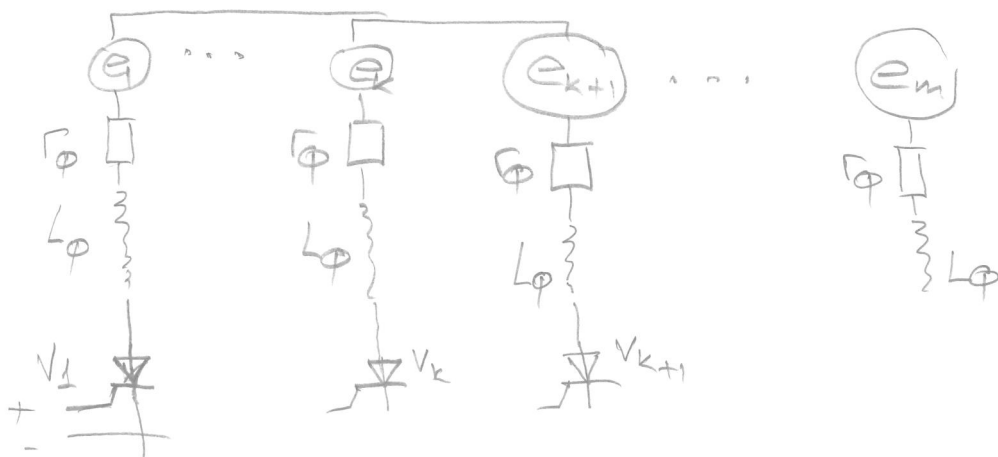


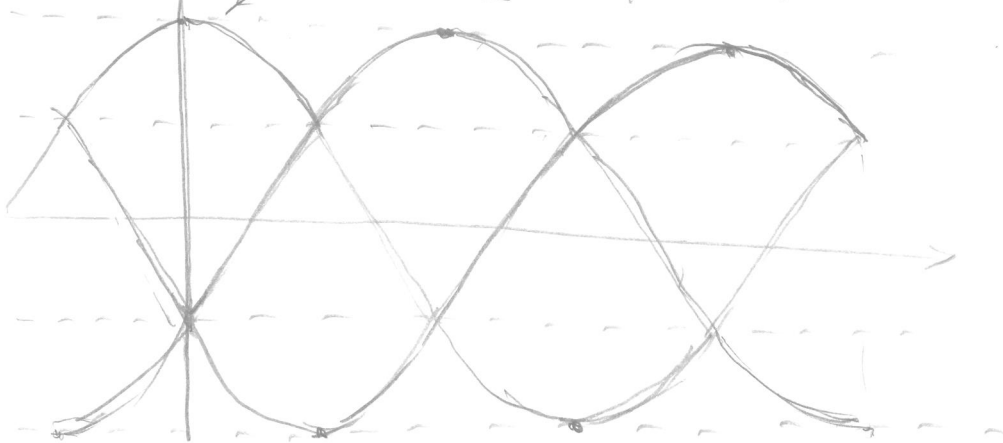
м фаз

по ГОСТу



Эта точка сдвинута на угол  $\alpha$  относительно точки  $e_k = \sqrt{2}E$

$\omega t$   
угловая единица точки

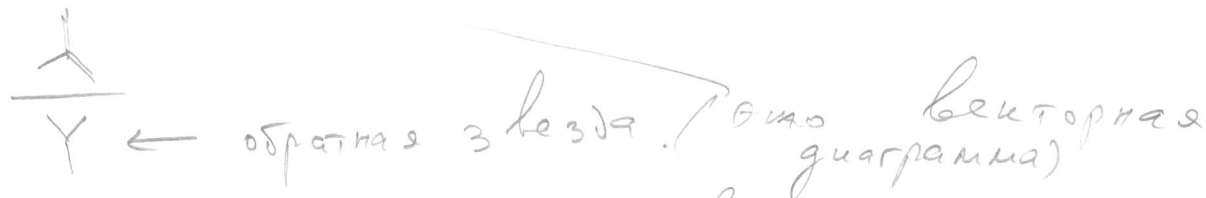
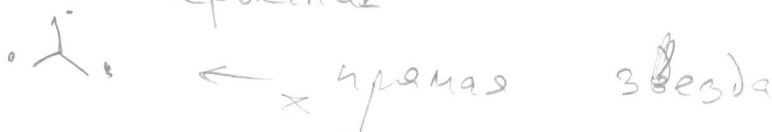


$\frac{1}{50}$  сек - период

1 msec =  $18^\circ$

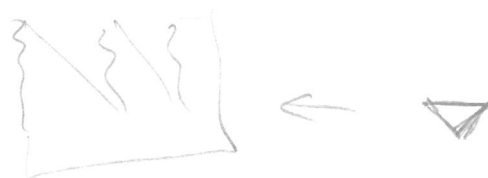
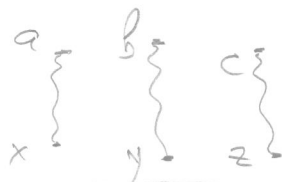
Обмотки 3х фазных трансформаторов могут быть включены в звезду

все одноименные точки  $\{ \bullet \}$  - соединены (или началом или концами в одну точку)  
звезда может быть прямой или обратной




Другой способ  $\Delta$

Треугольник тоже прямой и обратный



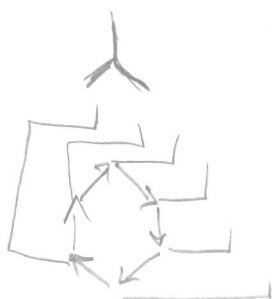
\* изображение звезды как векторную диаграмму


 ← Зигзаг → результирующий будет  
 сдвинут по дуге относительно  
 равноплечий зигзаг, неравноплечий зигзаг  
 зигзаги бывают тоже обратными.



30° - равноплечий зигзаг  
если неравноплечий

Э соединение обмоток по схеме в-угольника



Δ Треугольник - прямой и обратный

Звезда или треугольник энергетически  
эквивалентны.

Никакими силами не определить  $\lambda$   $\Delta$



- Тот же никакими силами  
не определить



← 6-лучная звезда.

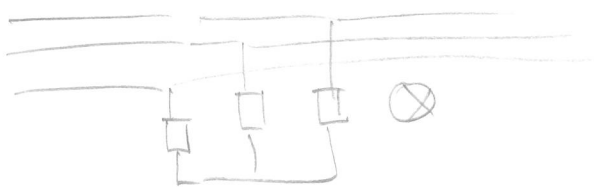
Бли 45 проводов - 0й, но оборвался

6кв - (это фазное или линейное)

380 - по между фазному между фазное

терминология - называют по большему.

"0" - может быть физический, а м.б. искусственный



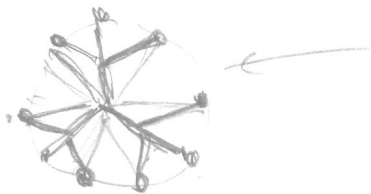
это искусственный "0"

6 зайчиков, пальчиков, чего хотите.



— " — " — "

Как подключить 9 фаз

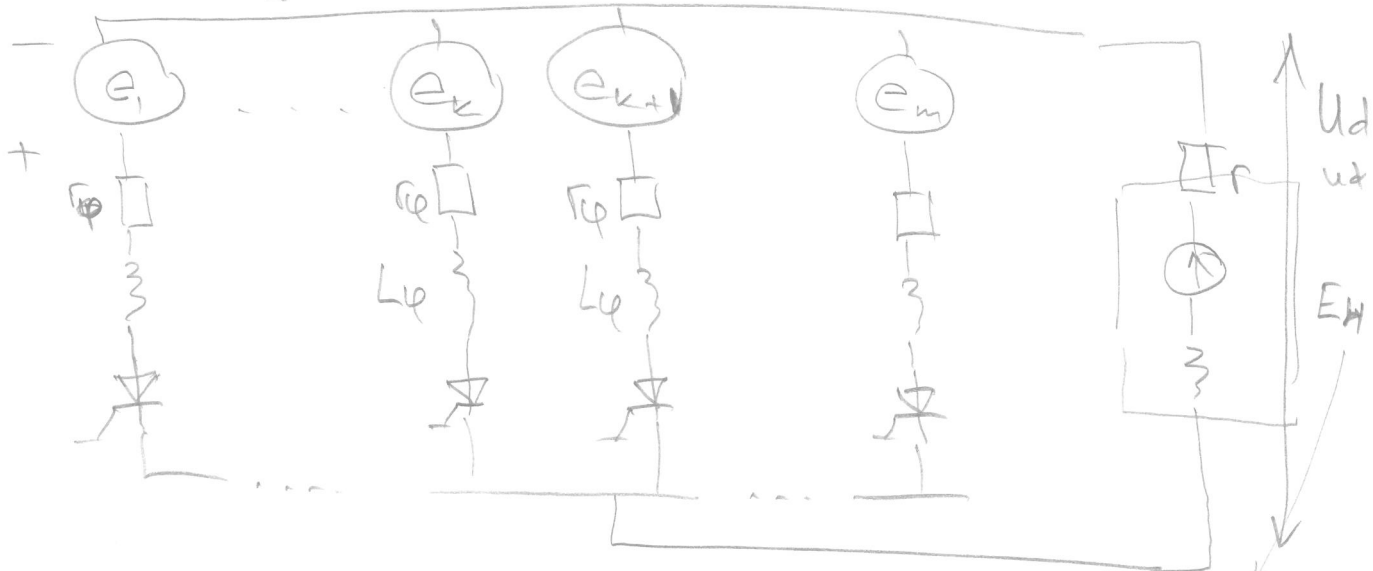


это и есть эквивалентное ЭДС →

4-фазы - несимметричные ЭДС.

$r_f$  - эквивалентное фазное - это  
сопротивление к.з.!

Учитывающие индуктивность рассеяния  
первичной и вторичной



может быть встречно  
или согласно с  
напряжением.

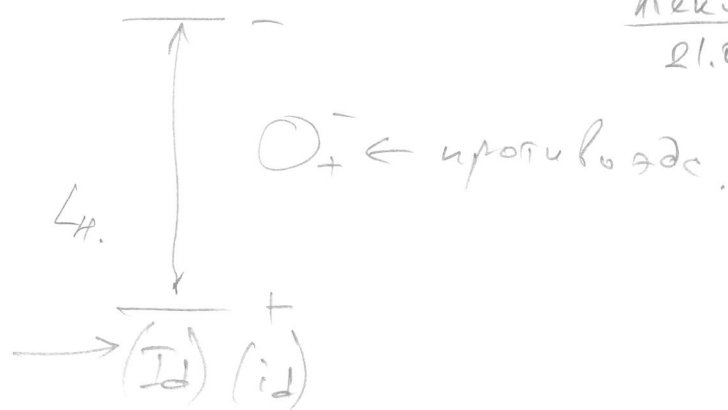
какая полярность  
положительная

$+ \textcircled{e}$  - положительная, согласная с током

и называют ее  
противо ЭДС

на нагрузке.

Если среднее то  $U_d$  если на осциллографе  
 $u_d$



Пульсирующий постоянный ток - это  
идеальный ток.

Уменьшать пульсации. В основном при-  
меняются индуктивные фильтры.  
Хотя индуктивность в обмотке мотора.  
М.б. она достаточно  
переменная составляющая может быть мала.



она может находиться, со стальном  
мощно  $\frac{\Psi}{I}$ , а большой поток, когда есть  
L фильтра.

$$R_d = (R_H + R_\Phi)$$

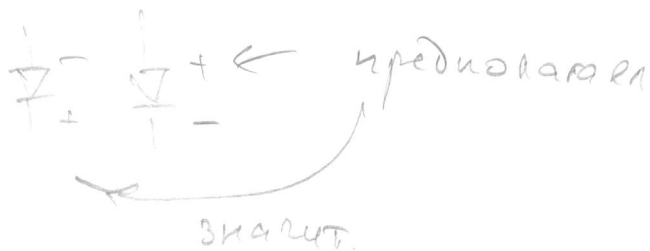
$$L_d = (L_H + L_\Phi)$$

Получения

в самой сети одинаково, симметрично

Лекция 3  
21.02.

← доказываем.



Если пренебречь сопротивлениями  $L\phi, G\phi$   
то должен закрыться вентиль.

нулевая с одной фазой  
однофазная однополупериодная

сеть при  $m$  проводах.



← как считать  $x$  пока  
не говорим.

$m=1$

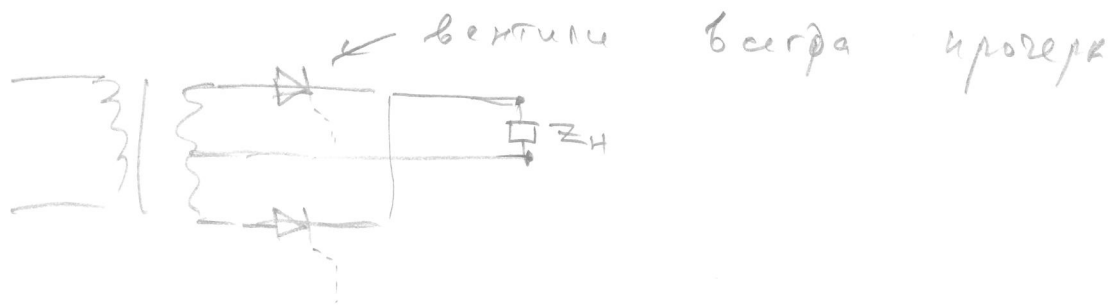
У нее нет ни предыдущего ни последующего

Фильтрация здесь не возможна,

нет постоянной ЭДС, нет постоянного

тока.

Обязательно будет исчерпан ресурс  
Положительная Большая отрицательная



Лекция 3 8  
21.02.

Схема вообще говоря двухфазная.

Одноразная двухполупериодная

$m' = 2$ ! эквивалентное равно 2.

Несимметричная двухфазная система  
Симметричная, когда модули одинаковы

Симметричных не одна, а 3

"0-я", "прямая", "обратная"

У 5-фазных, 5 штук.

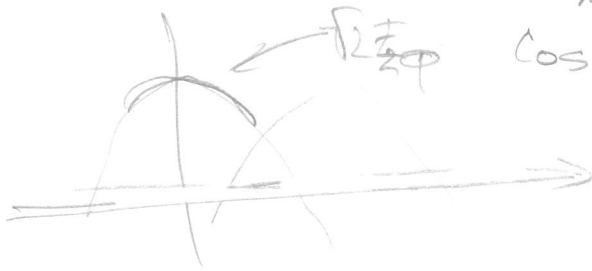
Симметричная фазная система это  
такая, || модули между  
- составляющих - одинаковы и  
углы между составляющими одинаковы.

$\frac{2\pi}{m}$  - "прямая" симметрия

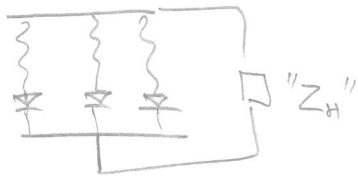
$-\frac{2\pi}{m}$  - "обратная"



2 вектора: угол между ними  $180^\circ$



идеальное использование  
мощности трансформатора




Трёхфазная "0/3"


ЭДЭ. — хотя бы на части периода сохра-  
няется напряжение, то это еще

работники 2 курят в коридоре. производительность  
используется на  $\frac{1}{3}$

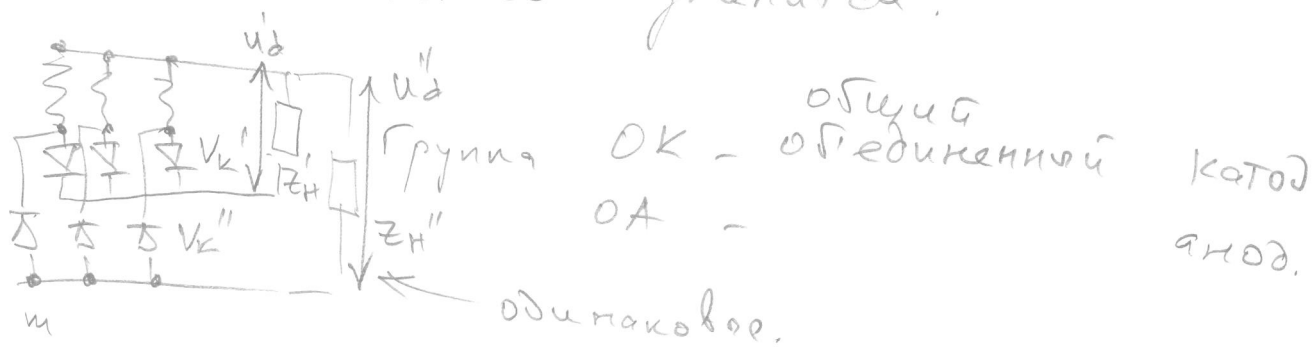
Если включил активную нагрузку, то  
получил бы  $P_{\text{акт}}$

$\sim \frac{1}{3}$  там среднеквадратичное, а

Если все ветви вывернем — 10  
 на нагрузке количественно не изменится  
 перевернуть   
 изменится полярность

  
 Жидкий ртутный катод  
 так и здесь.

Для сети немного изменится.

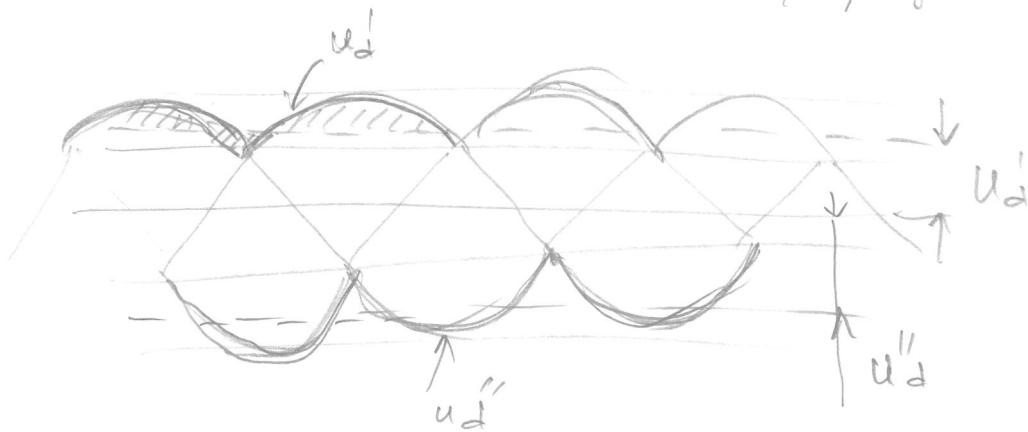


ТОЭ, теоретическая  
 Силовая электроника - практическая  
 будем требовать красивое оформление  
 отчета

Продукция - это техническая документация

по величине одинаковые, фазы -

Лекция 3 19



Возьмем допущение, что  $L\phi$  большая,  
а пульсации маленькие, но направление  
не меняется

постоянное  $U/R = i_{\text{ток}}$ .

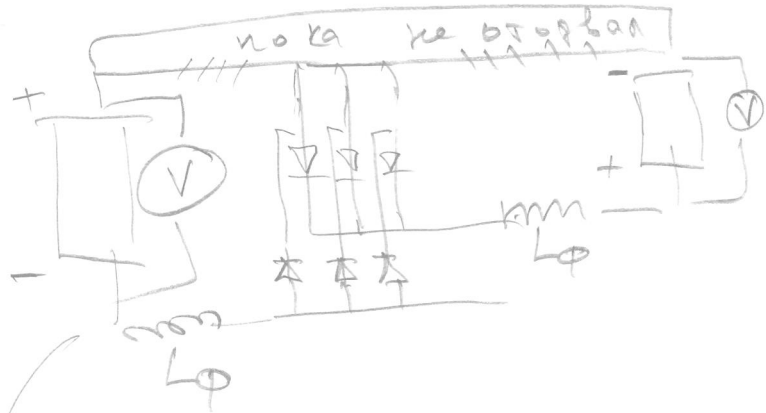
в нагрузке сумма  $U_{\text{пост}} + U_{\text{перем}}$ .

$$A \text{ в } u_d' = u_d''$$

значит токи будут одинаковые.

Токи одинаковые, но я оторвал  
сильно, втекаем, столько вытекает.

при условии, что переменная пульсация  
равна, пульсации равно по сдвигу  
по фазе.



Допущение, что нет переменной составляющей

последнее введем 2х нагрузок. включаем одну.

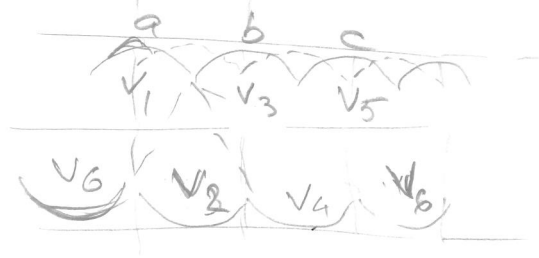
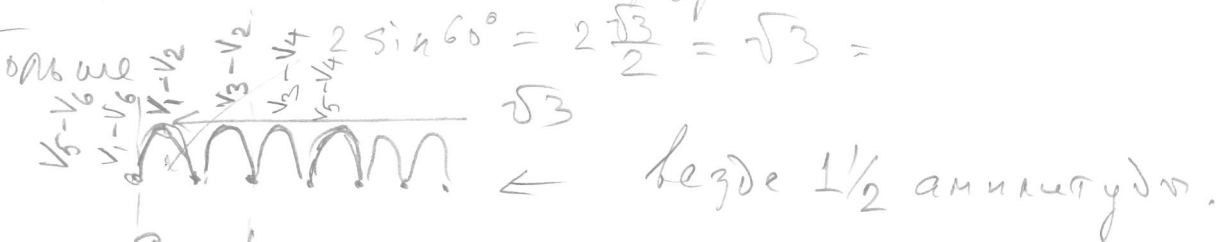
Мостовая схема представляет собой последовательное соединение 2х нулевых схем, одна из них с ОК, другая с ОА. Но т.к. нет соединения с "0" схемой Трансформатора, то и у трансформатора "0" не нужен, но м. быть и "Δ"

Она схема выпрямления предполагает что все обмотки трансформатора соединены в "м" (4) фазную звезду с введенным нулем. и все внешние в 1 одноименные концы объединены

А нагрузка включена между

При этом на нагрузку напряжение

больше  $2 \sin 60^\circ = 2 \frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3} =$

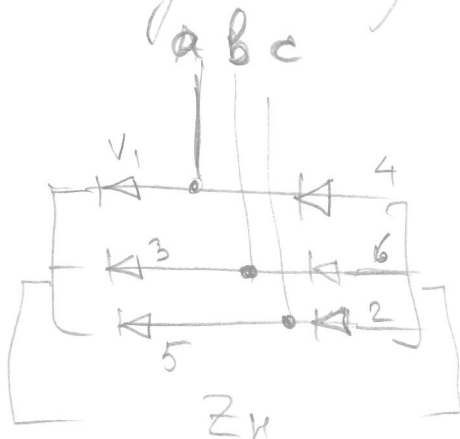


↑ добавить с обратным знаком

3х-пульсная кривая, некрасивая, но правильная.

3х фазная "0" - 3 пульса.

3х фазная мостовая - 6 пульсов  
Амплитуда пульсаций уменьшилась



нумерована по ГОСТ

- ГОСТ требует нумеровать столбцами.

Нумеруем последовательно

вентили проводят

$V_5-V_6, V_1-V_6, V_1-V_2, V_3-V_2, V_3-V_4, V_5-V_4$

Это запомнить.

Уменьшилась амплитуда  $\Rightarrow$  Увеличилось

условие пульсации

ампл  $\downarrow \Rightarrow L \downarrow$

$\omega \uparrow \Rightarrow L \downarrow$

Размах - 0,5

Сумма 2х синусов тоже синус

Размах 0,13  $\pi$

При той же индуктивности

3х фазная схема самая распространенная  
схема возбуждения

Достоинства: в 2 раза возрастает

частота пульсации

примерно в 2 раза уменьшаются пульсации.  
поэтому  
при  $\alpha = 0$  ..

при  $\alpha \neq 0$  другая форма.

примерно в 2 раза возрастает продолжительность тока вентильных обмоток

вентили работают  $\frac{1}{6}$ , обмотки  $\frac{1}{3}$

Ток течет по 2м обмоткам  $\uparrow$  в 2 раза

по среднеквадратичном.

При том же токовом напряжении  
в 2 раза уменьшается  $\Phi$  прикладываемое к  
вентилям

3) К вентилю прикладывается междупазное  
линейное напряжение.

В худшем случае прикладывается амплитуда.  
Для высоковольтных преобразователей  
важно

$\Rightarrow$  Преобразуем энергию  $\Rightarrow$

330 кВ, 1000 кВ (Экибастуз центр).

ПЭЭ - правила.  
Устройства электродстанций

Есть разные категории потребителей. Доминирует  
«небольшой Исакиевский собор»

Задумки экономии. Нет кокса + уголь + флюс.

Козёл. - нужно выгнать

Больница

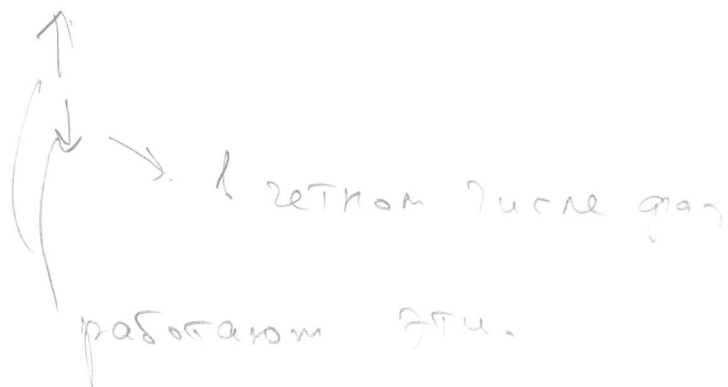
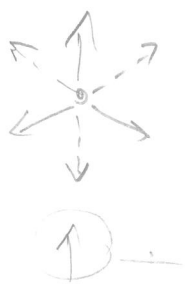
8 мостов - управляемых  
один мост закорачивают

140 Вольт.

Мостовые схемы могут быть с разным  
числом фаз.

С пульсацией м.б. — не так.

Амплитуда и число пульсаций уменьшаются  
если число фаз нечётное.



↔ ⊖

3 фазная — 6 пульсаций

4 фазная — 4х пульсация

2) 2 фазная → 2х фазная

Вентиль работает  $1/6$

9 обмоток —  $1/9$  ,  $2/9$  работают.

Рост. числа фаз уменьшает коэф. использования

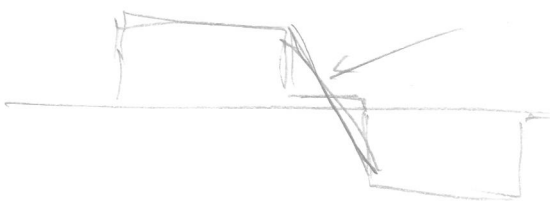


Вентили и трансформатора

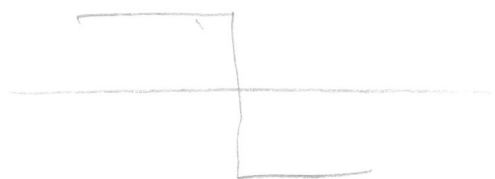
192 разном включение эквивалентное

$2/3$  периода работает обмотка.

Весь период



Грузится однократным током.



Оптимально 2,2

между 2 и 3

$\sim \Rightarrow 12$  пульсов

$\sim 12 + 12 \Rightarrow 24 \Rightarrow 48 \Rightarrow 96 \Rightarrow 192$

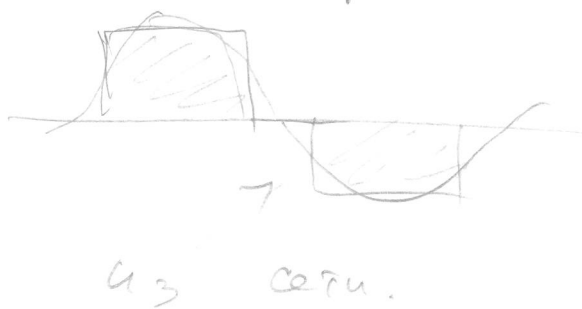
32 моста,

можно последовательно, можно параллельно  
параллельно через реактор.

32 Ватт. (а)

4 параллельно | | ) 8 шт.

Кроме угнетения гармонического состава  
выпрямленного напряжения и тока  
повышение числа фаз угнетает  
гармонический состав тока потребля-  
емого из сети.



← разное гармоник.

Гармоники не 50 герц.  
не передают мощности  
искажают ток

Это главный недостаток выпрямителей