

122ел 1145

Лекция 9 1
18 апреля 2015

Непосредственные преобразователи
частоты (без промежуточного звена постоянного тока)

НПЧ - реверсивный тиристорный преобразователь,
с n числом фаз, с любым способом управления
(совместным, ...)

Общий принцип - угол α непрерывно изменяется обеспечивая изменение постоянного напряжения выходной составляющей.

$f_{\text{выхода}} \leq f_{\text{семи}}, f_{\text{входа}}, 50 \text{ герц.}$

Это главная особенность и один из главных недостатков. $f = 50$ может быть достигнуто при m -большом $m \approx \infty$



Связано с невозможностью запереть тиристор.
Так считалось, пока не было запираемых тиристоров.

Но нужно и менять принцип управления (нужно
включать предыдущую фазу ($k-1$), а не последующую)

Но с энергетическими процессами. Запасенная в
индуктивности фазы связан большими потерями. 1155+2ел

Чем меньше число фаз, а должен набрать
новую синусоиду из кусочков синусоид 50 герц.
из 4-3 - из двух! Очень большие искажения.

Если их 3. Получим 25 герц набрать из 3х кусочков

синусоид.  Можно сделать

Лекция 9.2
18 апреля 2015

Ввод: $m \approx 6$ $(f_{вых})_{max} \approx \frac{f_c}{2}$ Остатки говорят $\frac{2}{3}$
самое распр-е число фаз 3, 12
При $f_{сети}$ 50 герц $(f_{вых})_{max} = 25 \dots 33$.

одно-двух полупериод, Силовые схемы ИПЧ

1200

↓ $m_{вх} / m_{вых}$
1(2) / 1(2), 3 ← где применить? Для электропривода.
3 / 1 Для электропривода насосов 3 фаз.
3 / 3 Для мощной нагрузки 3 → 3 А каждая
3 / >3 фаза 2 переверсивных преобразователя →
6 комплектов вентиля. Питание либо от

3 фазного трансформатора, либо от 4 обмоточного
может быть другое число фаз и.



Если $m = 3$, значит 2 моста по 6 вентилей
36 тиристоров.

000 - вентиль одного 4х обмоточного 3 двухобмоточного
одна фаза ИПЧ.

Для дуплексной схема ИПЧ используется без трансф.
4-ый преобр. нап-н, число фаз, ограничение
тока КЗ, гальваническая развязка,
используются реакторы для этой функции
сети



Соединены в звезду. Но можно
не соединять с(0) если фазная
симметрична. Нагрузка может быть
соединена в треугольник

УР1, УР2 нужны, если совместное управление. Отсутствие -
свидетельств. раздельного управления. 18 тиристор, 18 вентилей
3 фазы мало для получения 25 герц. Качество плохое
из-за пульсаций. Применяются 6 фазные мостовые
схемы. Трансформатор дорогой вещь.

× Безтрансформаторной 6 пульсовой мостовой ИПЧ.
0-провод если схема мостовая то не нужен - его
данно некуда подключать.

Дли копир уравнил. Токо! Лекция 9
 второй копир. ур. токо! 18 апреля 2015 3
 реактор может быть 4. или по диагонали



Соединим выходные в звезду колесо!
 выходные частота рассе-
 на по частоте. Будет к.з.

Из 3х фазного двигателя выводим 3 обмотки

Неудобство м.б. существенно, если от преобразователя до 1231
 двигателя будет большое расстояние.

Достоинства и недостатки ИПЧ:

- 1) Одноступенчатый, однозвенный преобразователь (без звена пост. тока \Rightarrow высокий КЭД и малую суммарную мощность полупроводниковых приборов СПП (силовых полупроводн. приб. в двухфазной. - две мощности
- 2) Легкость рекуперации энергии в сеть или обратного преобразования энергии. Если ячитаю двигатель, если торможу, энергию должен передать в сеть. Двигатель в генераторный режим. Если двухзвенный преобразователь из звена постоянного тока в сеть сложно, проблема. Для простоты выпрямитель делается диодной, а он не преобразует обратн. в сеть.
- 3) Такие ИПЧ выполняются на ободках тиристорах. Самые мощные, доступные приборы, надежные СПП.

Недостатки: 1) Ограниченный рабочий диапазон f макс мало

- 2) При глубоком регулировании из сети потребляется большая реактивная мощность. Можно регулировать маленькую (а не максимальную) амплитуду $\cos \varphi$ - мало - низкий $\Rightarrow \varphi$ - велико
 - 3) Большое число СПП, сложность силовой схемы. 18 вентилей - 0я схема без трансф. 36 вентилей - мостовая. В основном со звеном постоянного тока. (мост вход, инвертор, права шунтирована диодами - 3 моста, число приборов 18
- По мощности здесь в два раза меньше чем в звене пост. тока. Там 2 моста, но каждый равен мощности нагрузки.

априори можно сказать достоинств \equiv недостатком в преобразователе со звеном постоянного тока.

Область применения: Если мощность малая - КПД не достоинство, при малой Σ мощности тоже не интересно.

Обратное преобразование энергии, играет роль при большой мощности. Недостатки - малая частота, до 20 герц. $\cos \varphi$ 1254.

Много СПП при большой мощности всё-равно будем ставить в параллель.



инверторной цепи

Триггерные регуляторы и инвер

Автономные инверторы

Триггерные регуляторы переменного напряжения 1257

Бесконтактные переключающие устройства. Плавное регулирование. Замена автотрансформатора, не меняя частоту.

Застойный случай (включатель - выключатель) регулятора



Если в сети есть вырыв - звезда - 0
1) $\begin{matrix} A \\ | \\ C \end{matrix} \begin{matrix} B \\ | \\ V \end{matrix}$ 2) $\begin{matrix} A \\ | \\ C \end{matrix} \begin{matrix} B \\ | \\ V \end{matrix}$ 3) $\begin{matrix} A \\ | \\ C \end{matrix} \begin{matrix} B \\ | \\ V \end{matrix}$

Нагрузка и т.д. не симметрична при нулевом

проводе. Если "0" нет, то напряжение нагрузки будет неравн. Вместо 2х встречнопараллельных диодов используются симмет-

ричный тиристор

Достоинство - высокое быстродействие включения не имеет износа. Подает на все управляющие электро-ны управляющий сигнал.

Без большого ω - одинаковая, переключение раз. одинаковая броска тока (тут колонит. полуволна, там отрицательная).



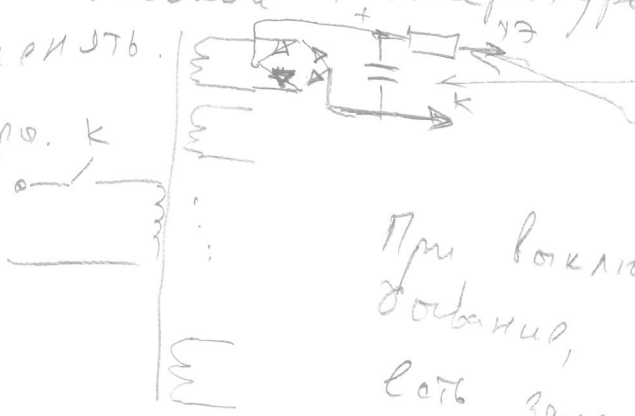
Время включения и половина перио-да.

выключается только один

1) Потери - на контактах аппаратов потери = 0, на тиристорах $U \sim 1.5 - 2V$ постоянные потери.

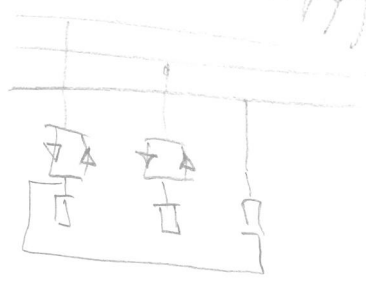
Чувствительность к перегрузкам по току
всика. СПП. Большие ко очень короткие,
Чувствительность к перемещению, к перег-
рузкам по току.

3) При высокой температуре T нежелательно их
применять. ϵ невелика, быстро разряжаются
Примеро. к малое сопротивление.

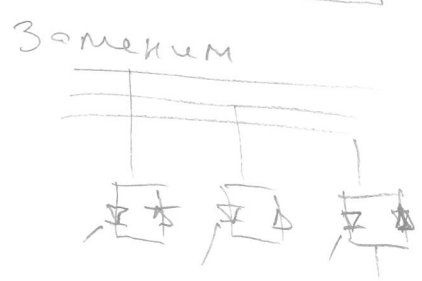


При включении будет запаздывание, но у схемы у самой
есть запаздывание: тиристор включив-
шись, не выключится на половине
периода.

Как можно сэкономить? Если есть "0" провод,
то годится для несимметричной нагрузки.
а если нагрузка симметричная

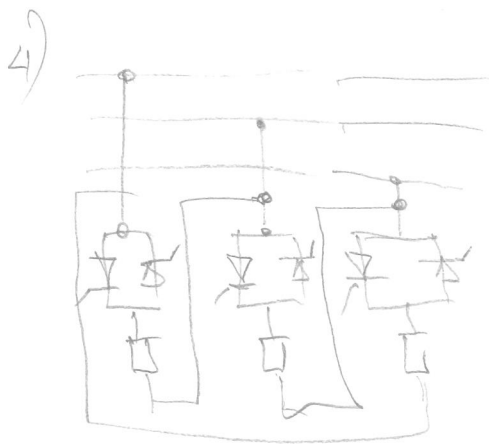


Если $V_{кз}$ \Rightarrow во всех фазах
течет ток. Если выключу-
ю по одному проводу тогда не-
пойдет ток.



- 1) 12 схема Δ \times Δ - 6 ВТ
- 2) ' - Δ Δ 4 ВТ
- 3) ... для симметричной
нагрузке Δ Δ 3 ВТ, 3 ВД.

Если ничего не протекает, ничего по диодам не
протекает. На диодах падение напряжения



4) --- 6 VT. Лекция 9
18 апреля. 6

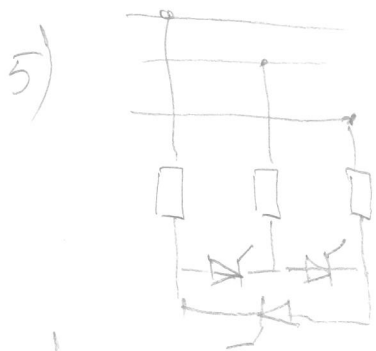


- обобщенная схема



- Экономия тиристора
тока
 $\frac{1}{\sqrt{3}} I_T$ - ток тиристора

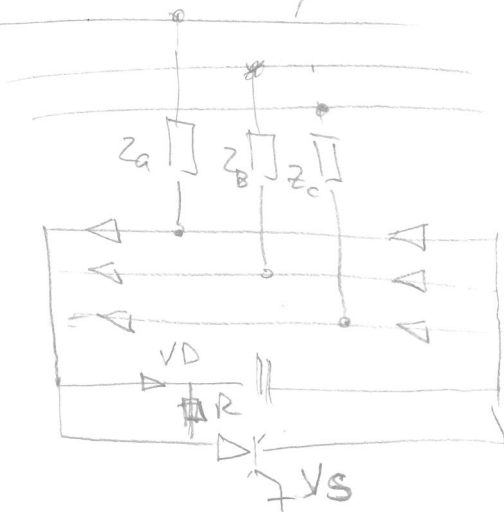
Тиристоры меньшей мощности



поставил перевернутой выключатель.
применяется только для звезд

5) --- 3 VT.

6) на записанных СТП.



Конденсатор будет заряжаться
еще и больше от сети и от
индуктивности.

VD и R нужны этого. не
повредится VS.

Конденсатор разрядится на
тиристор. Большой ток разряда

чтобы этого не случилось. R через него разр.

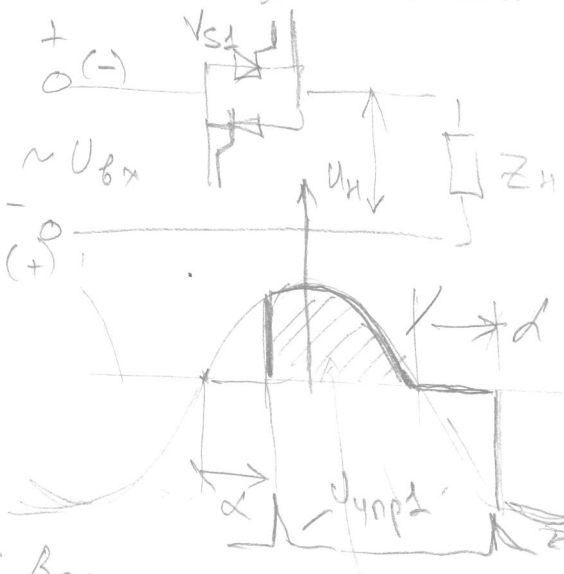
Когда C - заряжается - без резистора, когда
разряд - через резистор.

Когда я включаю ток в индуктивности есть
энергия. В предыдущих схемах тиристоры
включались естественно, при 0 тока.

Импульсный метод (выключение)
В кас-ве
Для плавных регуляторов (углом ~~а~~)
напряжения используются схемы 1) 3) 4). Не использу-
ются 2) и 5).

Схема 1 - самая универсальная.

$\sqrt{3}$ - 43% почти в половину.



$$U_{вх} = \sqrt{2} U_{вх} \cos \omega t$$

* Варианты нагрузки:

- 1) $Z_H = R_H$ Если $\alpha = 0$ - напряжение максимально
Если α увеличить до 180 напряжение будет
равно 0.

Правильно определять действующее напряжение.

$$U_H = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_{-\pi/2 + \alpha}^{\pi/2} U_H^2 d(\omega t)} = U_{н\text{итарис (входа)}} \sqrt{\frac{1}{2\pi} [(\pi - \alpha) - \sin 2\alpha]}$$

Отрицательная полуволна вквороте.

Напряжение не синусоидальное. А гену равна первая гармоника.

$$U_{нагр}(\sin) = \frac{U_{вх}}{U_{пит}} \frac{(2\pi - d) + \sin 2d}{2\pi}$$

$$U_{нагр}(\cos) = \frac{U_{вх}}{U_{пит}} \frac{-1 + \cos 2d}{2\pi}$$

Интересует 1-я гармоника, для мягкого пуска двигателей

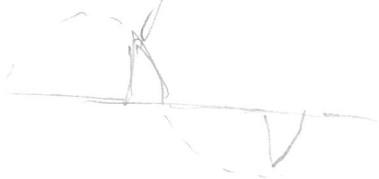
$$U_H(1) = \sqrt{U_{нагр \sin}^2 + U_{нагр \cos}^2} =$$

$$U_{вх} \sqrt{\frac{1}{\pi^2} [(\pi - d)^2 + (\pi - d) \sin 2d + \sin^2 d]}$$

14''

Если использовать такую схему с двигателем, обмотки - индуктивные

Есть угол сдвига $\cos \varphi$ для активной нагрузки!



Откуда берется реактивная мощность?

$$\tan \varphi =$$

отношение
реактивной
к активной.

Неправильно взял

Синусная составляющая совпадает с синусной составляющей сети.

А косинусная опережает, а косинусная отрицательная.

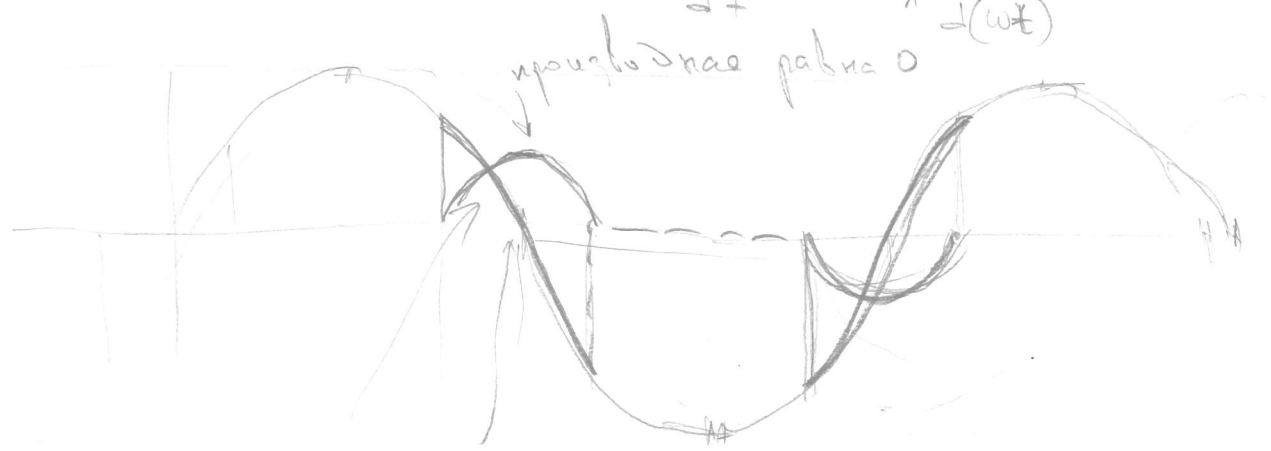


$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \varphi = \frac{Q}{P} &= \frac{-U_{\text{нар}} \cos \alpha}{U_{\text{нар}} \sin \alpha} = \frac{2 \sin^2 \alpha}{2(\pi - \alpha) + \sin 2\alpha} = \\ &= \frac{\sin^2 \alpha}{(\pi - \alpha) + \sin \alpha \cos \alpha} \end{aligned}$$

по нем построим
регулиров. график

2й случай. $u_H = \dot{i}_H R_H$

$Z_H = jX_H$ а здесь $U_H = L_H \frac{d i_H}{dt} = X_H \frac{d i_H}{d(\omega t)}$



симметрична относительно (.) где 0.

производная тока пропорциональна напряжению.

Форма кривой зависит от характера нагрузки.

$$U_{\text{нар}} = U_{Br} \sqrt{\frac{1}{\pi} [2(\pi - \alpha) + \sin 2\alpha]}$$

отличие в $\sqrt{2}$ раз. — отрицательное полувольт не будет

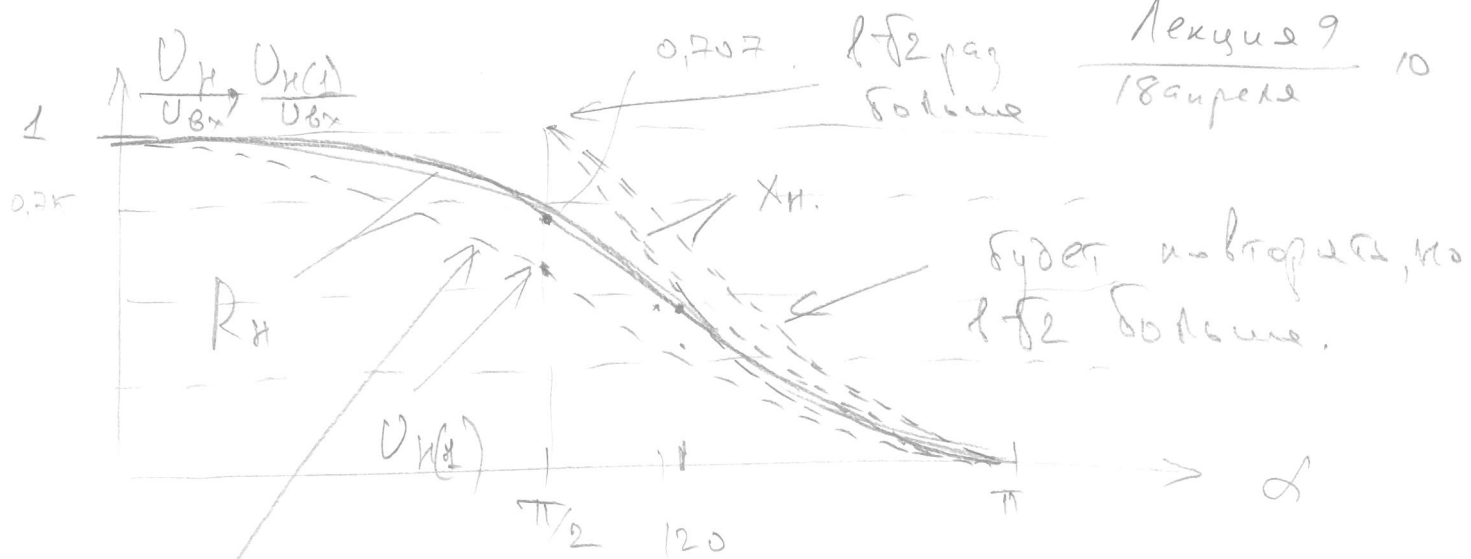


если активная, то и будет.

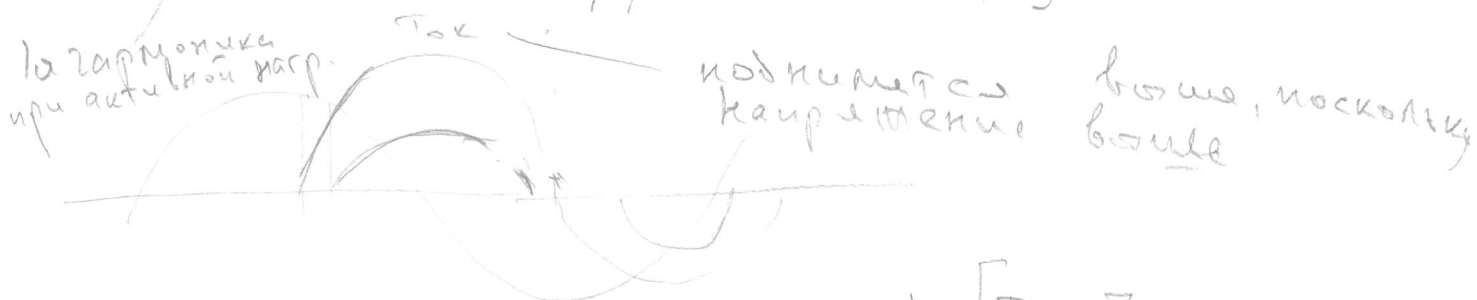
$\cos \varphi$ будет равна 1, останется синусоида

$$U_H = U_H \sin = \frac{2(\pi - \alpha) + \sin 2\alpha}{\pi}$$

18 апреля



в случае активной нагрузки $\alpha \in [0, \pi]$



при $\alpha = 90^\circ$

$$\alpha = \left[\frac{\pi}{2}, \pi \right]$$

если сдвинуть то при $\alpha = 90^\circ$ сойдется.

Нагрузка емкостная не применяется.

Скачком подавать напряжение на конденсатор.

Ток $\rightarrow \infty$, 100 раз за период броски тока.

Энергетически очень не

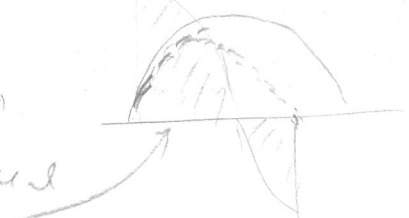
$$3) Z_n = R_n + jX_n. \quad U_n = i_n R_n + X_n \frac{di_n}{dt}$$

в период момента как с индуктивной нагрузкой.

из $U_n - i_n R_n$.

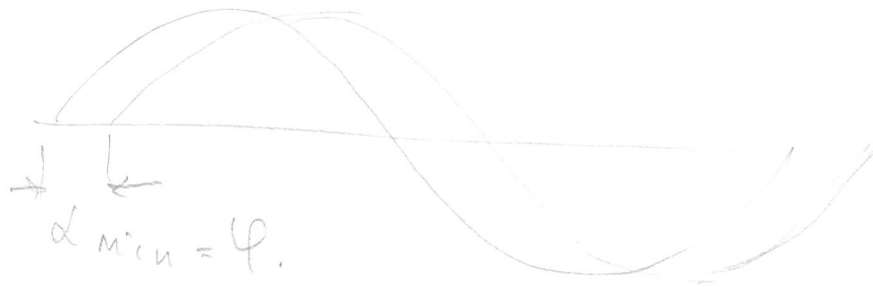
ток начинает заповедать свой рост

отрицательная часть напряжения будет меньше положительной



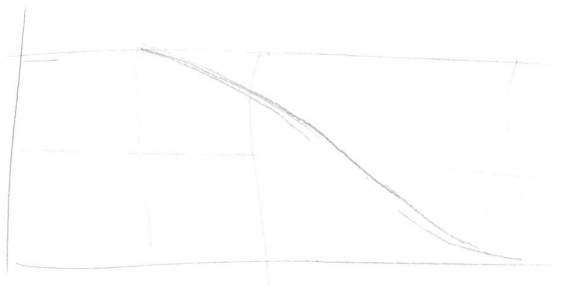
Знают встретятся при угле
меньше чем 90° . И полная синусоида
будет левее 90° .

Если известно x и R при каком α встретятся.
встретятся при $\underline{\varphi}$



Если α его сдвину-появится перерыв в токе
и уменьшится напряжение.

$x = R$, $\tan \varphi = 1$ Знают $\varphi = \frac{\pi}{4}$ - нагнется.

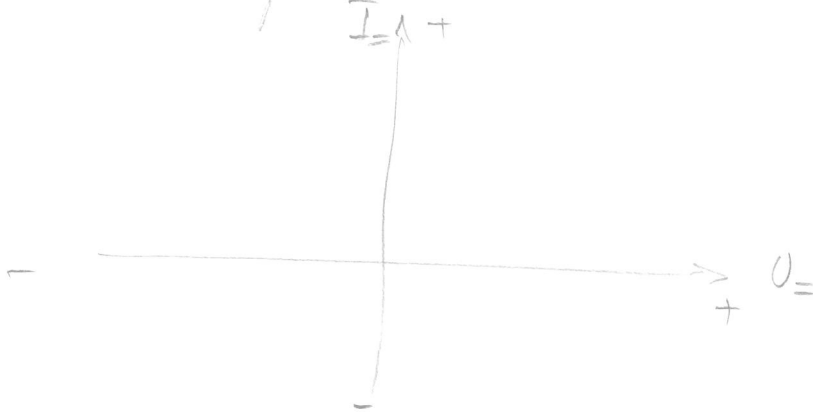


Находят применение - там где требуется
регулировать действующее значение пере-
менного напряжения.

SOFT STARTER - устройство плавного пуска.
устройство управления - устройство, содержащее
датчики тока с помощью которых
поддерживается нужной режим.

Ампульские преобразователи переменного тока
 напряжение
 число квадрантов.

Одноквадрантный, когда регули-
 руется только 1 квадрант.



1535, 1735
 Четверть II