

Электропитание систем связи

Лекция 2 часть 2

Нетикова Л.И.

# Выпрямители

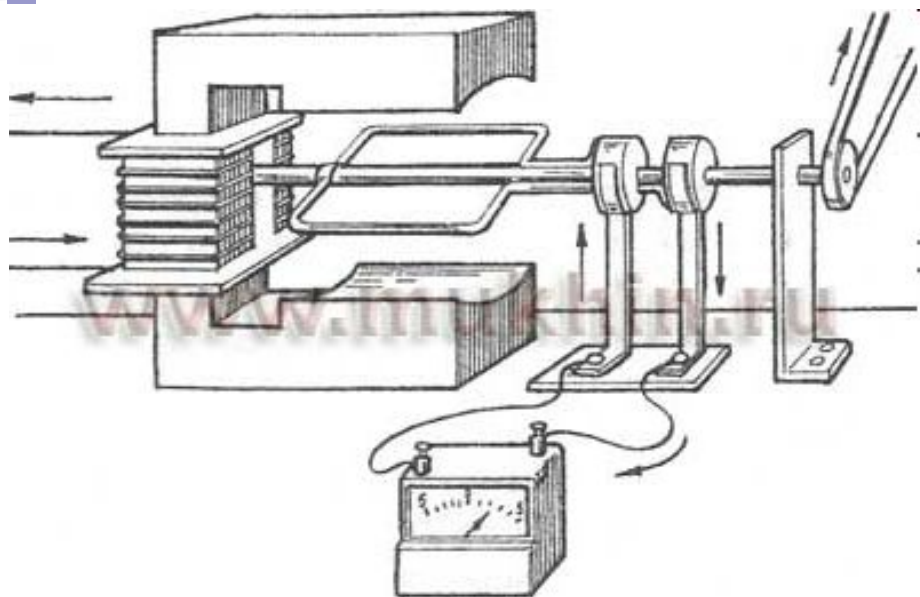


## Тема: **Выпрямители**

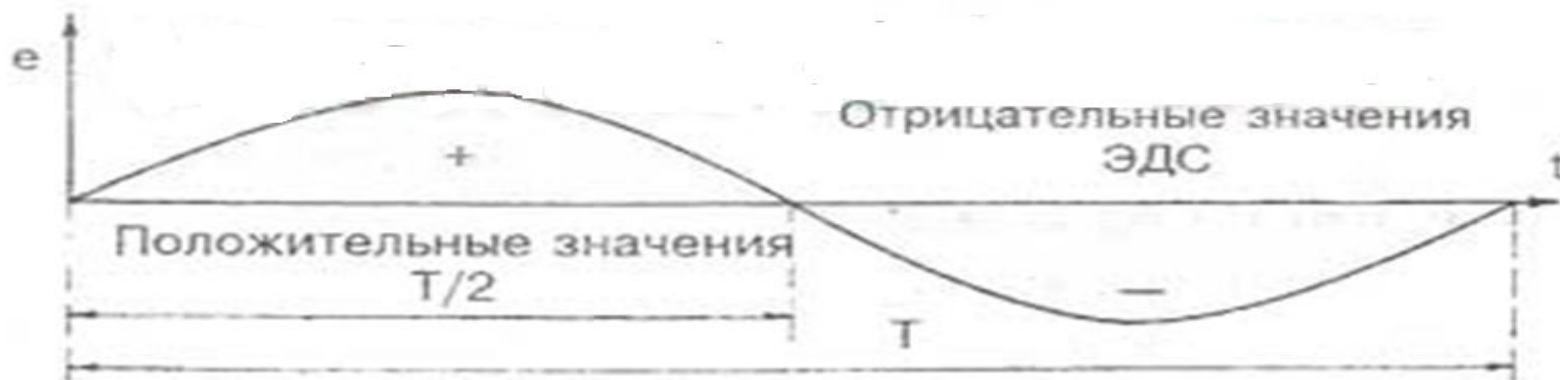
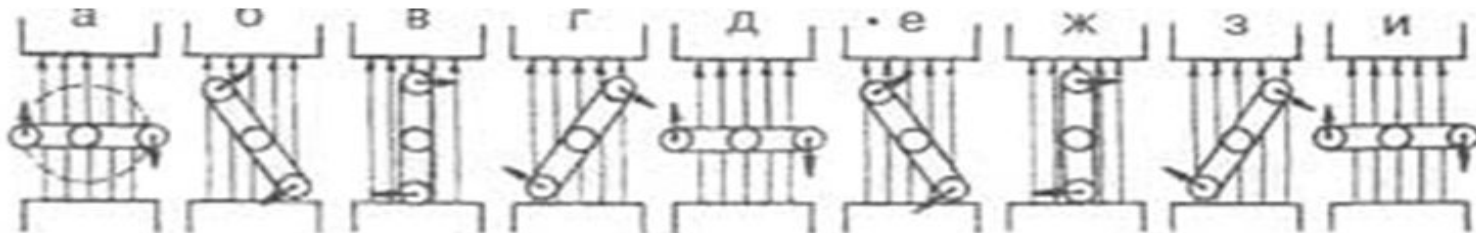
**Цель лекции** – изучить основные схемы выпрямителей, применяемые для источников электрического питания (ИЭП) устройств электросвязи

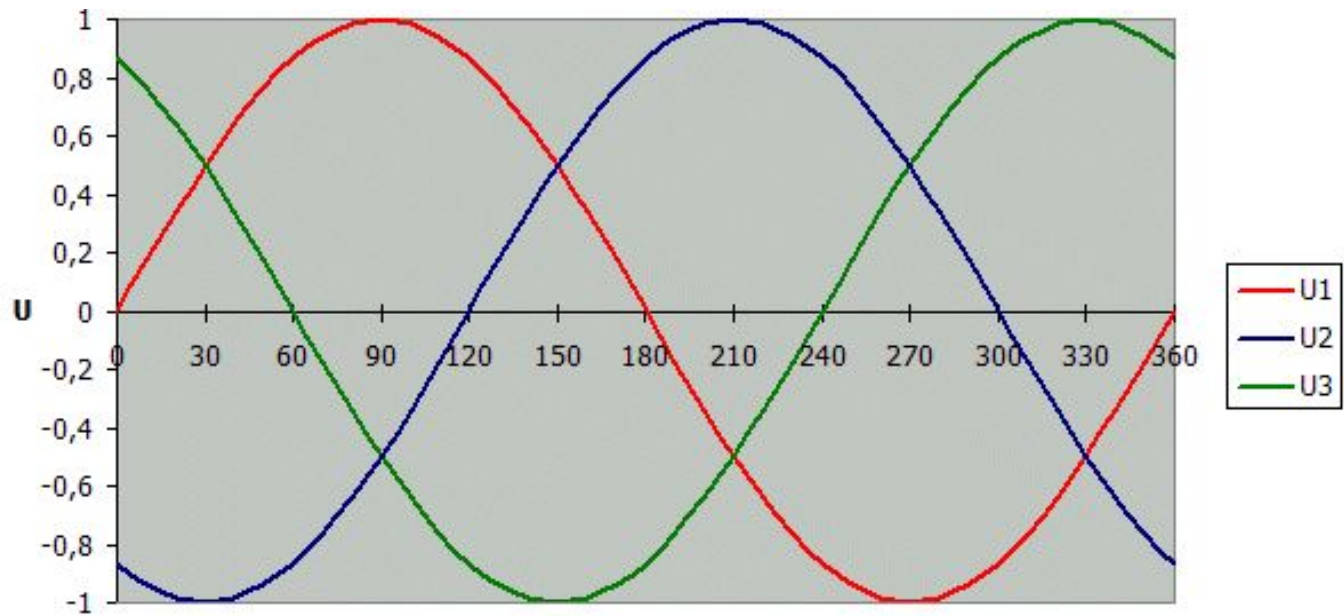
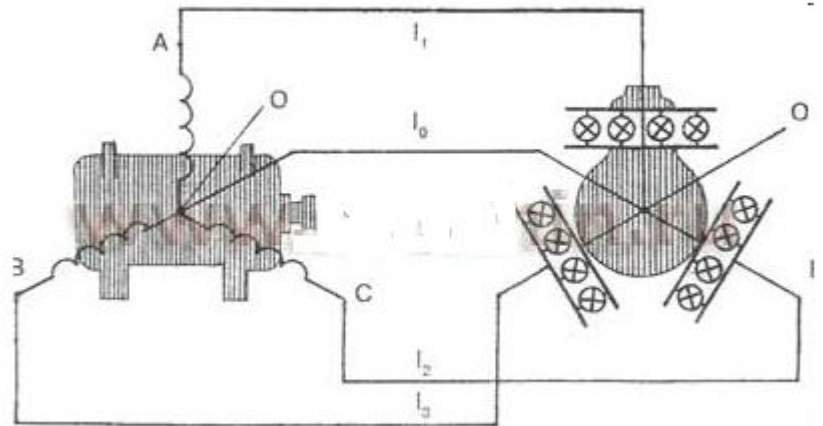
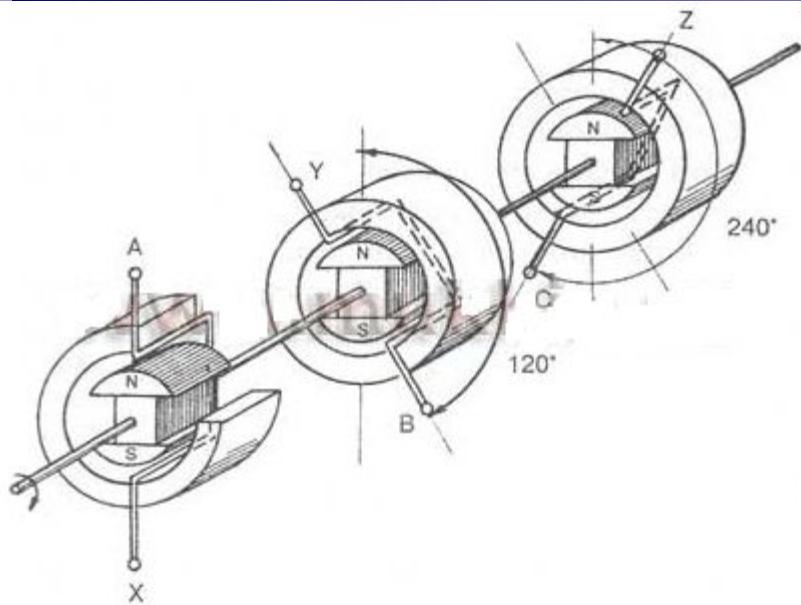
### **Содержание:**

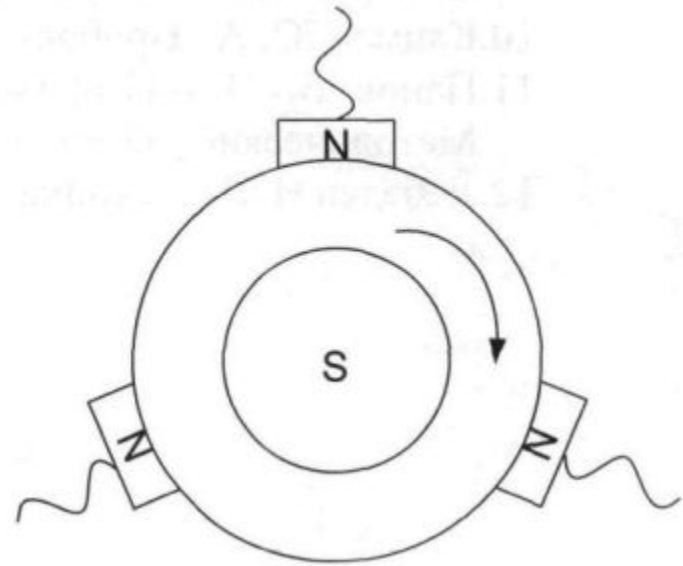
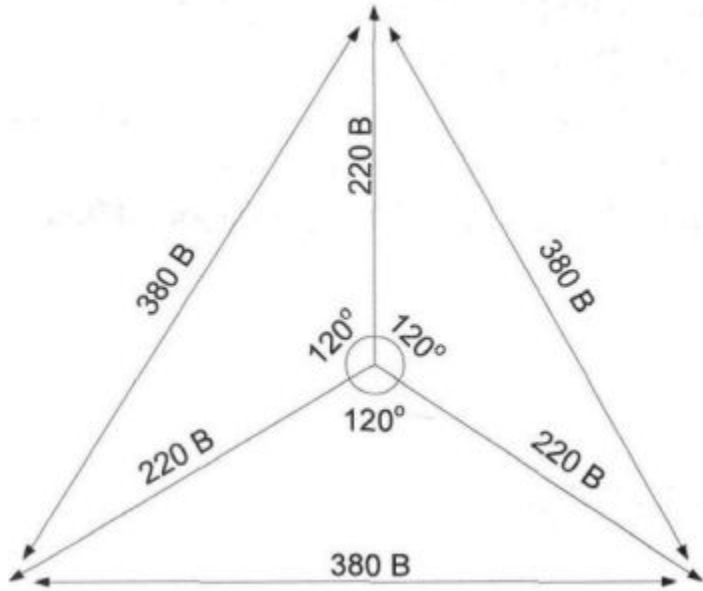
- Трёхфазный выпрямитель по схеме Миткевича
- Трёхфазный выпрямитель по схеме Ларионова
- Выпрямитель по схеме Скотта
- Эксплуатационные свойства выпрямителей



Простейшая установка для выработки переменного электрического тока

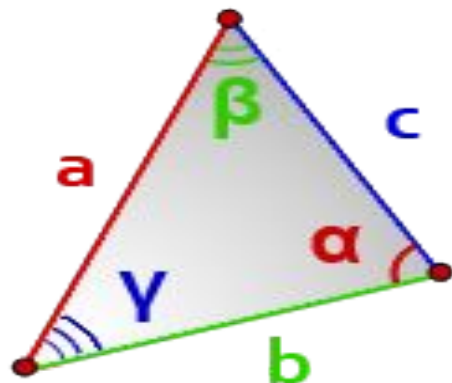






## Как найти неизвестную сторону треугольника

Вычислить длину стороны треугольника: по стороне и двум углам или по двум сторонам и углу.



$a, b, c$  - стороны произвольного реугольника  
 $\alpha, \beta, \gamma$  - противоположные углы

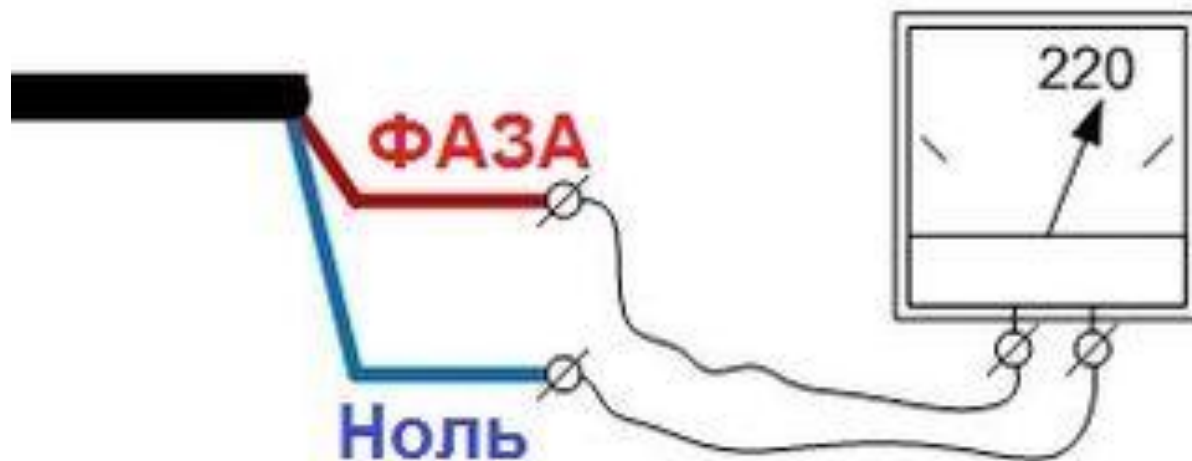
$$a = \sqrt{b^2 + c^2 - 2bc \cdot \cos\alpha}$$

\***Внимательно**, при подстановке в формулу, для тупого угла ( $\alpha > 90$ ),  $\cos\alpha$ , принимает отрицательное значение

## Вольт, Ампер и Ватты

**Напряжение**- это физическая величина, характеризующая величину отношения работы электрического поля в процессе переноса заряда из одной точки А в другую точку В к величине этого самого заряда. Проще говоря это разность потенциалов между двумя точками. Измеряется в Вольтах. Напряжение схоже по сути с величиной давления воды в трубе, чем оно выше тем быстрее вода течет из крана.

**Величина стандартизированная и одинаковая для всех квартир, домов и гаражей** равная 220 Вольт при однофазном электроснабжении.



А для **трехфазного подключения** (изредка подключаются гаражи или отдельные большие частные дома)- она равна 380 Вольтам между тремя разноименными фазами, но между каждой отдельной фазой и нулем она опять будет равна 220 Вольтам. **Допускается по ГОСТ 10 процентное отклонение** для домашней электросети. Величина напряжения должна быть не менее 198 и не более 242 Вольт.

**Сила тока**- это физическая величина, равная отношению количества заряда за определенный промежуток времени протекающего через проводник к величине этого самого промежутка времени. Измеряется в Амперах.

Проще говоря, это **количественный показатель потребляемой электроэнергии** вашим каждым электроприбором в отдельности или всей квартиры в целом!





**Силу тока приблизительно можно сравнить с потоком воды из крана, чем больше Мы его открываем, тем больше воды выливается за единицу времени или наоборот.**

**Напряжение (U), ток (I) и сопротивление (R) участка цепи тесно взаимосвязаны и пропорциональны между собой по закону ОМА:**

$$I = U/R.$$

Он звучит следующим образом: сила тока в участке цепи обратно пропорциональна сопротивлению участка цепи и прямо пропорциональна его напряжению на концах.

Напряжение всегда равно 220 В в квартире и доме или 380 В в трехфазной сети. Переменными (изменяющимися ) будут две величины Сила тока и сопротивление, которые тесно напрямую взаимосвязаны, во сколько раз уменьшается сопротивление участка цепи - во столько раз увеличивается ток в этом же участке цепи. Сопротивление участка цепи измеряется в Омах и практически не применяется для описания характеристик электросети дома. Вместо него используется **потребляемая мощность**, которая зависит от подключенной нагрузки или мощности потребителей электрической энергии.

**Мощность вычисляется** путем умножения величины напряжения на потребляемый ток электроприбором. Иными словами, ее можно сравнить с количеством воды в литрах, которое выльется из крана. Измеряется в Ваттах. А Ватт (Киловатт= 1000 Ватт)/часах ведется учет электроэнергии. Так если в течении часа будет работать телевизор мощностью 50 Ватт, то его потребление составит 50 Ватт/час, а за 2 часа соответственно- 100 Ватт/час или 0.1 кВт\ч.

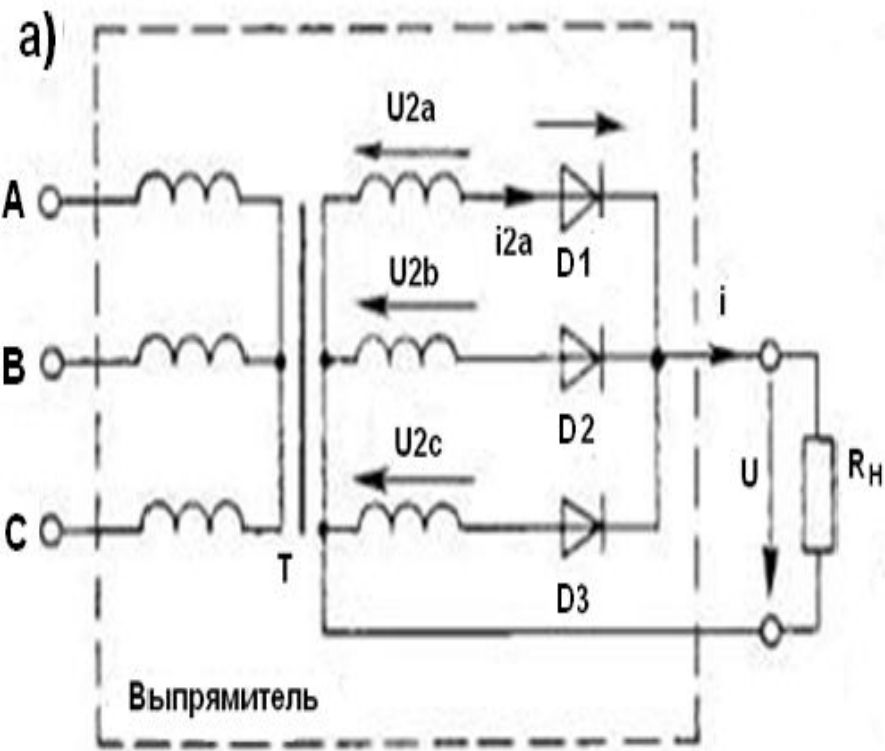
**Пример расчета** потребляемой мощности- стиральная машина потребляет из розетки 220 Вольт силу тока величиной 10 А,  $10 \text{ А} * 220 \text{ В} = 2200 \text{ Вт}$  или 2.2 Киловатта, т. к. один Киловатт равен 1000 Ватт.



### Измерение величин тока и напряжения.

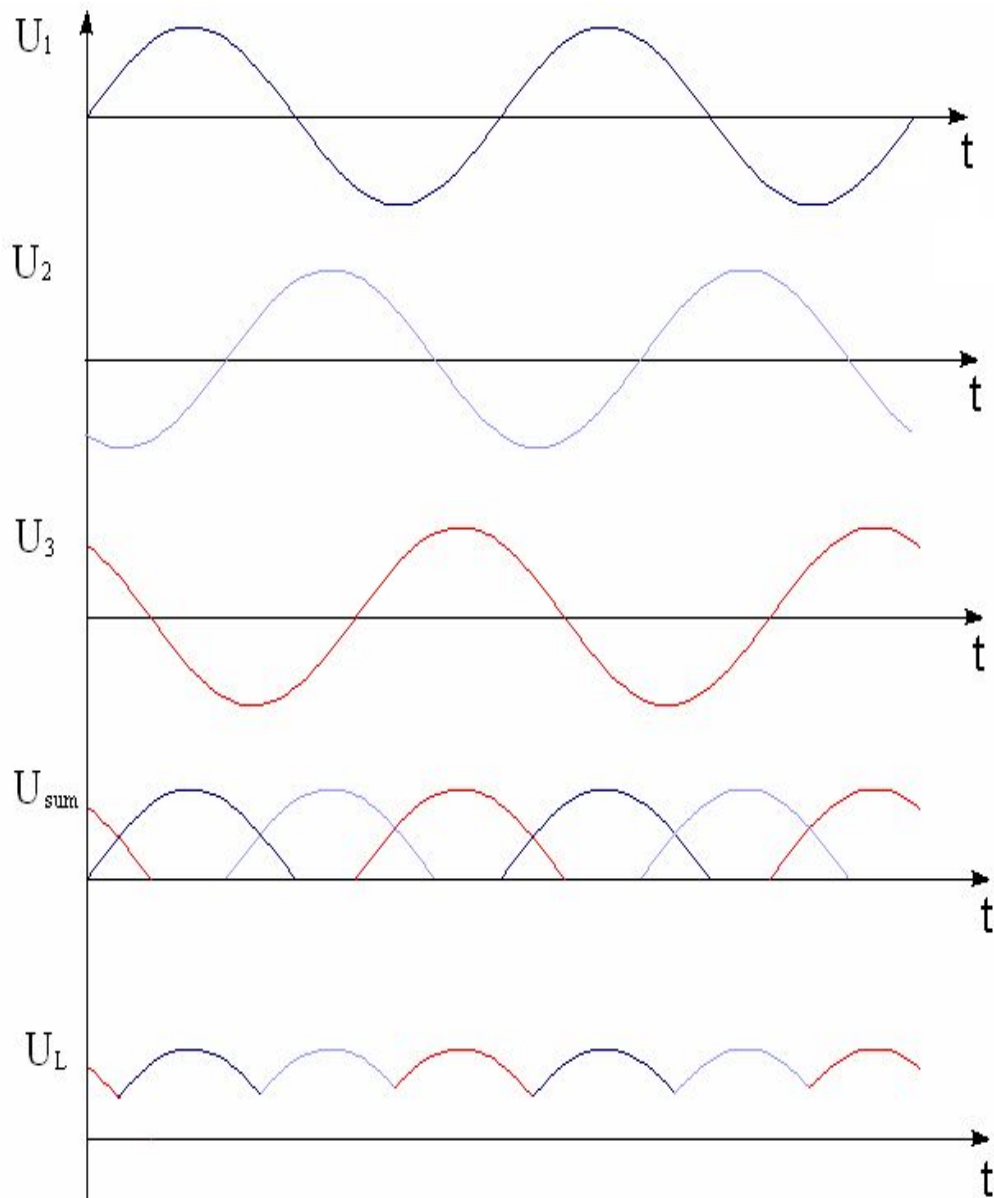
Для того что бы **измерить напряжение** необходимо мультиметр переключить в режим измерения переменного напряжения, при этом установите верхний предел как можно выше. А затем коснуться измерительными щупами ноля и фазы в розетке или клемнике и на экране Вы увидите величину напряжения.

**Ток измерять** тяжелее, для его измерения необходимо переключить в режим измерения тока в Амперах и подключиться так, что бы ток проходил через электроизмерительный прибор, как показано выше на рисунке мультиметр необходимо подключить последовательно с источником энергопотребления. Здесь два важных момента: заводить только один фазный провод и следить за тем, что бы плотно смыкались электроизмерительные щупы.

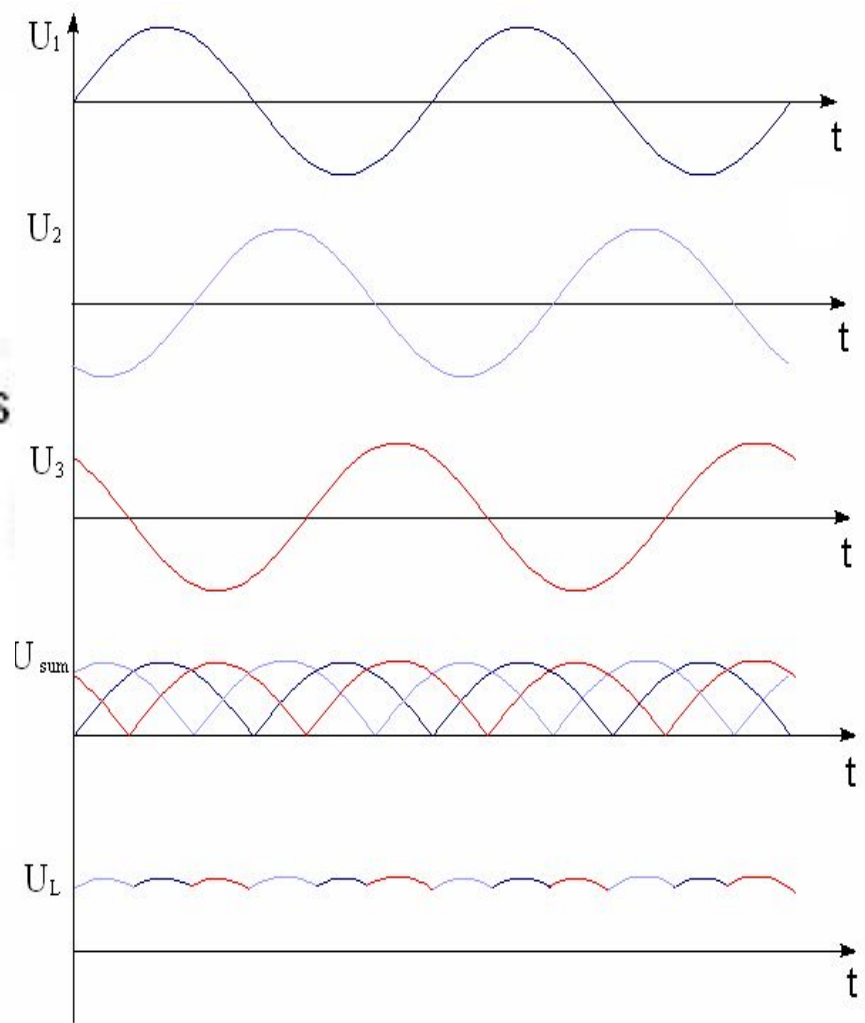
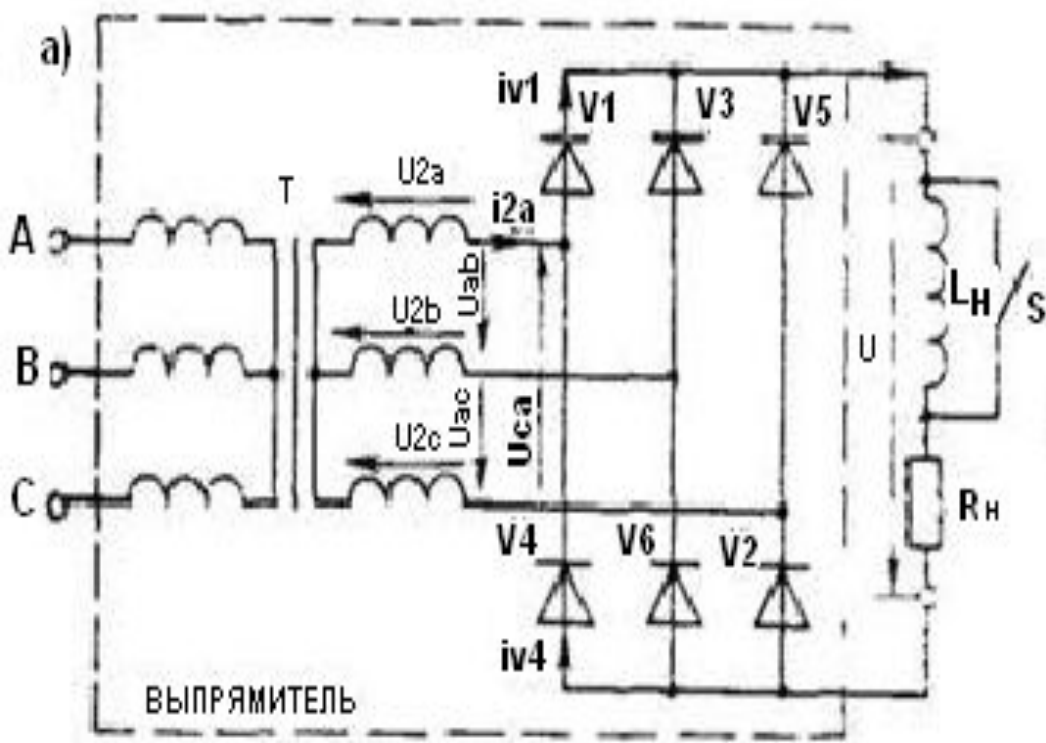


Трёхфазный  
выпрямитель по  
схеме Миткевича

$$m_2 = p \cdot q = 3 \cdot 1 = 3$$



$$f_n = m_2 \cdot f_c = 3 \cdot 50 = 150 \text{ Hz}$$

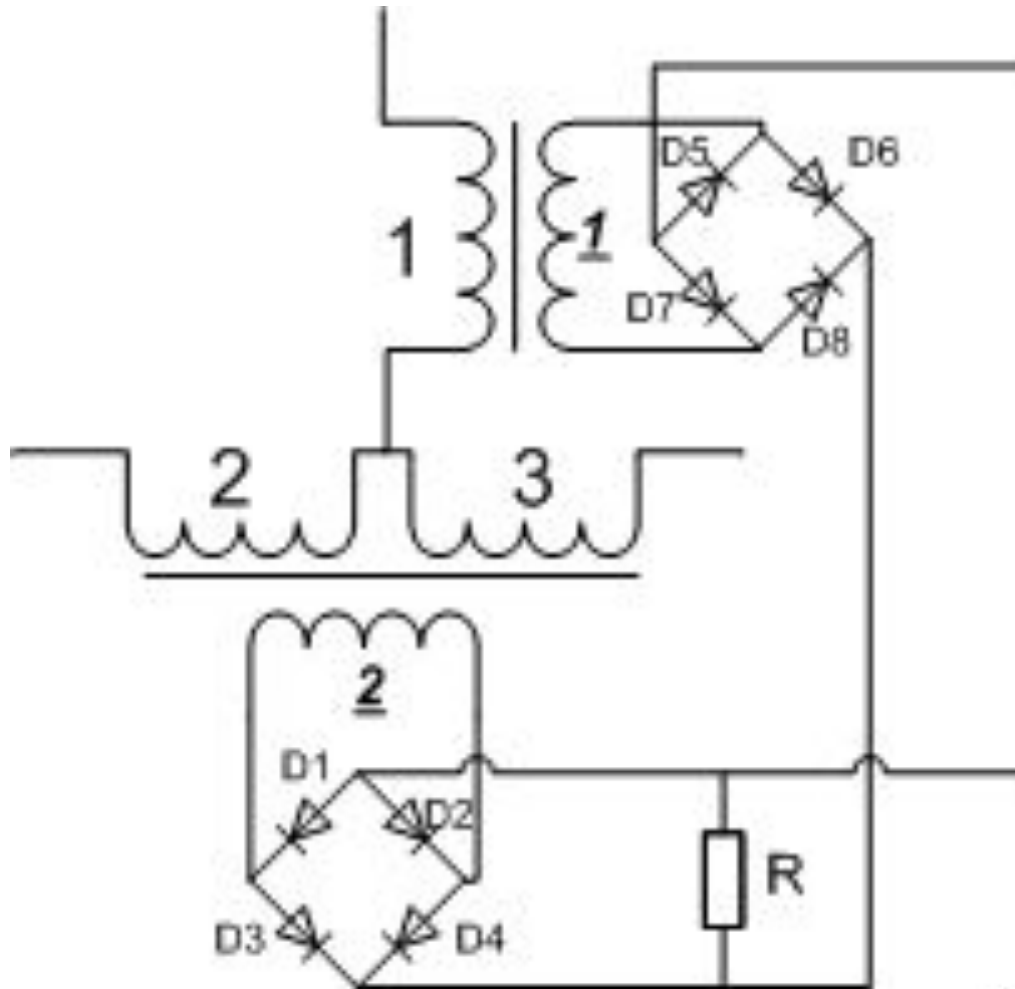


Трёхфазный  
выпрямитель по  
схеме Ларионова

$$m_2 = p \cdot q = 3 \cdot 2 = 6$$

$$f_n = m_2 \cdot f_c = 6 \cdot 50 = 300 \text{ Hz}$$

# Выпрямитель по схеме Скотта



$$m_2 = p \cdot q = 2 \cdot 2 = 4$$

$$f_n = f_c \cdot m_2 = 50 \cdot 4 = 200 \text{ Гц}$$

## Достоинства и недостатки схем выпрямителей

**Схема Миткевича.** Достоинства: низкий уровень пульсаций выпрямленного напряжения.

Недостатки: Так же как и в однофазной однополупериодной схеме выпрямления низкий КПД, нерациональное использование трансформатора. Данный выпрямитель неприменим для обычной однофазной сети.

**Схема Ларионова.** Достоинства: имеет настолько низкий уровень пульсаций, что позволяет работать почти без сглаживающего конденсатора или с небольшой его емкостью.

Недостатки: Увеличенное количество вентиляей. Выпрямитель также не может быть применен для работы в однофазной бытовой сети.

Существенное достоинство **схемы Скотта** состоит в том, что при симметричной двухфазной нагрузке обеспечивается симметричная нагрузка трёхфазной питающей сети.

## Подмагничивание сердечника силового трансформатора

Подмагничивание происходит ПОСТОЯННОЙ составляющей во вторичной обмотке, т.е к переменному току добавляют (а в случае с первичной обмоткой вычитают) постоянный ток.

Принцип трансформации основан на переменном магнитном поле, сцепленном с витками катушки. Сердечник трансформатора - металл ферромагнетик служит проводником магнитного потока. Все ферромагнетики имеют доменную структуру, домен - маленький "магнитик" в составе кристаллической решетки металла. Домен имеет южный и северный магнитные полюса и выстраивается в металле по внешнему магнитному полю.

В переменном магнитном потоке (симметричном, синусоидальном) домены вращаются с частотой тока в намагничивающей обмотке, грубо говоря сначала все разворачиваются "на юг" (при положительно полуволне в обмотке), а потом "на север" (при отрицательной полуволне).

При появлении постоянной составляющей, домены перестают до конца поворачиваться на север (или на юг в зависимости от знака тока). Получается, что амплитуда колебаний магнитного потока падает (домены вращаются не на 180 градусов, а на меньший угол), трансформатор входит в насыщение.



ЭДС генерируемая во вторичной обмотке:  $E = 4,44Fw\Phi$ ,  
где  $F$  - частота в Гц,  $w$  - число витков в катушке вторичной обмотки, а  $\Phi$  - магнитный поток в сердечнике.

Т.е. при снижении потока падает и ЭДС, а для обеспечения повышенного потока следует увеличить ток в намагничивающей обмотке.

В схемах выпрямления с чётным значением коэффициента фазности  $m_2$  отсутствует подмагничивание сердечника силового трансформатора, так как в фазных обмотках выпрямленные токи текут в противоположных направлениях.

**Выбор схемы выпрямителя** зависит от ряда факторов, которые должны учитываться в зависимости от требований, предъявляемых к выпрямительному устройству. К ним относятся:

- величины выпрямленного напряжения и мощности;
- частота и величина пульсации выпрямленного напряжения;
- число диодов и величина обратного напряжения на них;
- коэффициент полезного действия (к.п.д.);
- коэффициент мощности и другие энергетические показатели.

**(Коэффициент мощности (Power Factor)** – комплексный показатель, характеризующий потери энергии в электросети, обусловленные фазовыми и нелинейными искажениями тока и напряжения в нагрузке, численно равный отношению активной **мощности**  $P$  нагрузки к её полной **мощности**  $S$ .)

# Эксплуатационные свойства выпрямителей характеризуют следующие основные величины:

Среднее значение выпрямленного напряжения и тока ( $U_0, I_0$ ).

Коэффициент полезного действия (кпд).

Коэффициент пульсаций  $\rho$ , определяемый отношением амплитуды первой гармоники  $U_{m1}$  выпрямленного напряжения к величине его средней составляющей  $U_0$

$$\rho = U_{m1} / U_0 .$$

Внешняя характеристика - зависимость выходного (выпрямленного) напряжения от величины потребляемого нагрузкой тока  $U_0=f(I_n)$ .

Регулировочная характеристика – зависимость выпрямленного напряжения от угла управления (времени включения) вентилей.

## Выводы

- С увеличением фазности схемы ВИЭП с активной нагрузкой возрастает постоянная составляющая напряжения и частота пульсаций.
- В источниках питания для устройств электросвязи фазность схемы выпрямителя не должна превышать 6, т.к. при  $m_2 = 6$  частота пульсаций равна 0,3к Гц (канал тональной частоты расположен в полосе 0,3 — 3,4 кГц).

## Контрольные вопросы

1. Схемы выпрямителей.
2. Число фаз и тактов схемы ВИЭП. Расчетный коэффициент  $m_2$  – фазность схемы.
3. Достоинства и недостатки схем выпрямителей.
4. Почему не используются схемы выпрямления с  $m_2 > 6$ ?