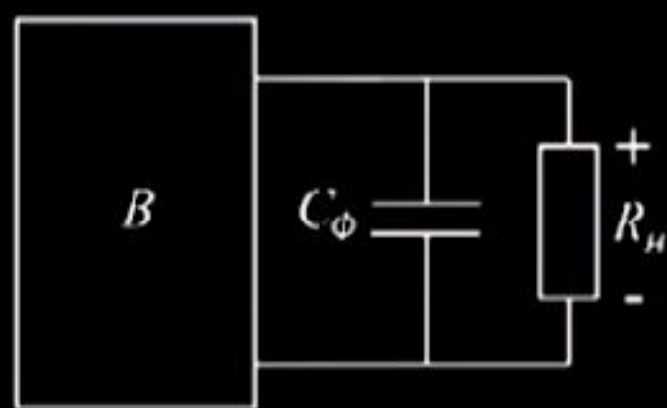
$$I_{2,4}: B - VD2 - R_H - VD4 - A$$



$$I_0 = \frac{2}{\pi} I_{max}$$

$$U_0 = \frac{2}{\pi} U_{max} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} U = 0,9U$$

Сглаживающие фильтры – устройства, которые предназначены для максимального уменьшения переменных составляющих выходного напряжения (пульсаций).



$$I = C \frac{\Delta U}{\Delta t} \quad \text{– ток через нагрузку}$$

$$\Delta U = \frac{I}{C} \Delta t \quad \text{– амплитуда пульсаций}$$

$$\Delta t = \frac{1}{f} \quad \text{– для однополупериодного выпрямителя}$$

$$\Delta t = \frac{1}{2f} \quad \text{– для двухполупериодного выпрямителя}$$

Стабилизатор напряжения – устройство, автоматически поддерживающее напряжение на нагрузке при изменении в определенных пределах различных дестабилизирующих факторов.

В параметрических стабилизаторах используются приборы, в которых напряжение не зависит от тока.

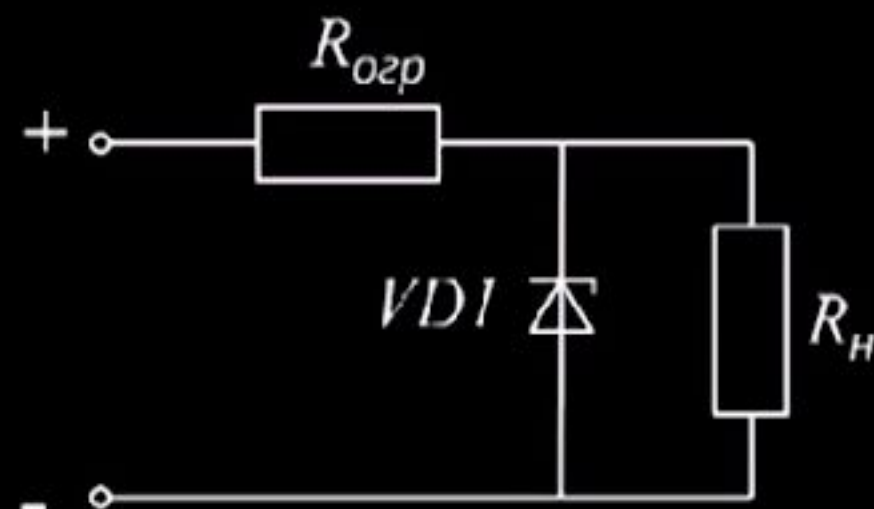


Схема стабилизатора на стабилитроне

Стабилитрон выбирается, исходя из требуемого $U_{\text{вых}}$ и тока нагрузки $I_{\text{н}}$.

$$U_{\text{ст}} = U_{\text{вых}}$$

$$I_{\text{ст}} = (3 - 5)I_{\text{н}}$$

Сопротивление $R_{\text{огр}}$ задает ток через стабилитрон и поглощает колебания входного напряжения.