

11.7.02.2015

Дисциплина называется Силовая Электроника

Силовая Преобразовательная техника  
Энергетическая Электроника.

Кафедра РАПС - первая в стране кафедра  
Электропривода.

с 1969 года на кафедре, с 1966 года в аспирантуре.

Исследование началось с Промышленной Электроники  
~~Промышленное~~ приборов и устройства  
какие наука о приборах и устройствах, используемых

П.Э. - это продолжение ТОЭ в области неки-  
ненных устройств.

Ч.5. незаменимо для современного инже-  
нирия. И. оказались недостаток

приборы  
Электронное управление }  
Электронное устройство } хранение, обработка  
Управление  
информации

Было около 200 раб., на силовую Электронику  
780 раб. Сейчас курсового проекта нет  
Методичка по курсовому будет полезна для  
расчетов.

Исследование относится к силовым устройствам,

- Электрические машины (рт)

1. Генераторы  $\Gamma$

2. Абсорбенты  $M$

3. Трансформаторы  $T$

4. ОЗ - преобразование Электрической энергии из одного

Какое напряжение Р, В, Т

12 02

Что в рожке?

У  
f

и - звено раб

"Форма"

Г, преобразует механическую в электрическую

Аккумулятор не заряжать переменным током

Электродиз - алюминий из бокситов, требует постоянного тока

Управление двигателем в производстве.

Что такое б. Аир Q.M.T, 02

Бирт - не круглое суппорта, предупреждение когда не работает. Б - не загруженное полностью

(T) по мощности больше бирта, б средний

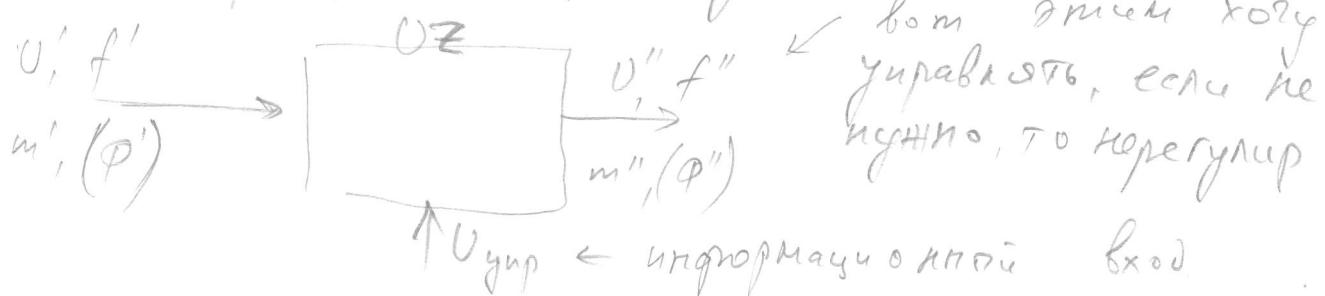
от б до потребителя 3,5 трансформатора

10, 6, 35

Электропривод - двигатель, управляемый  
механизм  
электродиз, гальваника

1202

Задан бирт, на который у санара нет ответа



Силовое полупроводниковое приборы

Нарисуто УГО прибора



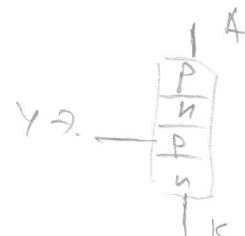
транзистор, ионевой с  
изолированным каналом,

3 отквадратной или индукцир, контакта

Чем силовое отличается от несиловых,  
напряжность, загарито

Упр

запираемый тиристор  
канал типа n



в течение 2х недель по 1/2 учебнику на

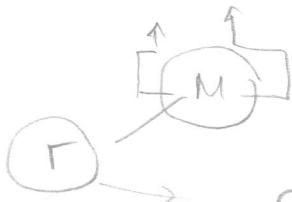
(12/15) СПР - силовое полупроводниковое приборы, и по  
программе не отведено ни около часа

Изменение применение с серединой 20 века.

1. Всего было многое приборов, электровакуумное  
Чем хуже. Будем оценивать с 2 силовой.

Нем никаких приборов ионные, электровакуумные,  
на планете.

Были механические преобразователи



и могут на выходе то это  
мне нужно.  $\mathcal{E} \rightarrow M \rightarrow \mathcal{E}$ . Установок пре-  
образователей КПД самой главной параметр.

В компьютере всё по другому

Управляемый прибор

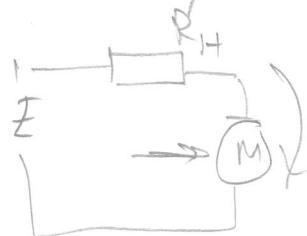


Управл.

Сопротивление меняется? явно регулируется, значит R  
меняется, значит не могу силовой прибор использовать.

11

Земь отключаемая ЗДС от напряжения  
Если в розетке ЗДС или напряжение.  
Напряжение ХХ будем считать ЗДС. ЗДС + нагрузка сопр.



ER - максимальный ток

если в 2 раза уменьшить  
то  $R \uparrow$ , не зайдет управление  
через R.

записать!

Все полуавтоматическое приборы должны работать  
исключительно в квадратных рецимах. - Ненужное правило

исключение - <sup>Если</sup> мощности не очень большая  
передумано отводить мощность от прибора.

Квадратные рецимы, импульсный рецикл  
квадратные рецимы, 0, 100, 0, 100 - 50%



500 герц

Таким образом <sup>обратимся</sup> сама нагрузка,  
если недостаточно, то добавим диоды. (1234)

заголовок

предупреждение, пошутил тех кто не сидит  
у чебышек московского энергетического института  
Преобразователи  $P$ , а количество часов  $\downarrow$   
 $\&$  там бабы, но если не ошибаю, то зрен  
давать

бюджет

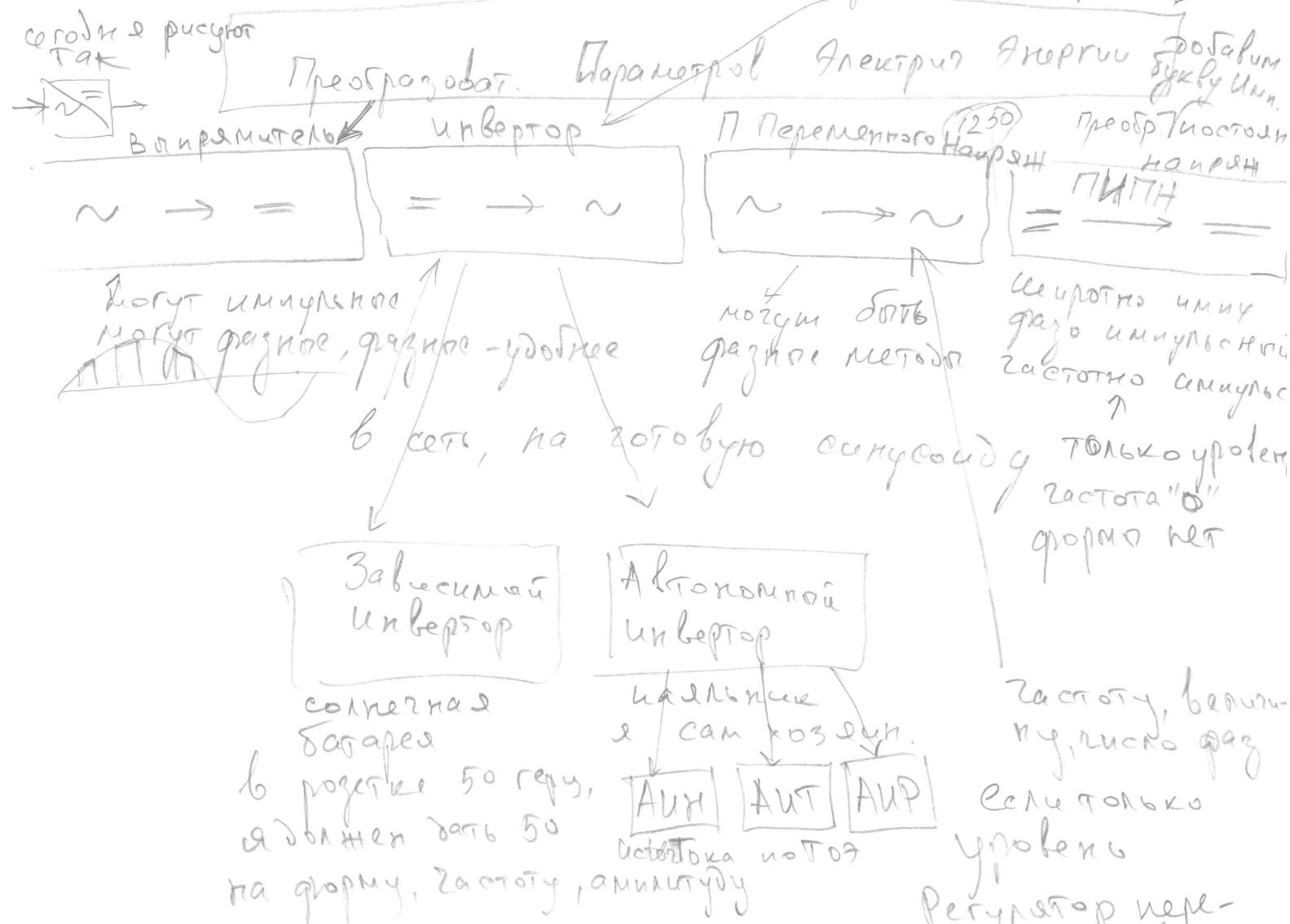
Э много классификаций наладки классификатора -  
цифровой признак. На противопоставление  $\sim =$  тока:  
тока. Вспоминается напряжение или тока, некоторого порога  
 $I$  - основная работа,  $V$ -данные средством получения  
типа. Можно говорить и то и другое

Класификация + схемы П.Преображен

11

- 05

электронные = полупроводниковые приборы инверторы



AИИ - формируется на основе кривого напряжения

14

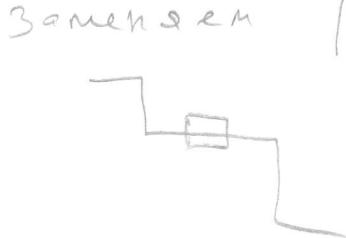
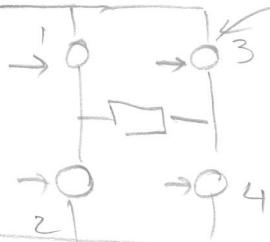
06

AИТ - — " — " — " тока

13<sup>03</sup>

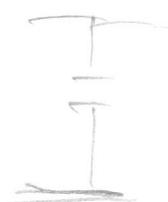
и помните, что приборы с катодом рентгена

+ — заменяют рубильниками.

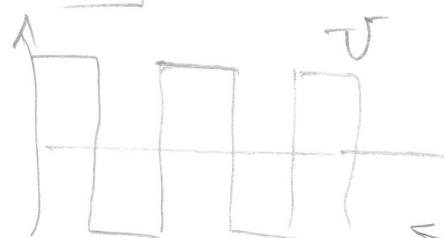


ток течет следуя направо

известно.



это направление



I

+

-

активное сопр.



I

+

-

индуктивное

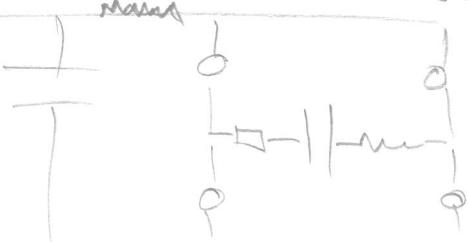
Конденсатор в катоде нагрузки неиз

$$i_c = 4 \frac{du_c}{dt} \quad \frac{du}{dt} - \text{затухание}$$

13<sup>09</sup>

Если неизд. по времени ходится то мот/но.

макс  $\leftarrow$  добавлен



Возьмем в катоду ток это индуктивности



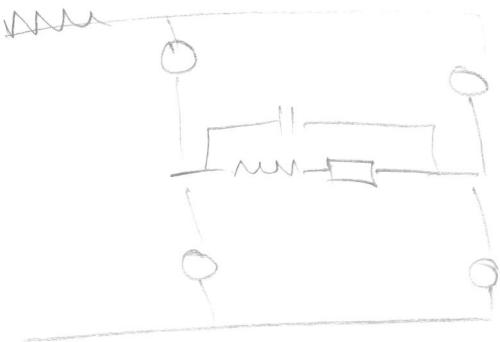
I  $\leftarrow$  если добавить

а теперь индуктивность

нет. Если не бывает инду-

ктивности, то индуктивность в

нагрузке неиз

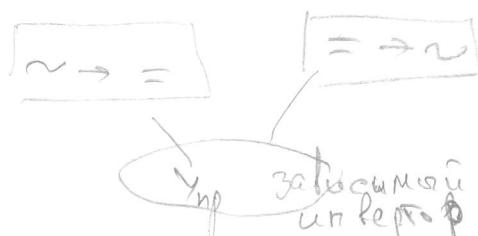


81 07

AUP - Это резонансного типа  
автономной инвертор  
Для нашей специальности не очень подходит,  
закатка стала. Значит работу изменить все можно.

Сокращаем количество до 8

Генератор  $\leftrightarrow$  мотор



Упр зависимый  
инвертор

Если энергия идет в обратную сторону  
Управляемой бордом.

ИПР  $\leftrightarrow$  Реверсивный бордом

при одном направлении тока!

а если поставить борд Транзистор

и ток и напряжение можно

$\sim$  это постоянное, которое меняется по уровню  
и направлению

$$50 \rightarrow = \rightarrow 500$$

Непосредственной - 2x ступенчат преобразователь.  
преобразует частоту со звуком  
постоянного тока.

Это классификация однородных преобразователей

Когда преобразователь

ИПЧ - одноступенчатый

$$\text{(реверсивный) аисторенного} = \text{AH}$$

13<sup>26</sup>

перевод  
го 1345

осталось 8, но неокна классификации

$\boxed{1= \rightarrow =}$  → по квадрантам.

Другие классификации имеют признаки

2) по типам силовых модуляторов приборов  
управления —  
нечувствительное — однозначно тиристоры

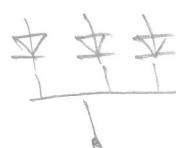
тиристоров достаточно много

тиристор — отпирание, незапирание по управ-  
лению между симистором

3) параметр — тип силовой схемы

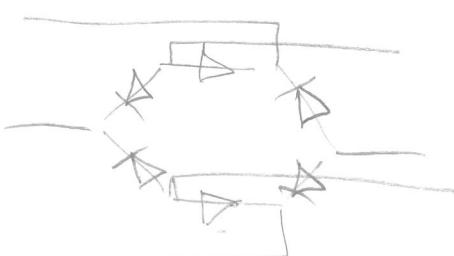
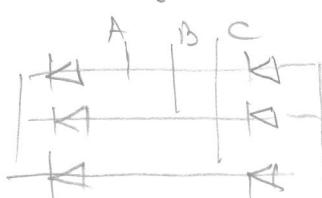
нулевое схема — трансформатор с фазами отсеки  
мостовые — содержит 2 нулевых. (Фаза схема —  
кольцевые  
комбинированное)

A B C



← так не говорят, это эта форма "0"

мостовая



4 признак

11

09

с трансформатором или без

Трансформатор может быть и на входе или на выходе

на входе  
вашп

) на выходе  
инвертор

5 признак - число фаз

6 по уровню напряжения  $> 1000$  Вольт

6 последних гостах по среднего уровня напряжение

6110135

6 признак - по назначению

для возбуждения

для зарядки (электромобиля, ПДА)

для гальваники

1401.

7 признак - по конструктивному обозначению

IP - защитная оболочка от окружающей среды.

IP = 0 - открыто

IP = 65 - герметичное

Классификация ? на неё буду ссылься.

1404

По приборам или перейти к первому типу, фиксируем  
диоды, тиристоры - обычные  
Биполяростабилизирующие  
шотки

Симисторы (симисторы)  
Запирающее

Транзисторы - биполярные

униполярные ( при переходом  
с изолированным  
затвором -

- биполярно-  
канал  
индукции

Варисторы

стабилитроны / кремниевые ограничители)

Безде акцент на большую мощность

# Энергия Диапазон мощности

A1

10

Р современных силовых устройств, зарядка телефона

$U = 10^0 \dots 10^4 \text{ В}$  (линия передачи пост. током  $10^5$ , батарея  $10^6$ )

$I = 10^{-2} \dots 10^4 \text{ А}$

$P_p = 10^{-1} \dots 10^6 - 10^7 \text{ Вт}$

$f = 0; 0 \dots 50, 100, 200, 400 \text{ Гц} \quad 10^4 \text{ Гц} \quad (10^5 \text{ Гц})$

Частоты, используемые в генераторах, не работают частота  
даже микроГерц

$1 \text{ МГц}$  — это сопротивление значительное

$10^{17}$

## Вопросы

Установки большой мощности всегда трехфазные

в квартирах разводятся так, чтобы направление было одинаковое в среднем для разных фаз

Однолинейное представление много изображение однородной



0

$$u = f(t)$$

E

e

I

i

генерирующее или среднее квадратичное  
но направление постоянное и пульсации

direct — прямое, биполярное



direct постоянное большое токи

III — переменного тока.

Структура генератора

CYB



постоянного тока

S — switch.

QF — 1 силовая цепь



$$C = \epsilon \frac{S}{d}$$

↙ бокшое  
↙ малое  
иленка

11

Электроакустический конденсатор - пронитан разрывором проводящим. Содержит иленка,

Включается, но включению не заходит спираль

333 Трансформатор рисунок и так.  
333

VБ - Выпрямительный блок  
на базе выпрямителей есть диод

1434

СУВ - система управления выпрямителем  
Диагностика  
измерение  
сигналы для  
контроля  
запуска

Чтобы преобразовател.

Назначение трансформатора

1) Т - изменяет уровень напряжения

1)  $U_1 \rightarrow U_2$

2) Т - преобразование звука разг

2)  $m_2 \rightarrow m_1$

3) гальваническая развязка

Т.К.З.

4) сопротивление к.з.; ограничение тока кор. замыкания

Устройство должно быть способно к токам к.з.

Чтобы к.з не разыгрывалось, не должно приводить к  
повреждению других приборов.

Есть терм., динамик; б/c это  $I_{K3}^2$

$I_{K3} = 100$ , Наред  $10^4$

Специальное токоогранич. реактор

$I_{K3} \sim$  кратен  $I_{ном}$   $5 \div 10 \div 15$  раз.

Производственное помещение, где в трансформаторе,  
а для стакнов это мало.

12

$T^{\leftarrow}$  - естественный ограничитель

- 1) в некоторых случаях
- 2) можно бороться
- 3)
- 4)  $\leftarrow$  если только это, то ставим



TOP - токо ограничивающий реактор 1446  
норма скажу, что это скорость коммутации

СУВ

||



исправить



СУВУ - система импульсто-фазового управления  
реализуется теми же программными средствами.  
на микроконтроллере, выходной сигнал через усилитель  
мощности подается сигнал.

Решение.

Всегда задаю вопрос:

что такое

$R$  - это коеф. пропорционально  $\frac{U}{I}$   
 $L$  - коеф. индукции,  $\frac{\Psi}{I} = \frac{w\Phi}{I}$   
 $C$  -  $\frac{q}{\Psi}$

Итоги из этих величин приносим в физическую  
 $R$ -это коефи! и нашее слуги КПД на нефть  
месте!

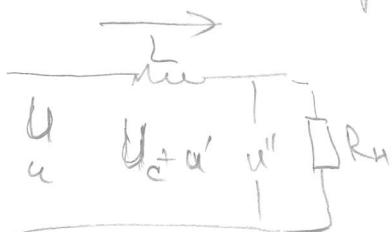
1)  $L$   
2)  $C$

3)  $L-C$

$C-L$  - Г-образная по ТОЭ форма  
 $C-L-C$  Т-образная

Основные характеристики фильтра:

б) сколько раз снимается пульсация



Обмотка возбуждения якоря -  
это хорошо?

Коэффициент =  $\frac{U''}{U'}$   
фильтра

$$Z = \sqrt{R_H^2 + (\omega L)^2}$$

14

13

ОТсюда козг фильтра =

$$\frac{U'}{U} = \frac{Z}{R_H} = \sqrt{1 + (\omega T)^2} \approx \omega T$$

Симметрия 

$$\omega T = 4''$$

Пулемащие до установки на пульсацию и т.д.

Будем очень хорошо действовать когда будем  
запод, будем их запирать.

Козг. сглаживание фильтров - самостоятельно.

Зарисовать схему

Это классические реактивные фильтры.

Существуют резонансные фильтры.



$$\omega_{Res} = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

теоретически задержит полностью  
он амплитуды только на одной  
частоте

1510

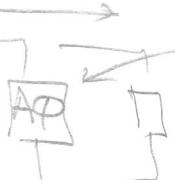
Фильтр-пробка

на оставшуюся  
зубатку.

$\omega_{Res}$  - здесь на резонансной  
частоте сопротивление  $\infty$

8

последнее: Активное фильтры.

Активный генератор переменной составляющей  


в противовес добавлен.

Это тоже это резонансный фильтр  
но... Это тоже преобразователь

1515

# 1.3. фильтр и транзистор.

11

14

Автоматический аппарат - раскальвани

Элементы защиты

Лис пока не горят изолируя  $170 \pm 180^\circ$

Основной элемент ПП- кристалл очень малых размеров

$T_1$  Рактор, М - можно перегрузить в 10-ки раз.

ПП- граммо. Защита по току очень быстра.

TA- Зималь. Короткение -  $\frac{\text{запас}}{\text{от}}$

ПП- прогностическая обратного при перехода ограничена.

малое время для защиты по току  $\leftarrow$  быстродействие.

а по напряжению защита тем. Переизнанение

Состоит в том, что при переизнании на недопущенное распросирательство со света

переизнание

из-за малой теплопроводности.

По току защита  $10^{-3} \dots 10^{-2}$  сек

Существуют быстродействующие плавкие предохранители

$I^2t$  - мощность.



Обычное  $\nparallel$  олово+мед. Пользуются плавкой бомбкой из технического серебра 99.9% - техническое чистое серебро (драгоценный но не благородный металл) плавкая бомбка должна быть меньше чем 170.

Энергия близко сгорала - она должна быть 11 15

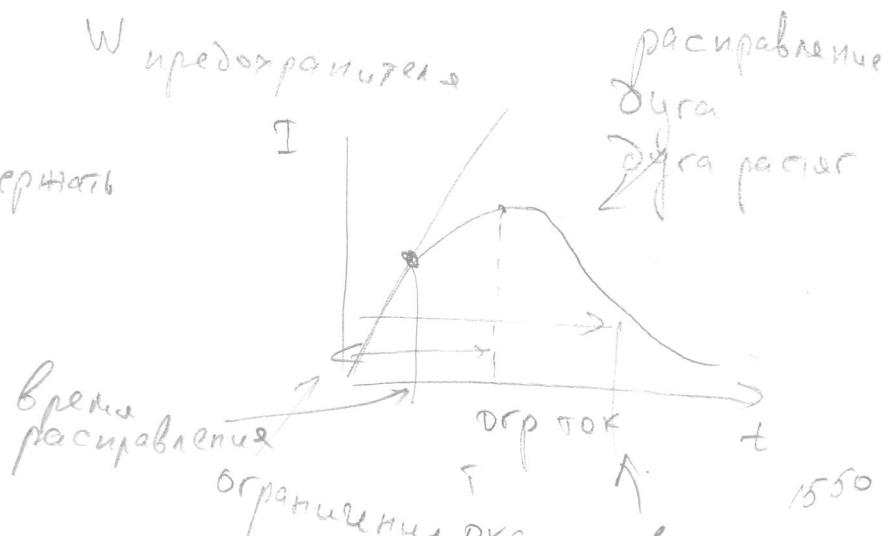
затраты в компрессии

$$W = \left( \int_{t_1}^{t_2} I^2 dt \right)_{\text{тиристора}} > W_{\text{предохранителя}}$$

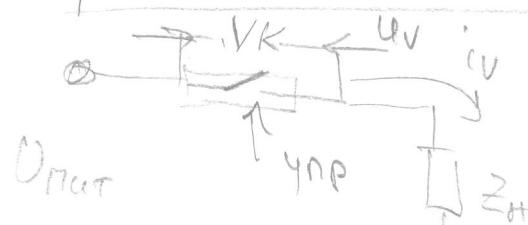
Тиристор может выдержать

$I^2 R$  - мощность

$C \times \text{температура}$

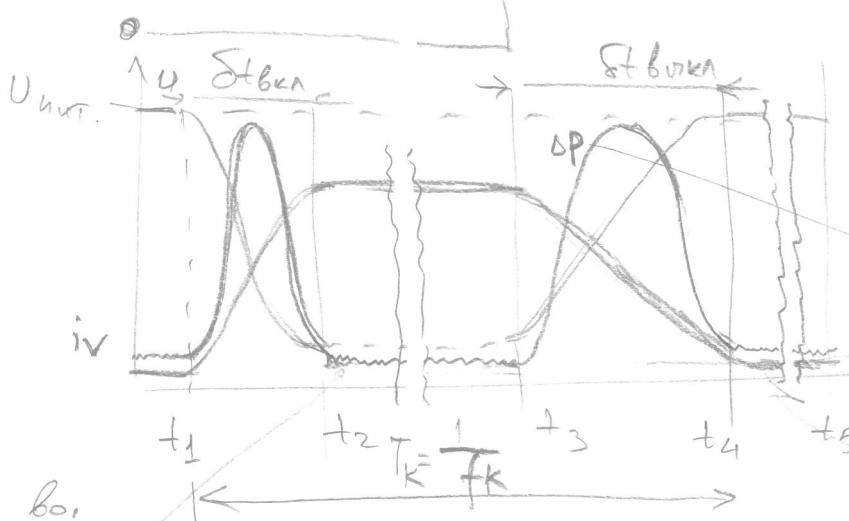


Требование к диодному резистору



всёна проводимости  
но селенокислое пробегает  
не мгновенно

VD  
VS  
VT  
VK - КАНОЗ - но горят



Как правило,  $\Delta P_{\text{старт}} > \Delta P_{\text{стопка}}$

Построим  
кривую мощности  
это тепло  
 $\Delta P = i_V D U$

Энергия в сек - падка мощности.

$\Delta P = \frac{W}{T_K}$  - Энергия в сек, мощность

$$= f_K \int_{t_1}^{t_1 + T_K} U_V i_V dt \leftarrow S$$

- 1) мощность  $i_V$  выражается открытой зависимостью
- 2) мощность в закрытом

$i_V \gg 2$

$f_K$  - энергия потерь на переключении.  
Чем больше частота, тем больше потери, но за счет этого излучения

Основное типы силовых полупроводниковых приборов

Приборы неуправляемые - диод

стабилитрон

КСОН - кремниевый стабилитронный ограничитель напряжения



варистор



16'6  
про сирийч.

транзисторы МДП - метал-диэлектрик полупроводник

МОП - метал-оксид-полупроводник

Чипонарное с изодиоденным затвором

Вольт-амперная характеристика

Узлы гораздо меньше вольта

Обратная ветвь симметрична

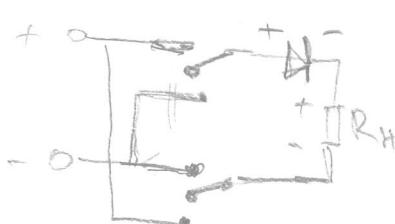
координатах

Для аналитических расчетов - линеаризуют

$$\text{tg}\Phi'' = R_A$$

Все силовые полупроводниковые приборы имеют одинаковую  
формулу  $\Phi'' = \text{крн} = \frac{1}{2} \text{ном}$  - односторонняя проводимость  
полупроводниковой  $R_{A\text{ном}}$ .

Время восстановления запирающих свойств.

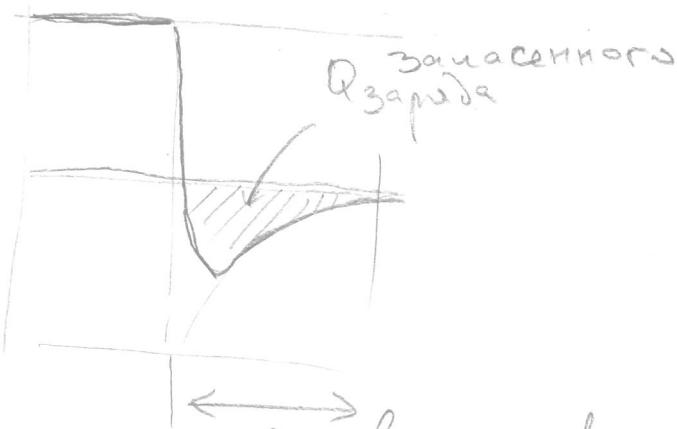


Застой долго - много, а направление нет изменяется

# УПА и неем. Магнитные волны

11

17



Обратный ток диода будет приблизительно транзистору.

Зенеровский диод, стабилитрон 12, 24 В, 300 В.

Используется для ограничения импульсов

