

Завершаем рассмотрение генераторов преобразователей.

Функциональная схема разделенного управления



Сигналы с углом  $\alpha_2$   
СУ2 - система управления  
вентилями

Трансформатор  
имеет особенность  
передр. засло раз  
и ВГ2 у катодов ВГ3  
свой система управ-  
ления СУФУ

Число слов должно быть

реакторы для сопост-  
авления управления  
в критической зоне  
показать что база раз.  
необходимо

Хочу напомнить - с 9<sup>й</sup> недели идёт подготовка к лабораторные  
работы (сейчас 7<sup>я</sup> неделя, следующая 8<sup>я</sup>)

Окончательная подготовка за 1 лаб. стояком.

Принадлежит начать работу  
список, содержание, что снимать, какими  
средствами. Сформулировать вопрос.

но подготовлено - неподготовленное (отсутствует к  
работе недопускается) (4 лаб. занятия)

1 сентябрь 9:50 и 11:40 2403 (1/2)  
(с 9<sup>й</sup> недели)

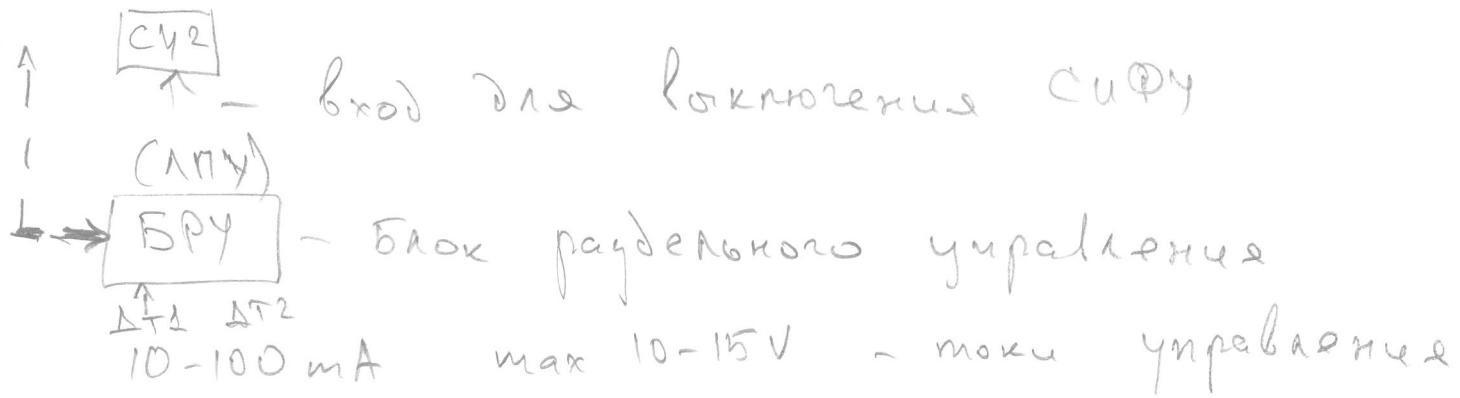
1 сентябрь 13:45 и 15:35 2404 (1/2)

2<sup>я</sup> суббота (12.) 13:45 и 15:35 2403 (1/2)

1<sup>я</sup> воскресенья (14.) 15:35 и (17:25) 2404 (1/2)  
с 11:40

при совместном управлении

$d_1 + d_2 > \pi$  в противном случае больший управляемый ток



Способов отключения импульсов существует много.

АПУ = БРУ он ИМЛ логическое переключающее устройство.

$\Rightarrow$  - сигнал инициирующий работу  
сначала отключить, потом включить и  
обратиться после науки.



Направление тока

одновременно они не имеют право Звонят  
должна звонить звонок магнитореле блоку-  
чилис

~ТОК - Трансформатор тока, изолированный  
относительно силовой цепи

Форматор  
"ТР. пост тока" построение.

Лекция 7  
21.03.2015 3

На принципе подмагничивания

также всегда используется

шунт  $R_s$  по ГОСТУ

токометрический шунт  
(до этого ГОСТ)

— силовое  
измерительное

45 мВ — шунт подключается  
75 мВ — максим образом.

мВ эти мВ

отградуированном. расчищаны на 75 мВ

Превратили сигнал тока в напряжение.

Чтобы Рдинамике не было ошибок нужно  
безиндуктивный

Представим  $10\text{ kA}$  упр при  $1000\text{ A}$ , милливолты  
представляем  $\frac{\Delta V}{V_{\text{датчика}}}$

Задаю проблему: Ток в цепи может  
в 10 в раза превышать ток держания.

Возможность исследовательно, и показал

осуществил, в которой  $10\text{ kA} = 75\text{ mV}$ .

$10\text{ mT} =$

величина порог чувствительности  
для держания тока

CAP  
(ACP) - автомат. система регулирования  
по току.

Лекция 7  
21.03.2015

УЗНТ - сигнал заданного напряжения тока.  
то же логический сигнал (0 или 1)  
отсюда и есть побудительный момент.

датчики можно мониторить при  $I=0$ .

$\cos \alpha = I / 200$  ВРУ - отключаем  
импульсы.

не показано волны времени.

запрет на переключение в момент формирования импульсов.

$(d_1)$



Сам импульс  $d_2$   
запрещает сам себя  
отключать.

однократное обезательство, но часто исполнение  
затруднено. Недостаток токофой логики.

Изменяется датчиком. Возникает проблема.  
ток перегрузки возрастает 250% коммутатора.

контролируемый ток  $1/100$  долей коммутатора.

вместо датчика тока можно включить

датчики напряжения 1-2... $n_{\max}$  В - надежно

# В отсекомом состоянии

Лекция 27  
21.03.2015 5

Внешне замыка тока исподозуем замыкание  
закрытого состояния бистабиля. Замыкание  
говорит "0", но это "1" так как он близок к "0" <sup>близко, это</sup> <sub>1236</sub>

Это аналоговой, цифроаналоговой. Когда система  
управления реализуется аппаратно.

Нужно ли 2 системы управления.

У трансформатора не работает

~~УП~~ — система раздельного управления  
также оптимизирована.

Затем 2 СИФУ. Аппаратно и программно алгоритм  
работы будет включен с одной СУ. Тогда

внешне замыкаем импульсом (переключением  
включения) исподозуем переключение  
где переключение между двумя СИФУ

Если СИФУ один,  $d_1 \vee d_2 \rightarrow$  переключение  
происходит и на выходе и на ходе. Объяс-  
нено выше предупреждение переключение  
на ходе

Внешние характеристики реверсивных преобразователей <sup>1244</sup>

Внешние характеристики более 2х квадратов, то  
сейчас 64х квадратов.

$$\frac{U}{E_{d0}}$$

область

1-2

Lekcya 7

21.03.2015 - 6



говорят, что вне этой области предыдущим образом умножено все углы в радианах

$$\beta_{min} (\varphi, \delta, \psi) \quad d_{max} = 180 - 160^\circ$$

Задачи про правую скользкость. На левой - другой преобразователь. Но он имеет  
и нагрузку. Этому преобразователю  
"наоборот"?

Симметрично относительно начала координат.  
Внешние характеристики преобразователей  
с различным управлением

А это с собственным управлением?  $\alpha_1 + \alpha_2 > 180^\circ$

Не зря надпись о антиных соотношениях  
у  $\alpha_1$  и не рисунок области многоугольников  
компьютера

При собственном управлении различают 2 способа.

управлением.

с max. возможной Торкостью Лекция 7 7  
21. 03. 2015

1) совместное соединение витков  $d_1 + d_2 = \pi$

2) совместное независимое витков  $d_1 + d_2 > \pi$

В инверторном члене  $= \pi$ , то сюда токи не могут быть, и возникает нестабильность. Если же задано не симметрическое, тогда будет задано управляемый ток.  $120 \rightarrow 123, 60 \rightarrow 63$

Если напряжения не одинаковы то управление не воспринимает симметрии?



Уп. Ток - берда меняет нагрузку.

$60A \leftarrow$   
 $\underline{80A} \rightarrow$

$350$   
 $30$

-  $20A$  - нагрузка

$\rightarrow 260A$  - б нагрузка

Меньший из 2х токов - управляемый,

а разность есть ток нагрузки.

Урон убел  $\Rightarrow$  Ударение на вентилях уменьш

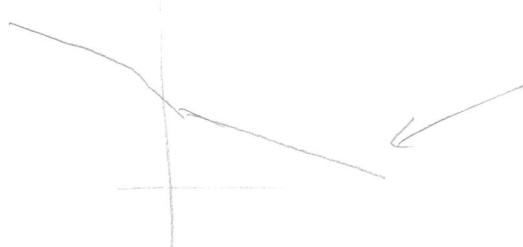
Уп. Ток Большой  $\Rightarrow$  Уровень раздражателей

Совместное упр. не лиф,  
а машинам быть разработано  
достижимое торм.

на графике изображены  
ток нагрузки  
и расчет управляемый ток.  
Но в группе  
одинаково

для реверсивного  
приводователя

Потому характеристики симметрические.



в реальности

Doko@live.ru  
Doko@live.ru

16ren.(20ren) 21

тако это ирония

Дадим определение: совместное упр. можно обуздать,

супрессия характеристик в области малых  
токов. В теории авт. управление Электроприводов.  
Ключи апериодич. уравнительного тока.

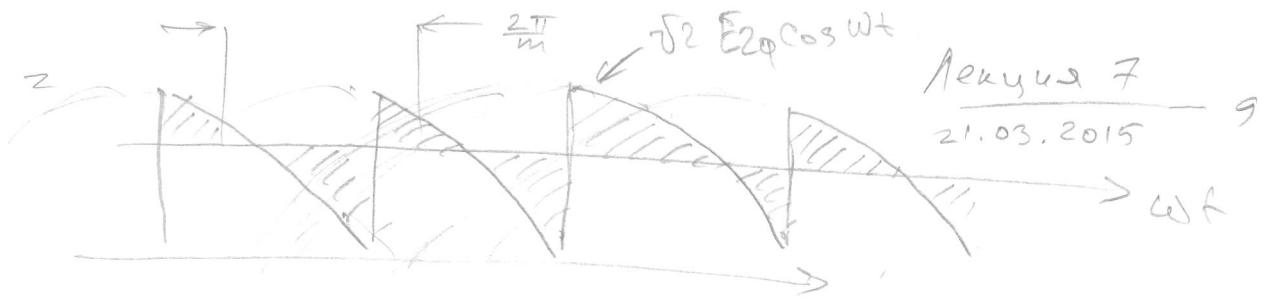
в одном  $\Sigma$  упр + нагрузка, в другом только упр. ток.

Супрессия характеристик - достижимость соб-  
мечистого управления.

Подсказка: напряженного напряжения тока

Возмущенное - с дрейфами, с пульсациями  
Нужно количественно оценить её

Как определить амплитуду переменной оси.



Многие предсматривают фильтр и - нужно сажать гармоники  $= k(m f_c)$

$\uparrow$   
сети

1...k...

Найдем  $U_k$  гармоники.

$$m=6, f_c = 50 \text{ Гц} \quad \text{гармоник.} = 300 \text{ к} \\ 600 \\ 900 \\ 1200$$

Допустим мы знаем, как выбрать фильтр?  
Нам нужно гармоники тока, а не гармоники и  
Здесь  $U_k$  найдем  $I_k$  потом сложить. Неблаго-  
дарна за задача. Обычно берут первую  
гармонику, с которой

$$E_{dkm} = \frac{\sqrt{2} E_{d0}}{(km)^2 - 1} \sqrt{\cos^2 \alpha + (km \sin \alpha)^2}$$

здесь больше  $\alpha$  гармоника  $\theta$  определяет. Max. гармо-  
ники при  $90^\circ \alpha = \frac{\pi}{2}$

$$(E_{dkm})_{\max} = \frac{km}{(km)^2 - 1} \sqrt{2} E_{d0}$$

С ростом  $m$   
гармоники убывают

Можно считать, что гармоники

~ обратно пропорционально частоте.

$$E_n = \frac{m}{m^2 - 1} \sqrt{2} E_{d0}$$

$$f = m f_0$$

Коэф. затухания 10-20%

$E_{d0}$  не достигает  $90^\circ$  тогда сдвигом  $\varphi$

max  $\varphi$ .

Так

возбуждения,  $I_{min}$ , наименьшего тока

по заданному току  $I_n = \frac{E_n}{\omega L_{\Sigma}}$

$\omega L_{\Sigma}$  всей цепи инос.  
и переменного тока.

$$= \frac{m \sqrt{2} E_{d0}}{(m^2 - 1) 2\pi f_0 L_{\Sigma}}$$

и можно сократить.

$$L_{\Sigma} = L_\Phi + L_H + L_\Psi$$

возникает задача. Если нужно ограничить

по заданной величине

× другой способ решения, является более

небольшая задача:

$$\sim V = 100V$$

50 Гц.



141

f = 100 Гц G = 100V

f = 200 Гц G = 100V

Действующее значение  
не магнитоиндукционное

$$F = 200$$

Если засимо не одинаково.

Из сумма квадратов

Очевидно.

$$E_d = E_{d0} \cos \delta$$

Не учтены углы коммутации в формуле при больших  $\delta$  углы  $\delta$  уменьшаются. Поэтому индуктивностью, для больших гармоник это сопротивление гармоники будет уменьшаться. Для них учитывали будущий угол  $\delta$ . И сейчас углы коммутации искажируются.

Найдем среднеквадратичную составляющую.

$$\sqrt{2} E_{d\phi} = \frac{E_{d0}}{\frac{m}{\pi} \sin \frac{\pi}{m}} \quad \text{из формулы N1.}$$

$E_d$  средн.  $\sqrt{\frac{1}{2\pi/m} \int_0^{\pi} \text{квадрат}}$  от квадрата выраженного. Это на действительное значение нагрузки (пог. сила)

$$\sqrt{\frac{1}{2\pi/m} \int_0^{\pi} \frac{E_{d0}}{\frac{m}{\pi} \sin \frac{\pi}{m}} \cos \omega t}$$

$$= \sqrt{\frac{E_{d0}}{\frac{f^2 m}{\pi} \sin \frac{\pi}{m}}} \int_0^{\pi} 1 + \frac{m}{2\pi} \sin \frac{2\pi}{m} \cos 2\omega$$

$$= \frac{\pi}{m} + \delta$$

$$= E_d \text{ среднеквадратичное}$$

\*\*

$$E_{DD} = \sqrt{E_{DCP.KB}^2 - E_D^2}$$

действующее  
значение всех

гармоник на стороны  
постоянного тока

Лекция 7

21.03.2015

12

$$= E_{D0} \sqrt{1 - \frac{m}{\pi} \sin \frac{\pi}{m} \left[ \left( 2 \frac{m}{\pi} \sin \frac{\pi}{m} (\cos d) \right)^2 - \cos^2 \frac{\pi}{m} \cos 2d \right]}$$

14"

$$\text{можно представить } \frac{E_{D0}}{\sqrt{2} \frac{m}{\pi} \sin \frac{\pi}{m}}$$

действующее

преобразовать можно, в разной форме можно  
записать

Наицнение может интересовать только при  
чисто активной нагрузке

Формула будет на бумаге, но непропорционально,  
значит сказать, что эта формула для

наибольших пульсаций имеет граничный режим.

Можно понимать = как постоянная составляющая  
равна пульсации, и не меняется не зависит

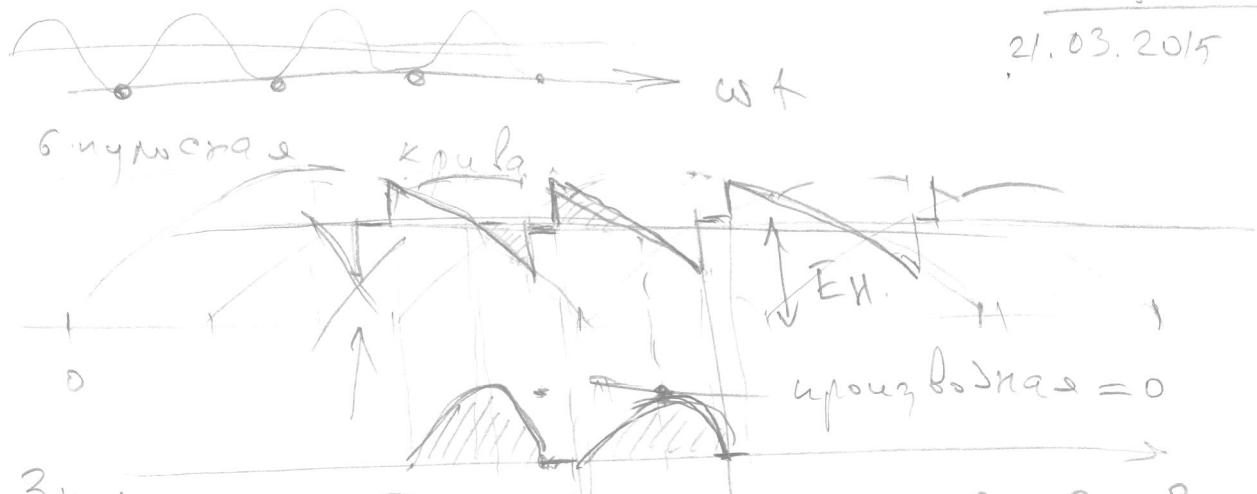


на постоянную. Зависит от  
коэффициенту от

$E_{D0}$  нагрузки. и это никак  
не определяет на состав-  
ляющей.

если среднее будем  
увеличивать

Прерывистый режим работы когда касается  
0, это и будет граничный режим.



Значит имеем ток насыщенный  $R_\Phi R_0 R_\Phi$

Или же  $R_\Sigma$ , много меньше  $\Delta\Phi$  синусоиды

$\Delta\Phi$  нагрузки + синусоида.

непрерывным

есть  $\Delta\Phi$  нагрузки + индуктивности

$$\dot{e}_d - E_H = L \sum \frac{\partial i_d}{\partial t} + i_d R_\Sigma$$

данне при комбинированном токе состоящем

демонстрирует несколько

задержку

изменения

и это и есть фаза. нормально

второго порядка

малость

Принтегрировал для работы

$$i_d = f(\omega t)$$

и потом возвели в интеграл.

$$I_{dop} = \int i_d d(\omega x)$$

$$\lambda = \frac{2\pi}{m} - 2\pi \text{ радиан на реверс.}$$

$$= \frac{1}{2\pi} \int_{-\frac{\pi}{m}}^{\frac{\pi}{m}} i d\varphi(wt) - \text{среднее значение гармонического тока}$$

Лекция 7  
21.03.2015 14

$$Id_{sp} = f(m, \alpha) = I_{(n)max} \cdot \text{амплитуда пульсации}$$

Рассмотрим  $I_{cp}$  = амплитуда пульсации повторяющегося тока получим зависимость максимальной пульсации с учётом зарядочного состояния.

Это означает, что получаем реальную придуо, без разложения.



Задача равна амплитуде тока.

амплитуда получит. получившую амплитуду отрицательной а уменьшить будем работать питание, можно и считать удовлетворительно. Тогда простого расчета пульсации тока не з

размер колебаний ( $A_+ + A_-$ )

2 способ

Задача организовать пульсации тока. Как выбираем уровень ограничения. Ограничиваю потери на  $R$ . Чем меньше, тем лучше, но нужно не можем. Граница прерывистого режима. Амплитуда - чем меньше

гранича - тем лучше

Хороший критерий для - Электроизнос  
постоянного магнита. Но коллектор - слабое место



коллектор - пластинка - искрение, максимум  
магнитной нормы. Нужно постараться, чтобы  
тока в этом моменте не было

ЭДС вычитание разности напряжения  $\Delta U_B = 0$ .

Изокорд максимум - ограничитель.

небород -  $\frac{di}{dt}$  - тем больше искрение.

Переменная составляющая тока. Добавил  
иудиоды - <sup>возможно</sup> искрение.  $L \frac{di}{dt}$  - от переменной  
составляющей. А от частоты она зависит?  $145^{\circ}$ .

переменная составляющая. Но изменяется синусоидально не зависит. 2% от начального

крупных машин. Станица - из твердой стали, изоляция, литьё. Надзор пластин это дорого. Если поток добавочных полюсов должен компенсироваться

изокорд добавочных полюсов.

изокорд смешанный тут намагничуем ток и поток  
не замыкаются, а в синусоиде

Это ограничение 2%

Лекция 7  
21.03.2015 16

Следует помнить что из-за мех. стату

20% износов.

$$\delta I = \frac{I^2}{R} R - \text{несколько \% } 3-20\%$$

96,5% - 3,4% - потери от стату, магн., механическим  
6,02P.

Добавка на износ 5%

$$I = \sqrt{\frac{I_{\text{ном}}^2}{I_{\text{ном}}} + \frac{I_{\text{изн}}^2}{I_{\text{ном}}}} R \quad \frac{0,02P}{400} = 0,05$$

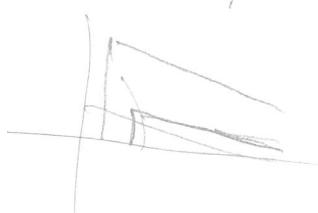
Возвращение ограничения тока.

$$I_{\text{дрп}} = \frac{E_{\text{д0}}}{wL} \left[ 1 - \frac{\pi}{m} \operatorname{ctg} \frac{\pi}{m} \right] \sin \alpha \quad (**)$$

сети!

Максимум при  $\alpha = 90^\circ$ , т.е. когда заблокирован

один зажиг. Т.е. один зажиг.



$$\omega_{\text{сети}} = 2\pi f_{\text{сети}}$$

w - omega ниточками сети.

перепол.

Энергетические характеристики термоэлектрических преобразователей

$$KPI. \eta = f(\psi_f) \quad I_d = \text{const}$$

от напряжения и тока.  $\psi$  - угол между

пост. тока /ген, мот  
синхр  
асинхр  
трансформатора

Напряженные сети = const, от  $\cos \varphi$ .

В эл. машинах  $y = f(I)(s)(P)$   $\cos \varphi$   
 $I$   $I_{\text{ном}}$   $S_{\text{ном}}$   $P_{\text{ном}}$   
 синхр. генераторы от  $\varphi$  нагрузки.

Когда  $\varphi$  мало напряжение интересует  
 это будет с  $\cos \varphi$

KM - коэф. мощности. отклонение активной  
 $\lambda$  к полной.

$$KM = \frac{P_{\text{актив}}}{P_{\text{полная}}}$$

коэф. мощности  $= \frac{P - \text{активная мощность}}{S - \text{полная мощность}}$

коэф. мощности =  $\cos \varphi$ , здесь, потому что

коэф. так сказать если синусоидально,

напряжение симметрично

напряжение одна частота, а тут разные частоты.

Заключение: сеть симметрична и синусоидальна.

$$\lambda = \frac{S(1)}{S} \cdot \frac{P}{S(1)}$$

$S$  - полная мощность  $U \cdot I$  формулой ~~получаем~~  
 $S(1) = U(1) \cdot I(1)$  — если однодолганская система.

$S = U_{\text{средне квадратичное}} \cdot I_{\text{средне квадратичное}}$   
~~но получим~~  $U_1$

А ток — это нам ток и мы знаем,  
 что он неизменяющий.

Если первое активное сопротивление.

100 / 200 в а если активно-индуктивное  
 на 100 вагоне 3 кг.

50 вар. А в токе разное значение.

Другие значения в токе несуммируются.

Активного и реактивной мощности  
 несуммируются отдельно

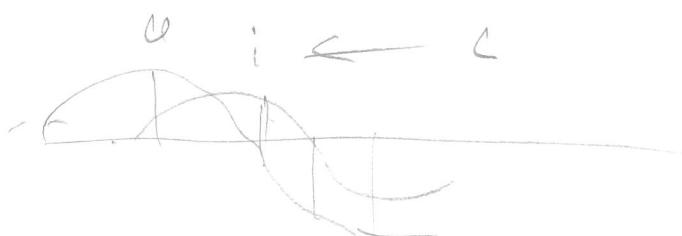
$U(\omega) \cdot I(\omega)$  — отдельный  
 ток.



Если колебания не синхронные.

Лекция 7 19  
21.03.2015

Это реальная? нет.



Значи разные, но хотим не синхрон.

Могу настроить и с количеством.

$$P \xrightarrow{k_{BT}} U_I_{AK}$$

$$Q \xrightarrow{k_{BAP}} U_I_{peak}$$

$$S \xrightarrow{k_{BA}} S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

но одинаковых единиц.

Если неодинаковы если различны разные то  
это можно исправить.

$$\lambda = \left( \frac{S_1}{S} \right) \left( \frac{P}{S} \right) = D \cos \varphi$$

где  $S_1 = U_1 I_1$

Нелинейные нагрузки, исключают группу  
мощи, портят АСИ стандарт требуют применения  
перехода, какими например.

Коэффициенты не больше % стабильн.

Преодолеваем различиями мощности

$$1) \eta = \frac{P_{\text{box}}}{P_{\text{bx}}}$$

Лекция 7  
21.03.2015 20

$$2) \lambda = \vartheta \cos \varphi$$

15<sup>45</sup>

Наша связьность с нашим физикой.

$$P_{\text{box}} = U_d I_d$$

$$P_{\text{bx}} = P_{\text{box}} + \Delta P_{\Sigma}$$

↑ потери, то есть неоднородности  
всего

эл. волна, звук, свет - присутствуют, но недолжны  
представлять звука  
регулируем напряжение.

$$\eta = K_{PD} = \frac{U_d I_d}{U_d I_d + \Delta P_{\Sigma}}$$

$$\Delta P_{\Sigma} = \text{на активных элементах}$$

$$I_d^2 R_{\text{актив.}} + I_d k_b U_0 + \Delta P_{xx}.$$

добавляется

имеет быть несколько

ток вентилях изменяется пропорционально  $I_d$   
 $I_\psi$  - фазометр трансформаторе.

$I_\psi \propto I_d$  (фаза ограничена и то  
пропорционален.

Если соединяется  $\neq I_d$ .

А если включено, потерян  
не зависит от  $I_d$  / система управления, напомни.

Лекция 7  
21.03.2015. 21

$$= a I_d^2 + b I_d + c I_d^0$$

1554.

$$\eta = \frac{\pm \Delta P_Z}{U_d I_d} = 1 - \frac{\Delta P_Z}{U_d I_d + \Delta P_Z} =$$

Максимальные короткозамкнутые  
токи  $I_d$  близки к нулю

$I_d > 0$

$0 < U_d < 0$  (могут быть и отрицательные)

Больше нуля.

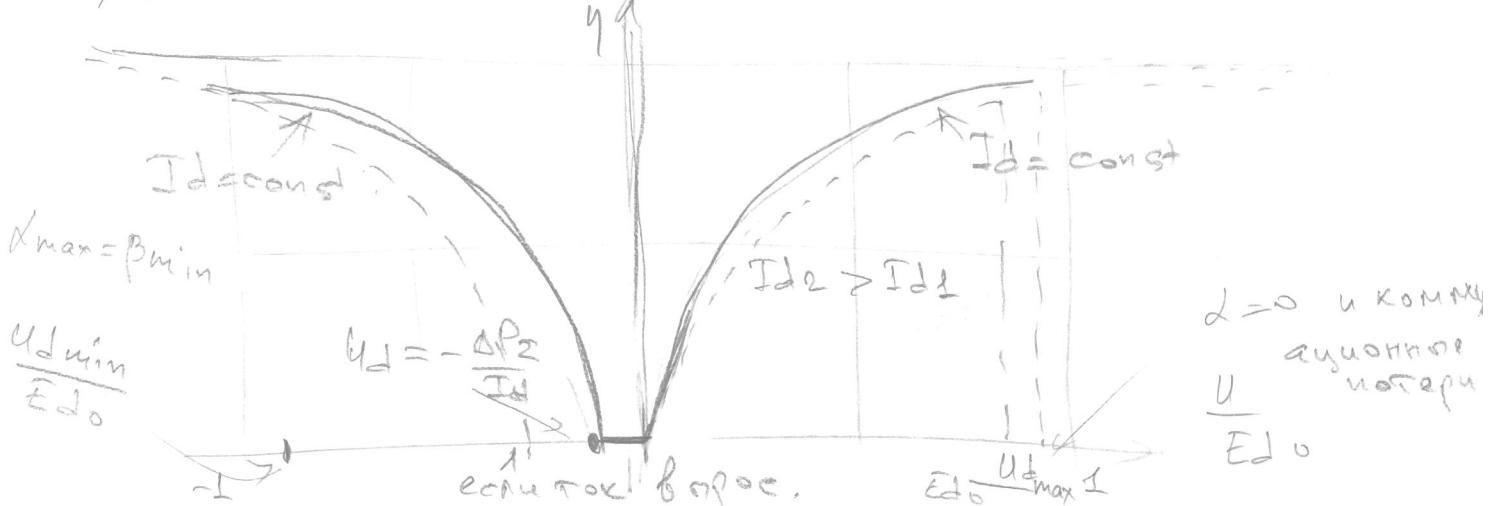
$$= 1 - \frac{\Delta P_Z}{U_d I_d}$$

$$1 + \frac{\Delta P_Z}{U_d I_d}$$

Следовательно  $\eta = \text{const.}$

при бесконечном увеличении  $U_d$   $\eta \rightarrow 1$ .

но  $U_d$  не больше  $U_{d\max}$



$P_{B_{\text{ox}}}$

Лекция 7

21.03.2015

22

при ограничении, но не более линии входа и выхода.

то это оно

уравнение

( $U_d > 0$ )

$$U_d \text{ при } U_d = \frac{U_d I_d + \Delta P_Z}{U_d I_d} = 1 + \frac{\Delta P_Z}{U_d I_d}$$

ограничено

Эта прямая станет  $-1$

при  $U_d = -\frac{\Delta P_Z}{I_d}$  — КПД упадет до  $0$

16 °8

$$P_Z = \frac{\alpha I_d^2}{I_d}$$

и обратно пропорционально  
так

уравнение  $= 0$ !

$U_d > 0$

Несколько

$$U_d < U_{rp} = -\frac{\Delta P_Z}{I_d}$$

$$U_{rp} < U_d < 0$$

но определенно падет о потоку  $250$   $P_{B_{\text{ox}}} = 0$   
энергия, речи.

сюда  $P_{B_{\text{ox}}} \rightarrow$

Happ |  $P_{B_{\text{ox}}}$

$\Delta P_Z$



Сопротивление  $I_B$  и  $I_d$ , а потери неизменны.

~~Чт~~ Нагрузка с обеих сторон несет потери.

Нагрузка отдает, но до certaine потери не доходит

Сети  
 $\Delta P_x$  потери не компенсируются потоком  $I_d$  и не индукционной, и only затрачено только  $P_{Bx}$ .

А если  $I_d$  изменится,

$I_d$  бросок в 2 раза уменьшает  $\Delta P_x$  поток? Но  $\Delta P_x$  тоже бросается.

Все зависит от коэф.

Решимо, как будет.

Слева, при большем токе бросает?

Коэф. мощности.

$V$  - коэф. искалечения  $\cos\varphi$  - коэф. угла сдвига тока, значение работы коэф. мощности, когда напряжение и ток синхронизированы.

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$S$ - мощность полезная,  $P$ - баланс ±

$Q > 0$  — индуктивность, так иначе.

предполагаем нагрузка потребляет полезную-  
тельную реактивную мощность

В физической единице  $\text{d} \sim \frac{S}{I}$  —

В кабельных линиях — емкость, предположим,  
индуктивности  $K$

$C$  — генерируемая сетью реактивную мощн.

$\varphi_{\text{ток}}$  отстает от напряжения  
погонной, когда

$$\sin \varphi < 0 \Rightarrow Q < 0$$

$$\cos \pm \frac{P}{S} = |\Phi| / |U| \cdot \cos \varphi$$

$\cos \varphi = -0,5$ . Инвертор работает с углом  
 $\sim 60^\circ$

Реактивная мощность не передает балансную  
мощность. Из-за реактивного тока приходится  
увеличивать мощность.

Ток который создает магнитное поле.

March 25  
21.03.2015

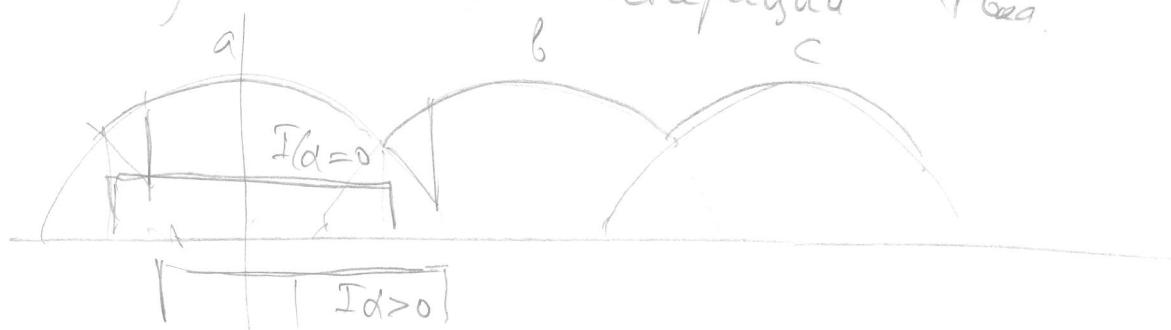
$$L = \frac{\Phi}{I}$$

Магнитное поле создается  
и синхр. - обмоткой возб.

У синхронных двигателей  
током током.

создаваемое реак-

т сдвигнул на  $90^\circ$  - я припудрил  
сдвигнул назад генерации тока.



$I_d=0$  раза тока совпадает с разой напряж.

$\rightarrow$   $\leftarrow$   $\Psi = \Phi - \theta$  первом приближении,

настолько сдвигнулась гармоника тока

но это никак не связано с энергией! <sub>1641</sub>

$I_d = \text{const}$  будем рассматривать все все  
энергетич. характеристик.

$$P = U_d I_d (+ \delta P_\Sigma)$$

хотя бы примерно  
мощка не буду считать потери

надежда на  $I_d = \text{const}$   
 будет оставаться неизменной.

Лекция 7  
 21.03.2015 26

$S_1 \approx \text{const}$ , потому что  $I_1 \approx \text{const}$ .

$$\cos\beta = \frac{P}{S_1} \approx U_d \approx \cos\alpha$$

$$\begin{matrix} \parallel \\ \text{const.} \end{matrix} \quad U_d = E_{d0} \frac{\cos\alpha + \cos(\alpha+\gamma)}{2}$$

$$\alpha=0, \gamma=0 \quad U_d = E_{d0}$$

Что актуально можно счесть, зная now

$$\text{при } \alpha=0, \gamma=0 \quad U_d = E_{d0}, \quad P = S,$$

$$P = \underbrace{S_1}_{\alpha=0, \gamma=0} = E_{d0} I_d$$

также  $P$  которое и перенесено.

$$\frac{P}{S} = \frac{E_d I_d \frac{\cos\alpha + \cos(\alpha+\gamma)}{2}}{E_d I_d} \approx$$

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

достаточно турбо. что  $\gamma$  пропорционален.