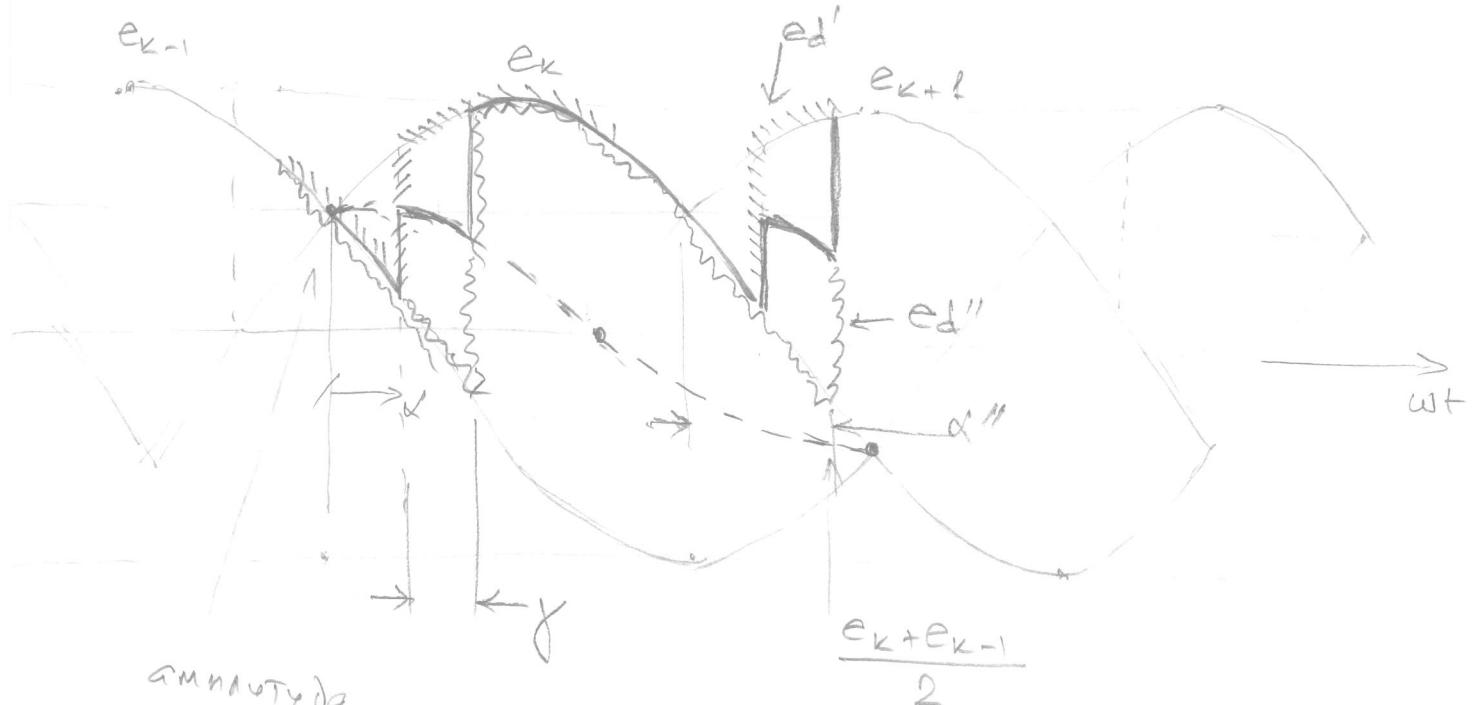


$$U_d = E_d - U_0 - \frac{m}{2\pi} X_\Phi I_d - [R_\Phi + (r_\Phi + R_D) \left(1 - \frac{\delta}{4\pi}\right)] I_d \quad (3)$$

$$E_d = E_{d0} \cos \alpha \quad (2)$$

$$E_{d0} = \frac{m}{\pi} \sqrt{2} E_{2\Phi} \sin \frac{\pi}{m} \quad (1)$$



(3) - Вспомогательное направление угла α
Или, максимальное (при $\delta = 0$)

U_0 - вентиль, α R_d

X_Φ - полное эквивалентное R якоря с учётом
сопротивления стали (первая обмотка), сопротив-
ления проводников.

Для точности оценим угол $\frac{x}{4\pi}$, но δ

далее будем считать

Построим катушку баком будем задавать, в которой
придется разобраться.

Эту кривую можно получить как полусумму двух кривых $\sin u$ и $\sin u$

В прошлой раз убедительно доказалось что при соединении двух АДС с равной R суммарная АДС будет полученной из этих АДС.

Ток складывается с конечной скоростью $\delta K - \delta t$ где он нарастает $\rightarrow \infty$.

Вот эта разница называется переходным.

Мощадка  символизирует нагрузку изменения

напоминю

$X_\phi = 2\pi f L_\phi$ (индуктивность это величина омножитель, $\frac{\text{потока}}{\text{току}}$ = магнитный поток Φ)

магнитный поток рассеяния согласованной током нагрузки, а не током напомнил,



допущение делали
 $i_d = I_d$ мгновенное равно среднему

изображенный нет. Уменьшил до 0 до максимума, но уменьшил до нуля, когда он максимум

Мгновенное значение ΔU при угле регулирования $\alpha + \gamma$ в виде искомого

$$e_{\alpha+\gamma} = \frac{e_{\alpha} + E'''}{2} = \frac{e_{\alpha}' + e_{\alpha}''}{2} =$$

Это значит, что
каждая из них
придаёт мгновенного напряжения ΔU у которого
имеет γ

$$= \frac{e_{\alpha}'(\alpha' = \alpha, \gamma' = 0) + e_{\alpha}''(\alpha'' = \alpha + \gamma, \gamma'' = 0)}{2} =$$

α — при угле $\alpha'' = \alpha + \gamma$

$$E_{\alpha+\gamma} = \frac{E_{\alpha}(\alpha, \gamma = 0) + E_{\alpha}''(\alpha'' = \alpha + \gamma, \gamma'' = 0)}{2}$$

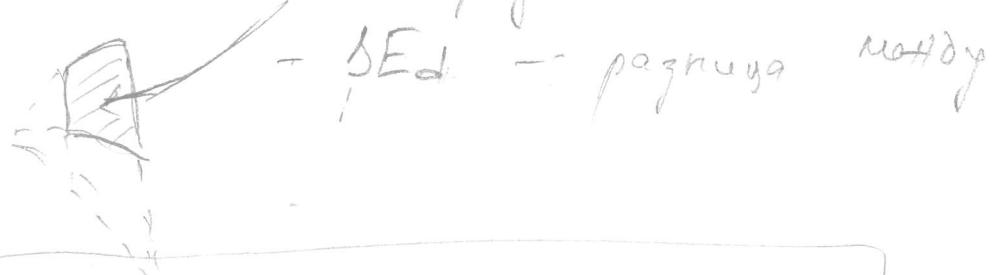
На zero это делаем. Ищем производную на интервале повторяемости

$$E_{\alpha} = \frac{E_{\alpha} \cos \alpha' + E_{\alpha} \cos \alpha''}{2} = E_{\alpha} \frac{\cos \alpha + \cos(\alpha + \gamma)}{2}$$

$$\boxed{E_{\alpha} = E_{\alpha} \frac{\cos \alpha + \cos(\alpha + \gamma)}{2}}$$

Принципиальная
регулятора.

На катодом отреже теряем эту площадку



$\Delta E_d = \text{разница между}$

$$\boxed{\Delta E_d = E_{d0} \frac{\cos d - \cos(d+\gamma)}{2}} \quad (4) ?$$

$$\Delta E_d = \underbrace{E_d(d, \gamma=0)}_{\text{без коммутации}} - \underbrace{E_d(d, \gamma \neq 0)}_{\text{при реальном } \gamma}$$

Смотрим внимательно на ур-е (3)

Де... учтено ΔE_d

Отметим X_ϕ — наядное на индуктивности.
Число i постоянный ток умножаем на
индуктивность. Это есть Φ самоин-
дукции.

$$\frac{m}{2\pi} X_\phi I_d = \text{коммутационное}$$

нарясе E

в учебниках пишут 50 , но подчеркнули, что
природе этого — наядное
на самоиндукции

$$\Delta U_{df} =$$

$$\underline{\underline{\Delta E_d = E_{d0} \frac{\cos d - \cos(d+\gamma)}{2} = \frac{m}{2\pi} X_\phi I_d}}$$

Вот когд... $\frac{m}{2\pi} X_\phi$... мы умножаем R_k умножаем
на ток, частота "0". Это физич. — всегда
так работает, потому ради чистоты.

№ 8 то активное сопротивление Лекция 5
7.03.2015 5
 не пренебр., поэтому диктует.

Уз подрепетуого уравнение момен нагруз

$$\boxed{\gamma = \arccos \left[\cos d - \left(\frac{m}{\pi} \chi_{\phi} \frac{Id}{Ed_0} \right) \right] - d} \quad 12^{\text{в}}$$

б подрепетуого

$\Delta U_d \gamma$ - индекс γ подрепетуого, ΔU_d то же
 наимене последоват. узла коммутации γ .

$$\boxed{\gamma = \arccos \left[\cos d - 2 \left(\frac{\Delta U_d \gamma}{Ed_0} \right) \right] - d} \quad 5a$$

55

$$\gamma = \arccos \left[\cos d - \left(2 \frac{R_k Id}{Ed_0} \right) \right] - d.$$

$$\boxed{R_k = \frac{m}{2\pi} \chi_{\phi}} \quad 5b$$

Еще раз перепишем формулу (3)

$$U_d = Ed - U_o - I_d [R_k + R_{\text{эквивалентное}}]$$

При практических расчетах приблизительно,
 когда U_o мало, когда преобразовано выражение
 γ на коммутационное сопр.

$$U_d = E_{d0} \cos \alpha - I_d (R_k + \underbrace{z_\phi}_{\text{на стороне переменного тока}} + R_\phi)$$

Лекция 5
7.03.2015

на стороне переменного тока выпрямителя

на стороне постоянного



$$R_k = \frac{m}{2\pi} z_\phi - (r_\phi + R_\phi) \frac{\delta}{4\pi}$$

если сфер. форма.

активное сопротивление на постоянном токе
увеличивается

Уравнение (3) — статические характеристики
в статич. режиме d, I , не меняются.

To же приобретают f — это крит. частоты,
решетка уравнение определяет f .

$U_d = f(d, I_d)$ — можно рассмотреть
в $2x$ переменных

$$U_d = f(d) \text{ при } I_d = \text{const.}$$

— регулировочные
хар-ки.

Поскольку d является зависимой звеном от I_d
то для решения I_d

$$U_d = f(I_d) \text{ при } d = \text{const}$$

— вспомогательные
характеристики.

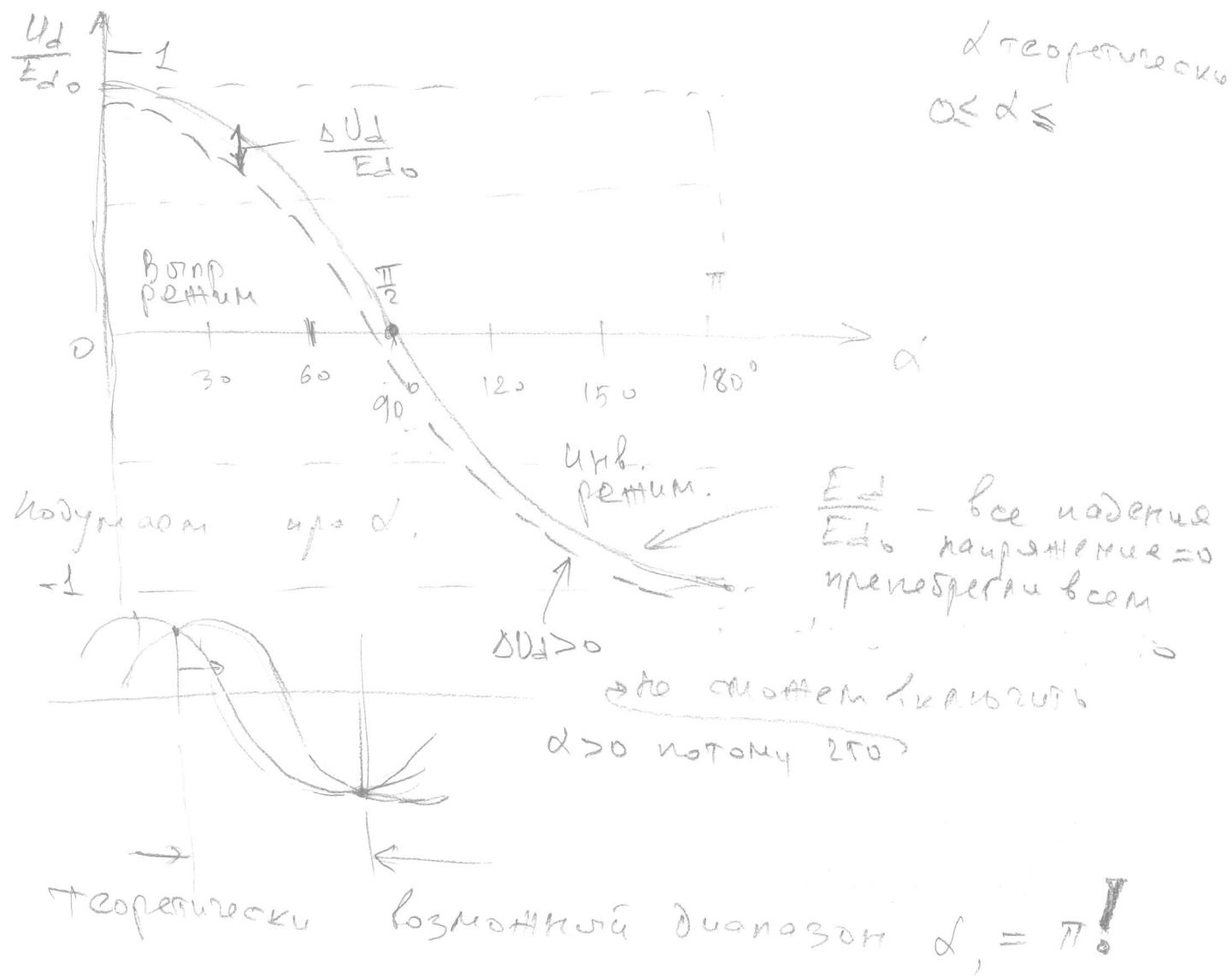
Чт спроектируем: схемы с регулированием
и схемы с вспомогательными.

При I_d мало. (Пренебрежим наложением
на внутренних элементах)

Это одна из регул. хар., причем основная
а внешних - нулю.

регулировочные характеристики.

Характеристики выражены в относительных
единицах.



Обычно строят $I_d \approx 0$ и I_d в близко к коммутации.

Лекция 5
7.03.2015 8

↓ - единица % - до 10%

30% - Значит 15% на активное, значит КПД.

15% - недонуждение для выполнения
и ограничений $\approx 95\%$

Возможное напряжение становится < 0
Как это понять.

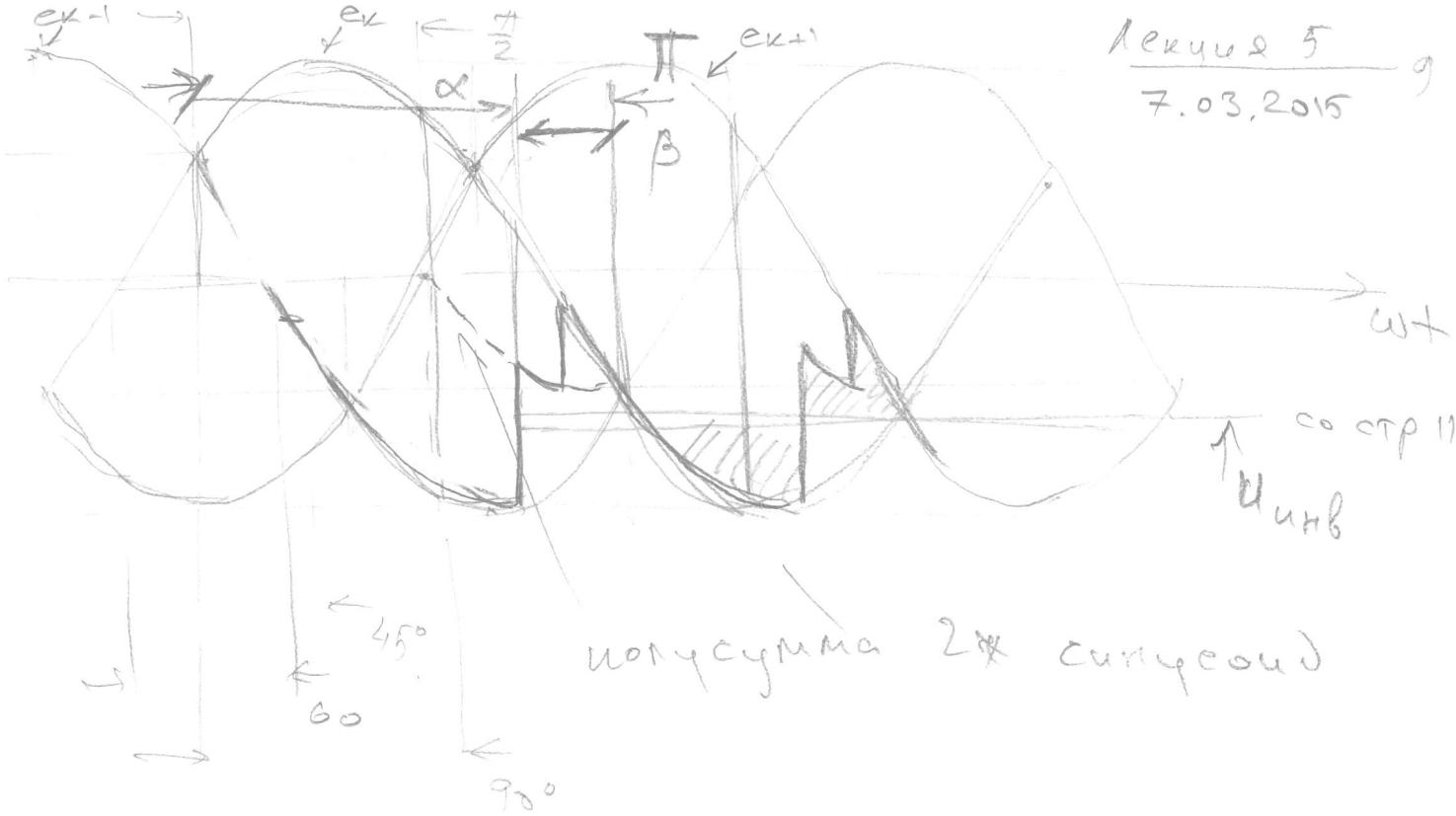
$I > 0$, это не подходит, это тиристор.

$I \cdot 0 < 0 \Rightarrow$ преобразователь преобразует в
обратном направлении. А КПД $\approx 95\%$, потому
поговорим подробнее.

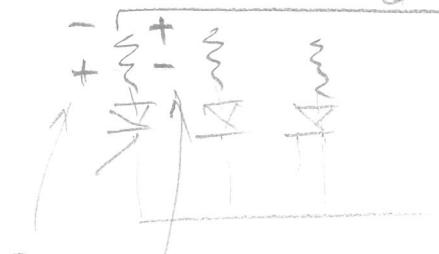
Когда $V \approx 0$, направление $\approx 10\%$ от коммутации
КПД уменьшается не потому что увеличиваются потери, а потому что уменьшаются
мощности.

$P_d = V_d I_d < 0$ - инверторный режим.

Инверторный режим работы преобразователя
Обычно имеют место когда $I_d < 0$
 $d > 90^\circ$



$\cos \alpha = 0$. $\beta_0 = 0$. За счёт zero течёт тек.



Сино сино, потому что $\beta_0 = 0$

Все изображение относительно нуля балансировок.
Тек тек за счет эдс нагрузки!

Либо если давай \Rightarrow дополнительные заст.

Уменьшаем, а отриц. генераторы.

Если синхрон текут в син.



Теперь поглядим картинку при $\alpha > 90^\circ$

α - зонодобывач

β - зона опрежения

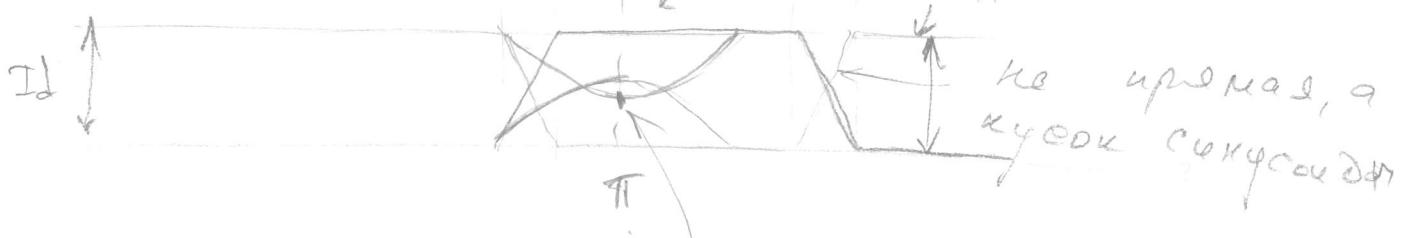
$$\boxed{\beta = \pi - \alpha}$$

поглядим

Без

посыпем ток.

Лекция 5
7.03.2015 10



$\beta > 0$ Если не включить катушку обратную до тока пересечения, то он не включится.

Если L больше, коммутация не кончится

Темп сужение тока

Если это, оно скрости пропорционально

скорость уменьшается, а дальше скорость станет отрицательной, коммутация не будет продолжаться

• Коммутацию вентиля должна закончить за время отсчета угла β . В противном случае переключение проигнорируется

$\beta > \gamma$ β не просто > 0 а также больше чем γ .

$(\beta - \gamma)$ - мала. Сравним со временем включения вентиля

вентиль может самопроизвольно включиться

И на кончике I_d не рекомбинации не произошло

$\beta - \gamma >$ времени запирания тиристора.

$w_{block} = \gamma - \text{угол запирания или выключения вентиля}$.

$\beta > \gamma + \delta$. - каковы разные условия включения.

напряжение сети, несимметрии угол регулирования
(несимметрия СИФУ) с учетом нестабильности и
разброса тиристоров исходных значений по углу,
для успешной работы инвертора (установка запаса)

$$\textcircled{6} \quad \beta \geq (\gamma + \delta + \psi) = \beta_{\min} \quad \text{отсюда } \alpha_{\max} = \pi - \beta_{\min}$$

~~условие успешной работы~~ \rightarrow ~~инвертора.~~ Если сместилась фаза.
 $\leftarrow \beta - \text{сместилась}$

несимметрия СИФУ - средний угол 18, 22.
Там где не хватает β .

\nwarrow оно же

от температуры, тока, который есть, напряжение
приложенного. В сирабочниках.

$\Delta\alpha + \Delta\psi$ - несимметрия сети + $\Delta\psi$ - нестабильность +
разброс по углу блоков

Эмпирически $\beta_{\min} = 15 \dots 30^\circ$, $\alpha_{\max} = 150, 165^\circ$

к тому приведет не выполнение (6) может привести
к "ожогованию" инвертора - из-за чрезмерительно-
го линейного - аварийного резистора, созданного
с переходом преобразователя в выпрямительный
режим при резком возрастании выпрямленного тока.

Пример. Ток может возрастать до значения
ближнего к Т.К.З. И тогда называем током
"убийственного" К.З. "убийственного" К.З и преобразователя



Лекция 5
7.03.2015 г.

составлено
все током
сама отвечает.

$$Id = \frac{E_H - |Ed|}{R_H + R_{зкбуб.}}$$

бонприемников

Для работы ЗАС, а
стрем δ''^+

U_H - аккум, бонприемник, сопротивление батареи.

R - маленькая R_H . - 5%, если не $f(-)$ и $f(+)$

в 19 раз возрастет ток. К.З. и дин инвертора
и дин

не двойной ток, а "двойное" значение.

А ток $I \approx I_{k3}/2$

Ограничение инвертора приводит к аварийному отключению преобразователя. А.э.стб и
электронные средства.

14¹⁰

Инверторной реверсии принципиально менее подвержен
бонприемника реверса.

Ограничение инв. может произойти в след
1) аварийного отключения или регулируемого
уменьшения и питанием сети

2) в случае пропуска (датчика одиночного) управляемого
импульса.

3) в случае потери временного (датчика одиночного)
какого-либо контакта.

4 причина: 1) - невыполнение условий.

β - Уменьшить.

Пронестили импульс - прошел контакт
точнее импульс может произойти в следующий
свой СИФУ - Так работает лавиной.

Где используется инверторной режим.

Солнечные батареи $\rightarrow n$

Где инвертора крайне необходимо. Гидрогенератор
воздушающие $\sim 100 - 10$ кВт - воздушающие
или управление генераторами - обмотка воздушающая
изолированная магнитная энергия, ее и нужно
передать в сеть. Роторировка $\sim 5 - 8 - 13$ раз.

На синхронных компенсаторах $\sim 10 - 13$ раз 1500 В
вместо 100. И такая же скорость синхрониза-
ции на 50 Гц. Отключение линии.

Разгон - бомбардировочный режим. Самое это -
помимо - рекуперации - инверторной режим.

Прерывистый режим работы преобразователя.

Режим прерывистого бомбардировочного тока.
Ток нагрузки, правильной ток I_d . А если он I_d неу-
контролируемый - это прерывистый режим

Пульсаций больше. И в случае - это опасно.
А за ситуацию, когда пульсации ток маленький
и ток сравним с пульсацией

$$\frac{E_d - E_h}{R_\Sigma} = I_d \leftarrow \text{нестабильность}$$

$$E_d = E_d + (e_d) = \text{const.}$$

$$(e_d) = \text{const}$$

"переменное"

варьируется. Зато

но не линейно

а ток \Rightarrow разломит спираль.

Инерционная характеристика $E_{d,ur} \sim E_{\text{источника}}$

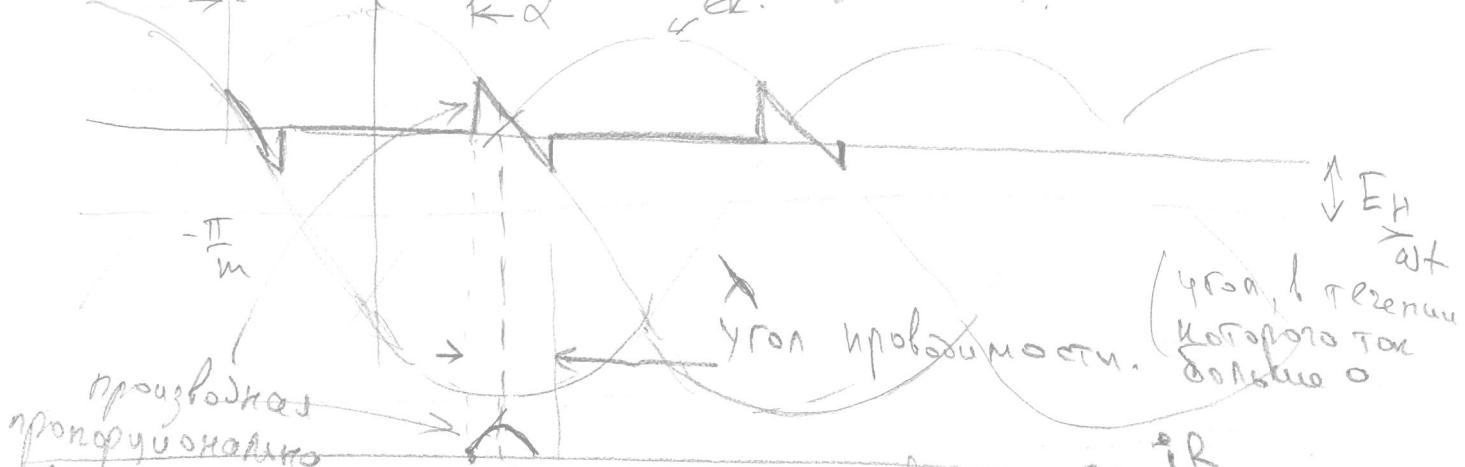


режим "нуль" - не может, потому что
тиристор не проводит так в обратном
направлении. В режимах XX работает.

Таких искажений, но ток мал. Не важно,
но управляет нужно в другом режиме.

Но для усилителей (подавление на X, Z)

может иметь большое значение.



пропорционально
разности

максимуму неё же

никакого угла коммутиации не будет,
а здесь нет. Ток. определяется - между - следующий

вентиля

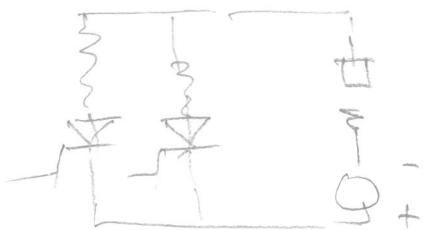
Построение ЭДС нагрузки.

Лекция 5 14

$$(E_d + (e_d)) \xrightarrow{\text{ио}} E_H = L \frac{\partial I}{\partial t} + R_i i_d$$

а нагрузка и преобразователь.

ота бака до этого протекает ток.



Положительное зерно.

в наузе

будем ЭДС нагрузку
если начали бояться

$$U_d = \frac{1}{2\pi m} \left[\int_{-\frac{\pi}{m} + d}^{\lambda} \sqrt{2} E_{2\phi} \cos(\omega t) dt + E_H \left(\frac{\lambda}{m} - \right) \right] =$$

$\lambda < \ell\pi/m$ - образует, это прерывистый

$\lambda \geq \ell\pi/m \Rightarrow \lambda = \ell\pi/m + \gamma$ - реальный квазипериодичный ток

$\lambda = 2\pi/m$ - реальная ~~должна быть~~ синусоиды
 $\gamma = 0$ ~~области~~ ~~периода~~

Синусоиды в месте на отрезке γ длиной $= 0$.

$$= \frac{m}{2\pi} \sqrt{2} E_{2\phi} \left[\sin \left(\frac{\pi}{m} + \alpha + \lambda \right) - \sin \left(\frac{\pi}{m} + d \right) \right] + E_H \left(1 - \frac{\lambda m}{2\pi} \right) =$$

$$= \frac{m}{\pi} \sqrt{2} E_{2\phi} \left(\sin \frac{\lambda}{2} \right) \cos \left(\alpha + \frac{\pi}{m} + \frac{\lambda}{2} \right) + E_H \left(1 - \frac{\lambda m}{2\pi} \right) =$$

если для $\sin \frac{\pi}{m}$ ~~то~~

$$U_d = E_{d_0} \frac{\sin \frac{\lambda}{2}}{\sin \frac{\pi}{m}} \cos \left(\alpha + \frac{\pi}{m} + \frac{\lambda}{2} \right) + E_H \left(1 - \frac{\lambda m}{2\pi} \right)$$

[...] = $\sin(\text{полупериод}) * \cos(\text{половинка})$

$$\lambda = \frac{2\pi}{m} - \text{граница резонанса. } \frac{\pi}{m} ?$$

Лекция 5
7.03.2015 15

Задача сдвиг на число антифазу нагрузку
режима работы управляемого преобразователя

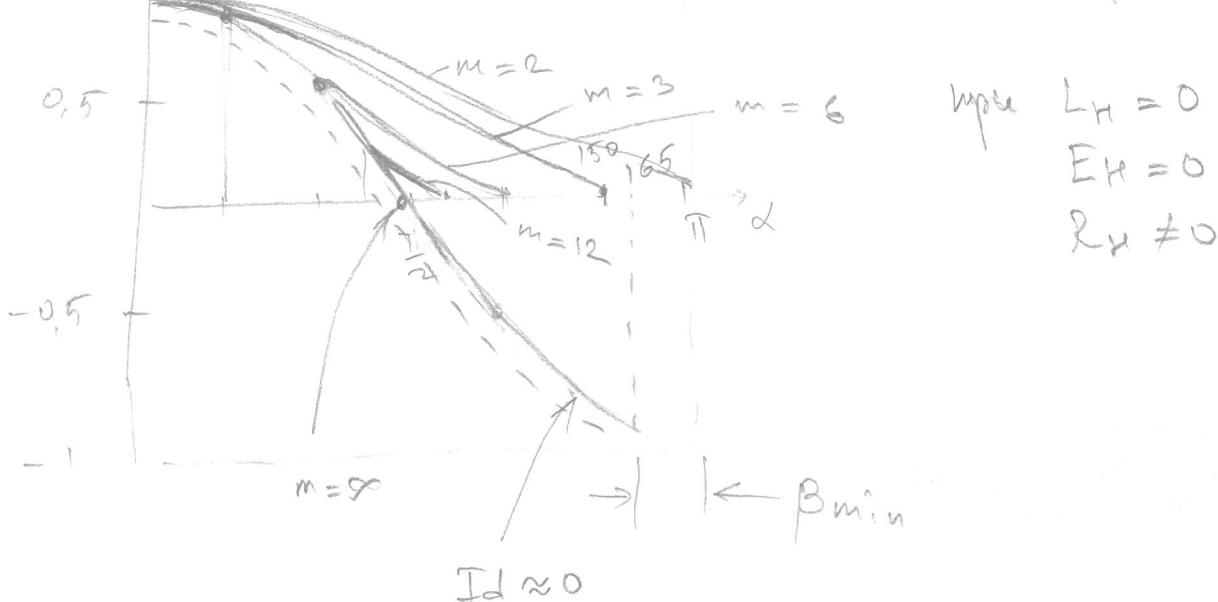
$$= \int_{-\frac{\pi}{2} + d}^{\frac{\pi}{2}}$$

если $d=0$ — тогда все диапазон преобразования
преобразователя будет если $d >$.

$\frac{\pi}{m} + d > \frac{\pi}{2}$.
Момент блокировки
следующий график иначе не м. преобр.

$$\frac{m}{2\pi\sqrt{2}} \operatorname{Exp} \left[1 - \sin \left(d - \frac{\pi}{m} \right) \right] = E_d \cdot \frac{1 - \sin \left(d - \frac{\pi}{m} \right)}{2 \sin \frac{\pi}{m}}$$

$$d \geq \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{m}, \quad \boxed{\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{m} < d < \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{m}} \quad \text{для разных } m \text{ разные}$$



$\alpha < \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{m}$ при $m=2$ непрерывное пятно.

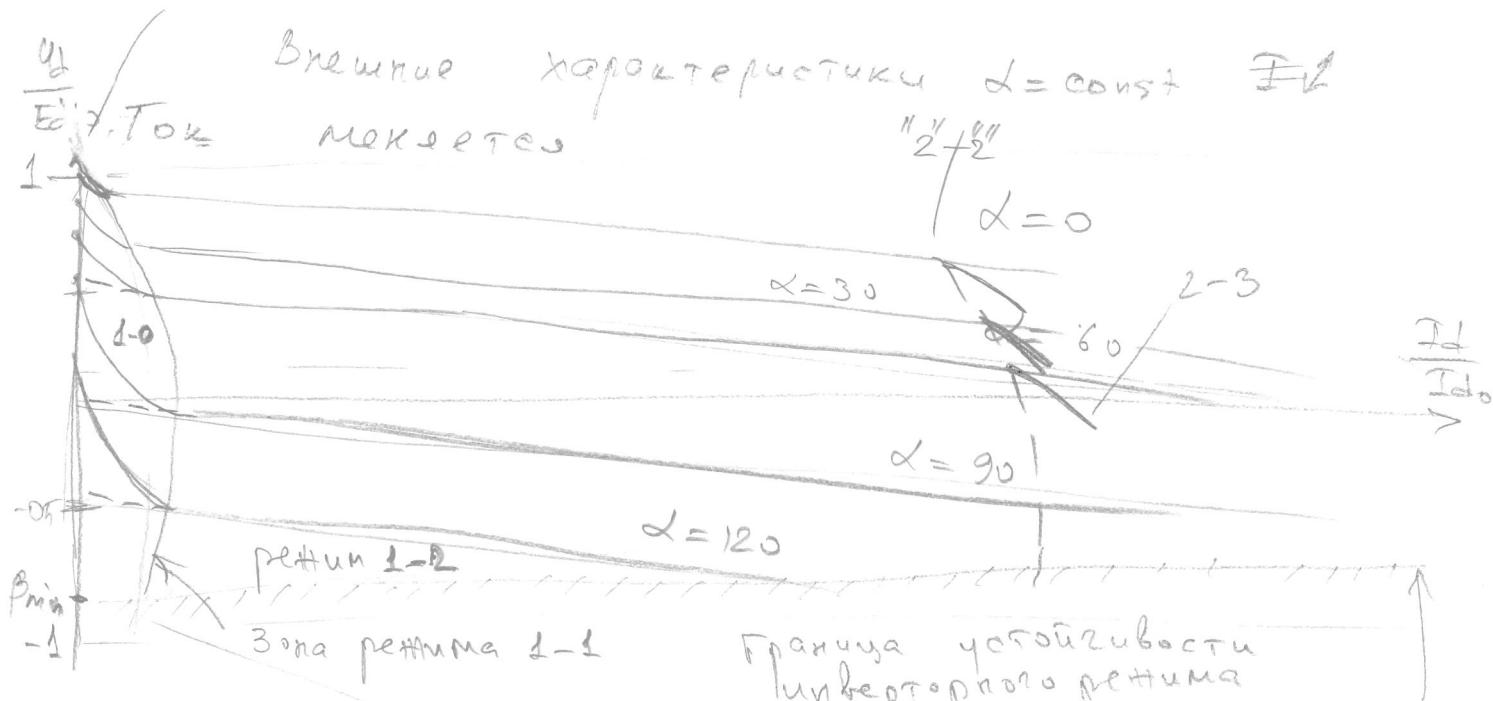
при $m=2$ непрерывное пятно называется как毛细管 $\alpha > 0$

$$m=2, \quad \frac{I_d}{I_{d0}} = \frac{1 + \cos \alpha}{2}$$

$m=3$ до 30° существоует ~ 2 пятна

всплеск

$$1 - \sin \alpha (-30^\circ)$$



$$\beta_{\min} = \gamma + \delta + \psi$$

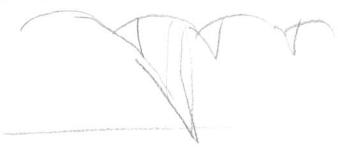
если такая есть

то остается ψ

$$\cos(\beta_{\min})$$

$$I_d \Rightarrow \gamma, \delta, \psi$$

$$m=6$$



максимальное излучение при $\alpha = 0$ излучение ψ .

спектральная зависимость ~ спектрум

$\lambda = \frac{2\pi}{m}$ - граничный рентим

Справа - справедлуб. уравнение (3)

Близко к нулю первый член.

До прерывистого граничного рентима

"1-0" $0 < \lambda < \frac{2\pi}{m}$ - прерывистый рентим

проводим 1 вентиль, блокирует "0" - никто не проводит.

"1-1" $\lambda = \frac{2\pi}{m}$ - граничный рентим

"1-2" $\lambda > \frac{2\pi}{m}$ - двухвентильная коммутация

$$\frac{4\pi}{m} \lambda$$

Общий случай многогранных $m \geq 6$ преобразователя

рентим двухвентильной коммутации.

При больших токах и L

$$"2"-2" - \lambda = \frac{4\pi}{m}$$

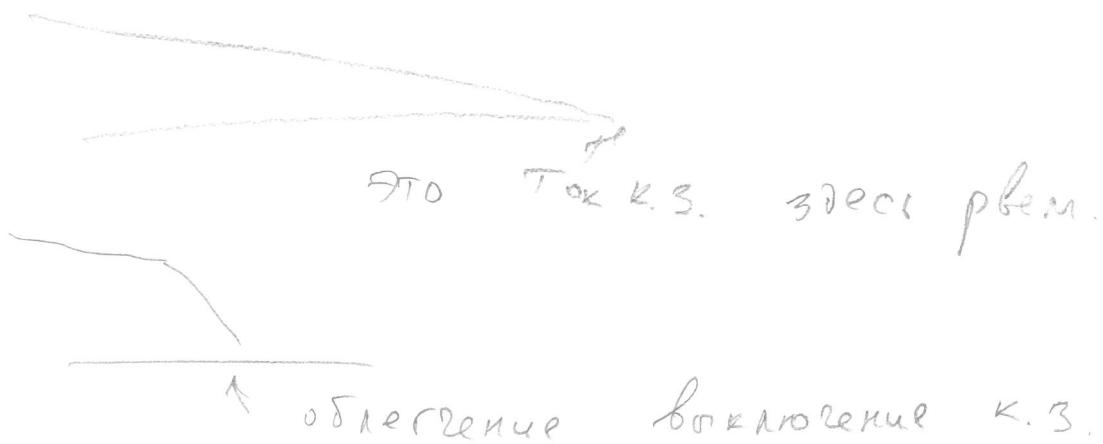
$$"2"-3" \quad \frac{4\pi}{m} < \lambda < \frac{6\pi}{m}$$

Характеристики для "мультона" схем.

В мостовых схемах коммутация одной половинки моста взаимодействует с другой половинкой моста.

Иногда режим "2"-²" синхронно создают

Представляем K.B.



Реверсивные преобразователи.

Ток тока сириза, определяемого тока
двигателя не может

отрицательная	U·I	W.M
	электрич.	механическое
	мощность	мощность.

длительное время.

$$E_\phi = \omega \Phi_\phi$$

$$M_{\text{дл}} = C_\phi I$$

$$C_\phi = \frac{\mu N}{2\pi a}$$

коэффициент параллельных явлений

помеха ток

отрицательной момент.

не дает для длительного пост. тока потерянам

возбуждения $\Phi \downarrow$ $w \uparrow$

Если $\Phi \downarrow$ 10-кратное форсирование Лекция 5
7.03.2015 19

10 раз здорово
принципиально.

С реверсом пока якорь

тогда протечет реверсивный поток.

Нужно сделать

ток отрицательной

реверсивного преобразователя.

с одной группой вентилей

с контактным
реверсором

с помощью
контактов

с бесконтактным
избирательниковым
реверсором
переключает концы

с двумя группами вентилей

но такую схему

перекрестка

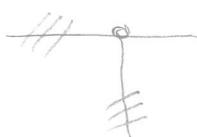
вспомогательная

H-схема

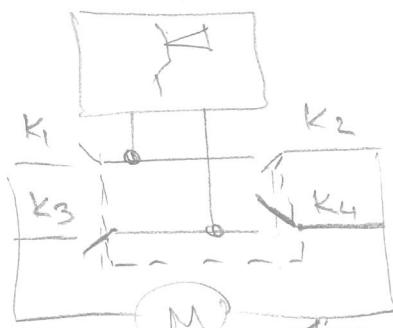
стремящийся предложить
в Германии

но способу управления

- с симметричной упр. контактами вентилей
- с разделенной упр.



контактный реверсор



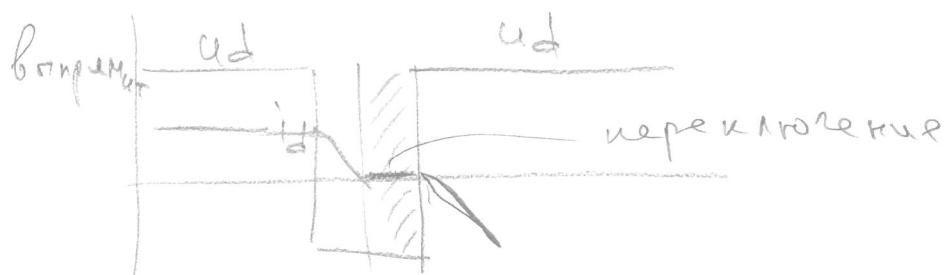
$K_2 - K_3 \leftarrow$

$K_1 - K_4 \rightarrow$

как разработать, Ayra
затухание
на переменном токе
дуга затухает когда переменный ток
перейдет через "0"

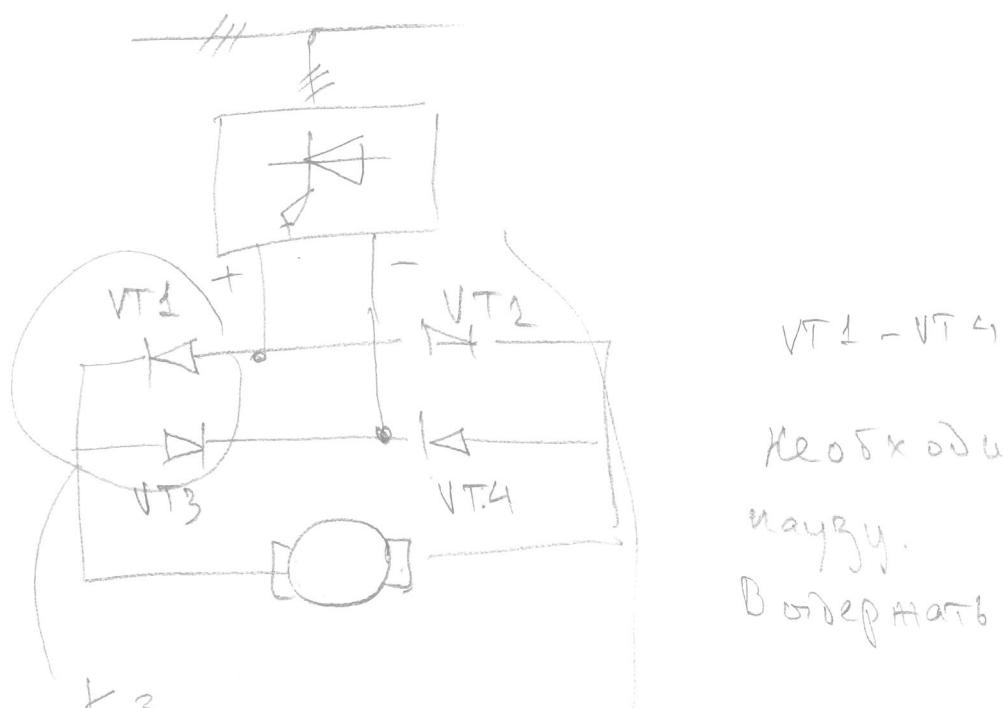
$\lambda_0 \rightarrow$ тогда переброшу контакт.

Переключение инверторов



в инверторной цепи

Бесконтактной КМО?



VT1 - VT4

Необходимо сделать
изыск.
Поддержать время

K3,

недостатки / I сэкономил 1 а

Конспект 4.

Для малой мощности

счетчики можно применять

для изображения, где замыканием тока

наполни, счетчи, снова наполни.

тренировка аккумуляторов

личин постоянного тока - рефлекс. мощности,
а не рефлекс тока.

Методика из расчета Кирхгофса.

Посмотреть