



Старший
преподаватель
Сиверская Татьяна
Ивановна

Кафедра Энергетика

Предмет ЭЛЕКТРОНИКА

Тема лекции

Источники питания.

Источники вторичного электропитания – выпрямители.

Выпрямителем, называется статический преобразователь напряжения переменного тока в напряжение постоянного тока. В общем случае выпрямитель состоит из трансформатора, полупроводниковых диодов и сглаживающего фильтра. Структурная схема выпрямителя приведена на рисунке 1

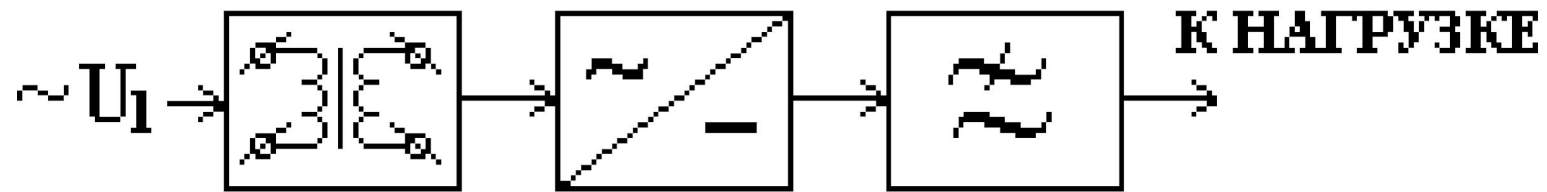


Рисунок 1 - Структурная схема выпрямителя

- Трансформатор (не обязательный элемент), преобразует напряжение переменного тока на его первичной обмотке в необходимое для получения заданной величины напряжения на входе выпрямителя.
- Система вентилей (диоды) преобразует напряжение переменного тока в однонаправленное пульсирующее, имеющее в своем составе постоянную составляющую и значительное количество гармонических составляющих. Наибольшей из них является первая гармоника, частота и амплитуда которой определяется схемой выпрямления.
- Сглаживающий фильтр уменьшает амплитуды всех гармонических составляющих пульсирующего (выпрямленного) напряжения. Расчет токов и напряжений в отдельных узлах схемы выпрямителя ведется из предположения, что полупроводниковые диоды и трансформатор являются идеальными.

Выпрямители бывают **управляемыми и неуправляемыми**. Неуправляемый выпрямитель не позволяет регулировать выходное напряжение.

Выпрямительные устройства можно классифицировать:

- по схеме выпрямления – однофазные и многофазные, однополупериодные и двухполупериодные;
- по мощности – маломощные, средней мощности, мощные;
- по частоте выпрямленного тока – промышленной частоты, повышенной частоты, высокой частоты;
- по режиму рабочей нагрузки – длительная, импульсная, кратковременная;
- по напряжению – низкого, среднего, высокого.
- по реакции нагрузки на выпрямитель – активная, индуктивная и емкостная реакция.

Режим работы выпрямителя в значительной степени зависит от характера его нагрузки. Различают следующие режимы работы выпрямителя: на активную нагрузку, на нагрузку емкостного характера, на противоэдс, на индуктивную нагрузку, на нагрузку, состоящую из L , C и R .

Емкостная нагрузка характерна для выпрямителей малой мощности.

Режим работы выпрямителя на противоэдс является характерным при заряде аккумуляторных батарей или при питании двигателей постоянного тока.

На индуктивную нагрузку в основном работают выпрямители средней и большой мощности.

В независимости от режима работы выпрямитель характеризуется: выходными параметрами; параметрами, характеризующими режим работы вентиля и параметрами трансформатора.

Критериями качества работы выпрямителя являются:

- коэффициент пульсации;
- коэффициент выпрямления по напряжению;
- пульсность;
- КПД;

Для выпрямления однофазного переменного напряжения широко применяют три типа выпрямителей: *однополупериодный и два двухполупериодных*

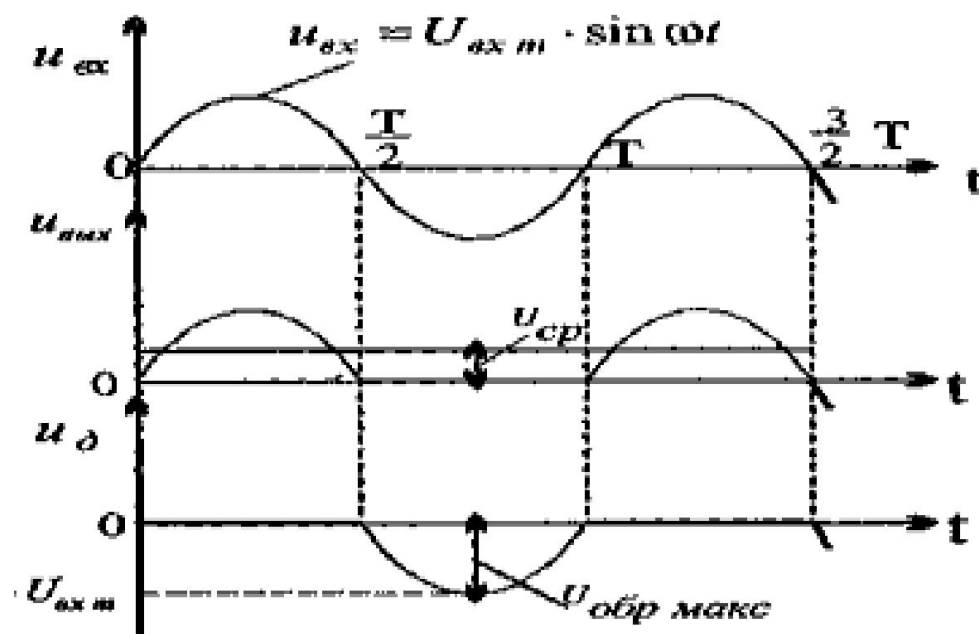
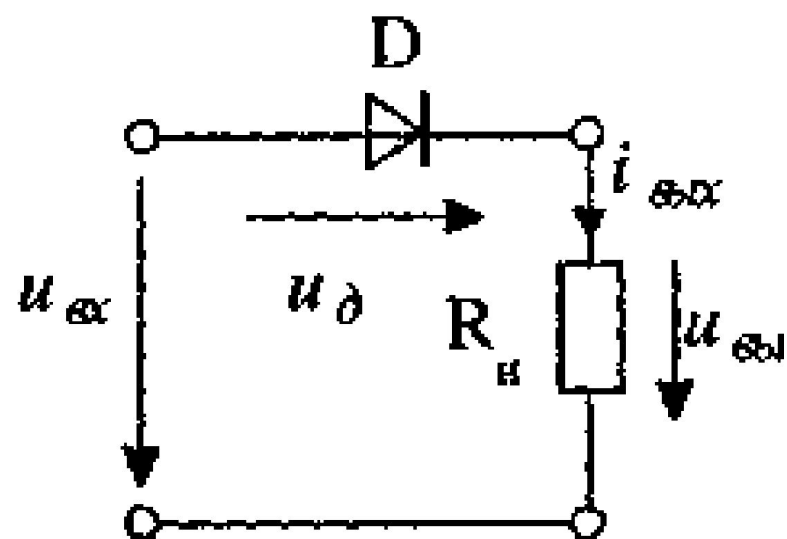
Выпрямитель состоит из трансформатора, к вторичной обмотке которого последовательно подсоединены диод D и нагрузочный резистор R_n .

Основным *преимуществом* однополупериодного выпрямителя является его простота.

Недостатки:

- большой коэффициент пульсаций,
- малые значения выпрямленного тока и напряжения.
- ток I_2 имеет постоянную составляющую, которая вызывает подмагничивание сердечника трансформатора, из-за чего уменьшается магнитная проницаемость сердечника, что, в свою очередь, снижает индуктивность обмоток трансформатора.

Однополупериодный выпрямитель применяют обычно для питания высокоомных нагрузочных устройств (например, электроннолучевых трубок), допускающих повышенную пульсацию; мощность не более 10—15 Вт.



Основные параметры выпрямителя определяются по следующим формулам:

$$U_{cp} = \frac{\sqrt{2}}{\pi} U_{вх} \approx 0,45 U_{вх}$$

$$I_{cp} = \frac{U_{cp}}{R_H}$$

$$\xi = \frac{\pi}{2} = 1,57$$

$$U_{обр. макс} = \sqrt{2} U_{вх} = \pi * U_{cp}$$

$$I_{д. ср} = I_{cp}$$

$$I_{д. макс} = \frac{\sqrt{2} U_{вх}}{R_H} = \pi * I_{cp}$$

Двухполупериодный выпрямитель с выводом средней точки вторичной обмотки трансформатора

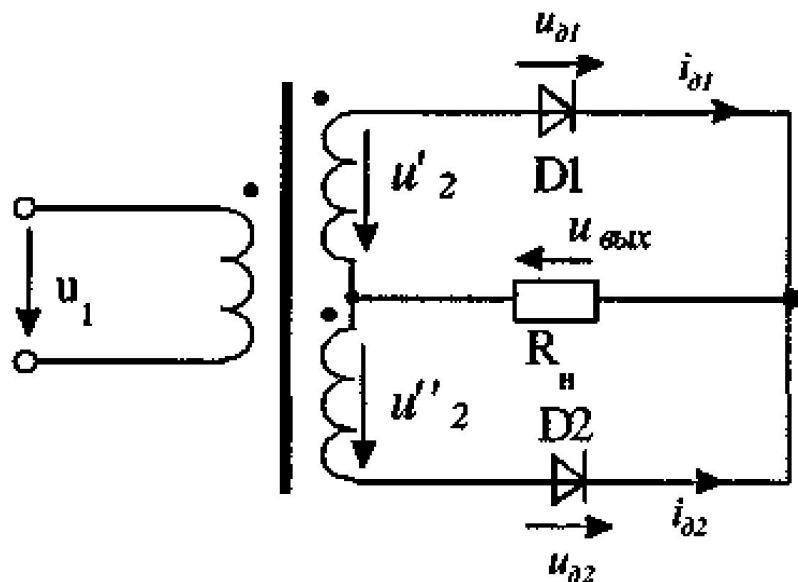
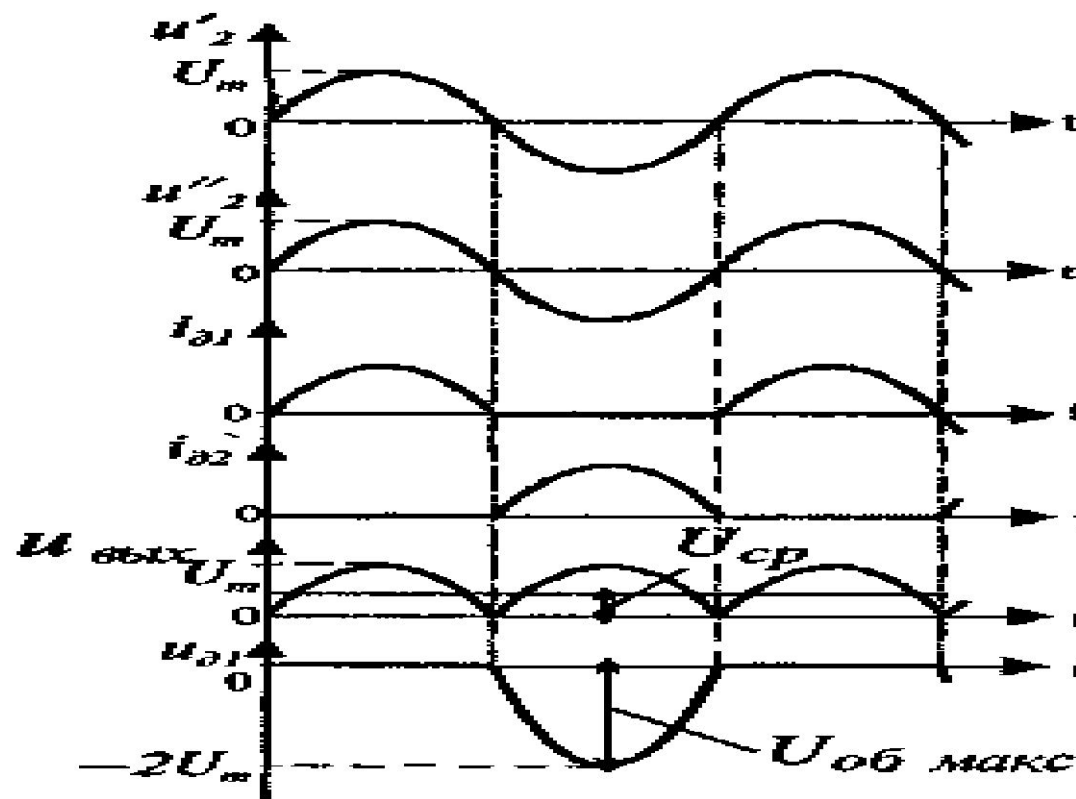


Схема выпрямителя с выводом
средней точки вторичной
обмотки трансформатора,



Осциллограммы в точках схемы

Двухполупериодный выпрямитель со средней точкой представляет собой параллельное соединение двух однополупериодных выпрямителей. Рассматриваемый выпрямитель может использоваться только с трансформатором, имеющим вывод от середины вторичной обмотки. Диоды схемы проводят ток поочередно, каждый в течение полупериода.

Рассматриваемый выпрямитель характеризуется довольно высокими технико-экономическими показателями и широко используется на практике.

Достоинствами выпрямителя являются:

- Высокая нагрузочная способность;
- Низкая пульсация выпрямленного напряжения.

Недостатками выпрямителя являются:

- Необходимость применения трансформатора со средней точкой;
- Повышенные требования к диодам по обратному напряжению.

Основные параметры такого выпрямителя определяются по следующим формулам:

$$U_{\text{ср}} = 2 * \frac{\sqrt{2}}{\pi} U_2 \approx 0,9 U_2$$

где: U_2 – действующее значение напряжения каждой половины вторичной обмотки;

$$I_{\text{ср}} = \frac{U_{\text{ср}}}{R_{\text{н}}}$$

$$\xi = \frac{2}{3} \approx 0,67$$

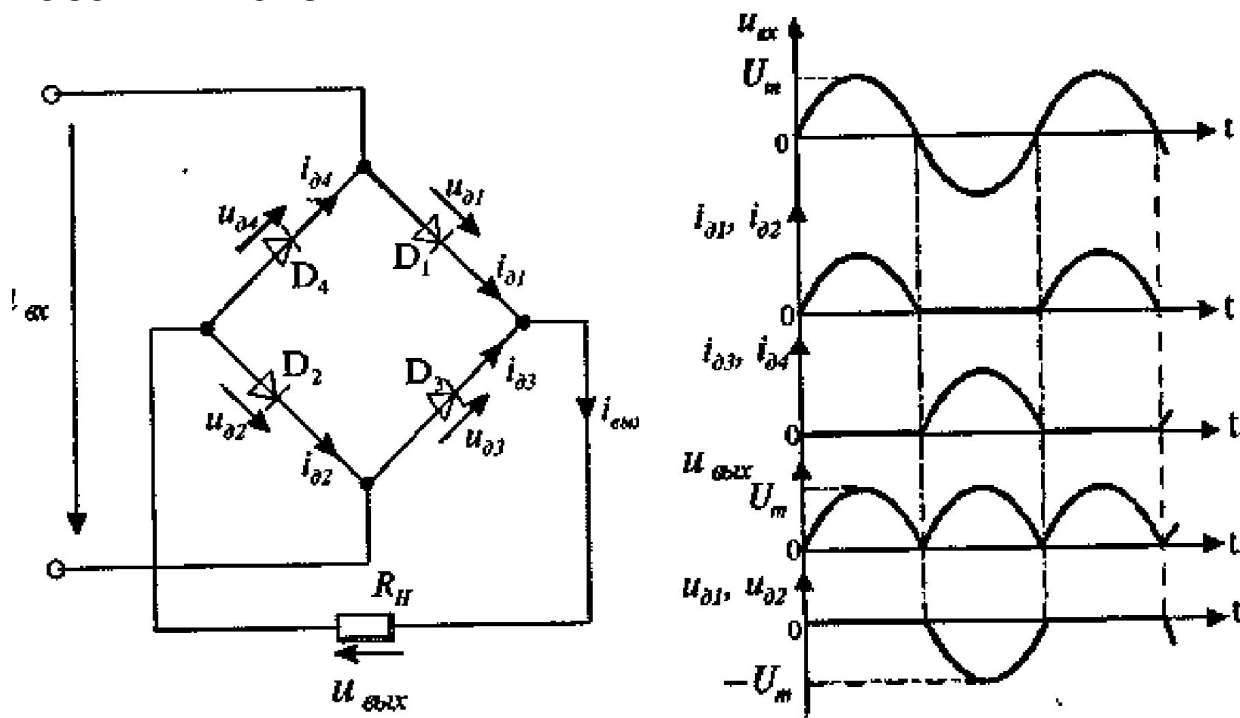
$$U_{\text{обр. макс}} = 2 * \sqrt{2} U_2 = \pi * U_{\text{ср}}$$

$$I_{\text{д. ср}} = \frac{I_{\text{ср}}}{2}$$

$$I_{\text{д. макс}} = \frac{\sqrt{2} U_2}{R_{\text{н}}} = \frac{\pi}{2} * I_{\text{ср}}$$

Двухполупериодный мостовой выпрямитель

Однофазный мостовой выпрямитель можно считать пределом совершенства тех однофазных выпрямителей, которые могут использоваться без трансформатора. Не известна другая однофазная схема без трансформатора, в которой бы так рационально использовались диоды. Диоды в рассматриваемой схеме включаются и выключаются парами. Одна пара — это диоды D1 и D2, а другая — D3 и D4. Таким образом, к примеру, диоды D1 и D2 или оба включены и проводят ток, или оба выключены.



Основные расчетные соотношения выпрямителя следующие:

$$U_{\text{ср}} = 2 * \frac{\sqrt{2}}{\pi} U_{\text{вх}} \approx 0,9 U_{\text{вх}}$$

$$I_{\text{ср}} = \frac{U_{\text{ср}}}{R_{\text{H}}}$$

$$\xi = \frac{2}{\pi} \approx 0,57$$

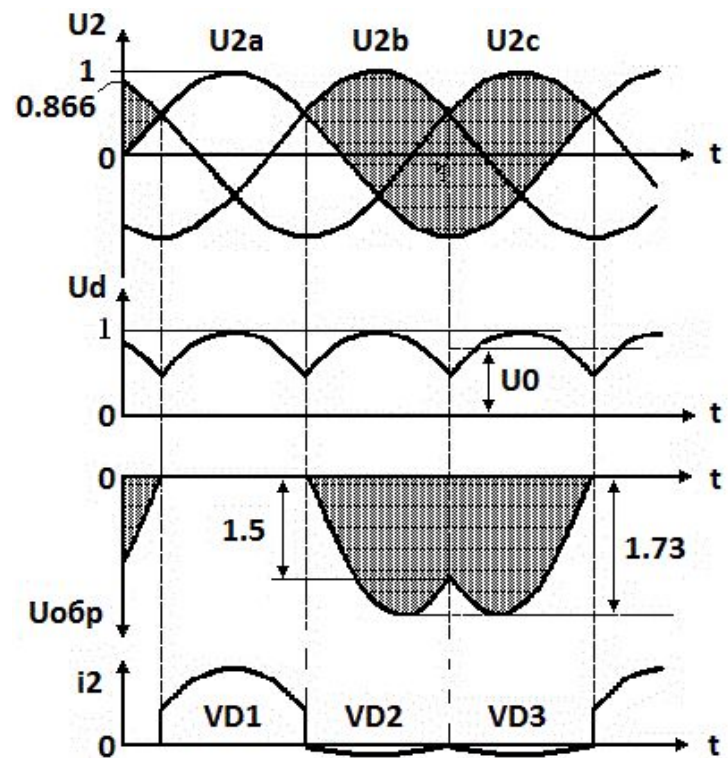
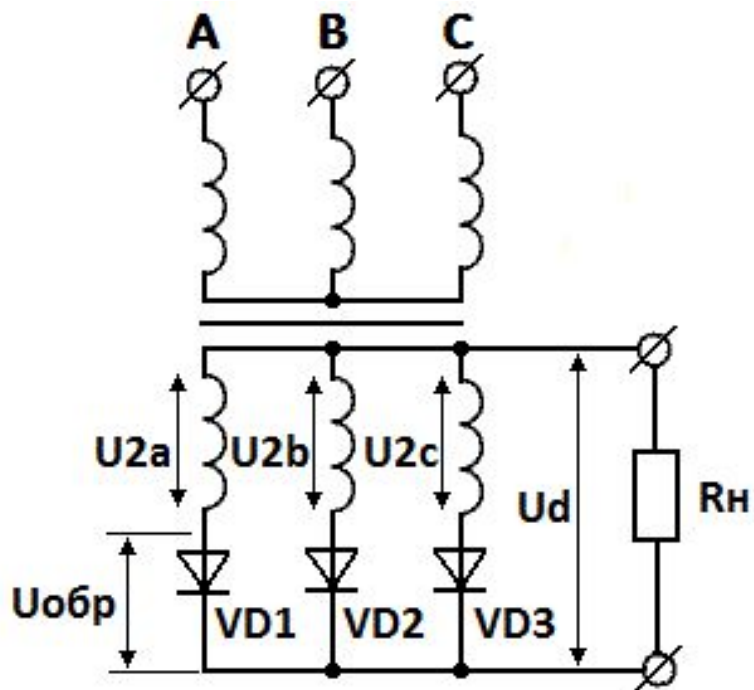
$$U_{\text{обр. макс}} = \sqrt{2} U_{\text{вх}} = \pi * U_{\text{ср}}$$

$$I_{\text{д. ср}} = \frac{I_{\text{ср}}}{2}$$

$$I_{\text{д. макс}} = \frac{\sqrt{2} U_{\text{вх}}}{R_{\text{H}}} = \frac{\pi}{2} * I_{\text{ср}}$$

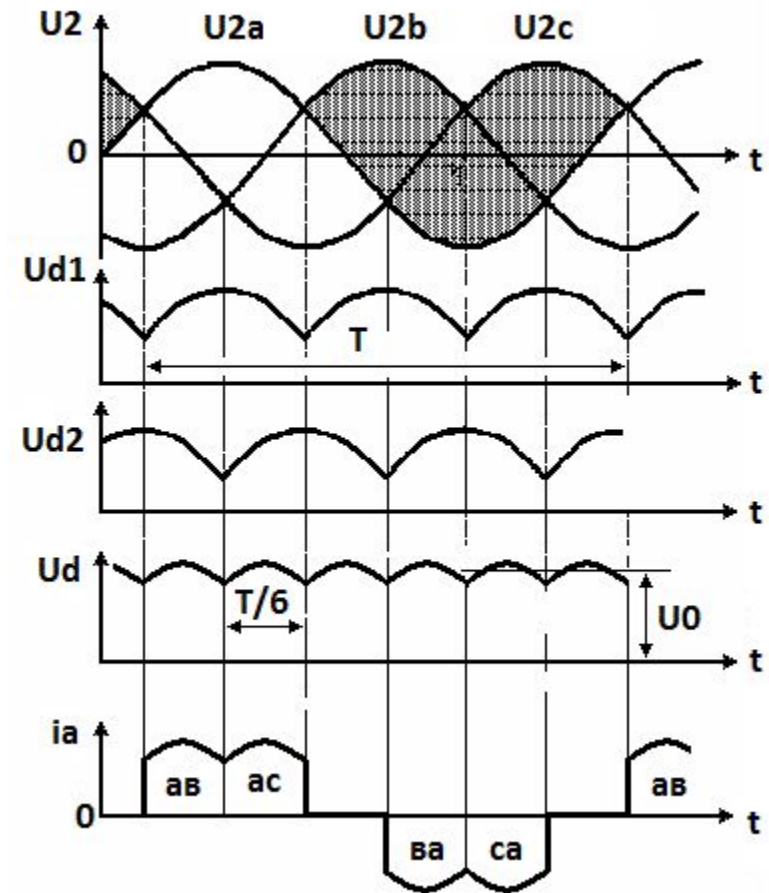
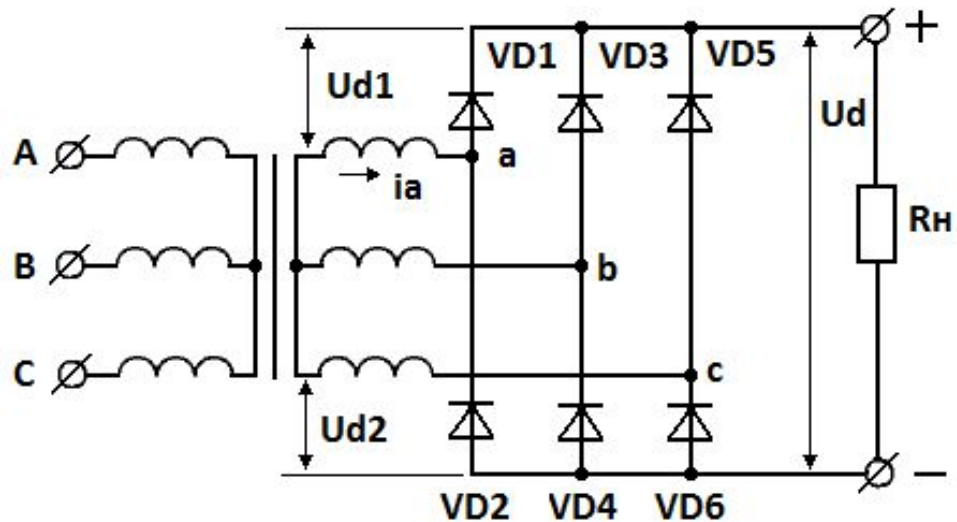
Трехфазные выпрямители

Трехфазные выпрямители позволяют получать большие величины постоянных токов с малыми уровнями пульсаций выходного напряжения, что сказывается на снижении требований к характеристикам сглаживающего выходного фильтра.



В однотактной схеме к выводам вторичных обмоток трехфазного трансформатора подключены всего три выпрямительных диода. Нагрузка присоединена к цепи между общей точкой, в которой сходятся катоды диодов, и общим выводом трех вторичных обмоток трансформатора.

Поэтому в некоторых случаях больше подходит схема трехфазного двухтактного выпрямителя. Принципиальная его схема приведена на рисунке ниже. Как мы уже отмечали, требования к фильтру снижаются, вы сможете увидеть это по диаграммам. Данная схема известна как трехфазный мостовой выпрямитель Ларионова:



Мостовое включение можно рассмотреть как объединение двух однократных трехфазных схем с нулевой точкой, причем диоды 1, 3 и 5 — это катодная группа диодов, а диоды 2, 4 и 6 — анодная группа. Два трансформатора будто бы объединены в один. В каждый момент прохождения тока через диоды - в процессе участвуют одновременно два диода — по одному из каждой группы.

Открывается катодный диод, к которому приложен более высокий потенциал относительно анодов противоположной группы диодов, и в анодной группе открывается именно тот из диодов, потенциал к которому приложен более низкий по отношению к катодам диодов катодной группы.

Переход рабочих промежутков времени между диодами происходит в моменты естественной коммутации, диоды работают по порядку. В итоге потенциал общих катодов и общих анодов может быть измерен по верхней и нижней огибающим графиков фазных напряжений (см. диаграммы).

Мгновенные значения выпрямленных напряжений равны разности потенциалов катодной и анодной групп диодов, то есть сумме ординат на диаграмме между огибающими. Выпрямленный ток вторичных обмоток показан на диаграмме для активной нагрузки.