



Тема 15

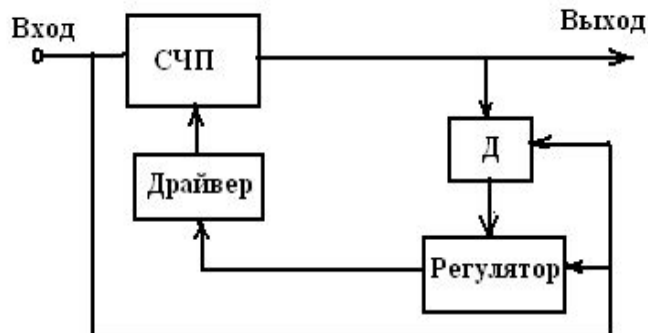
**Узлы систем управления
преобразователями**



Система управления полупроводниковыми преобразователями

- Все преобразователи, кроме неуправляемых выпрямителей, имеют *драйверы - системы управления (СУ)*, в задачи которой входят:
 - обработка информации датчиков;
 - реализация принятого закона управления, регулирование входных параметров преобразователя;
 - формирование сигналов управления ключами, управление ключевыми элементами силовой части преобразователя;
 - включение и отключение силовых электронных ключей; преобразователя,
 - перераспределение энергии между потребителями;;
 - контроль состояния преобразователя;
 - управление защитными устройствами преобразователя.

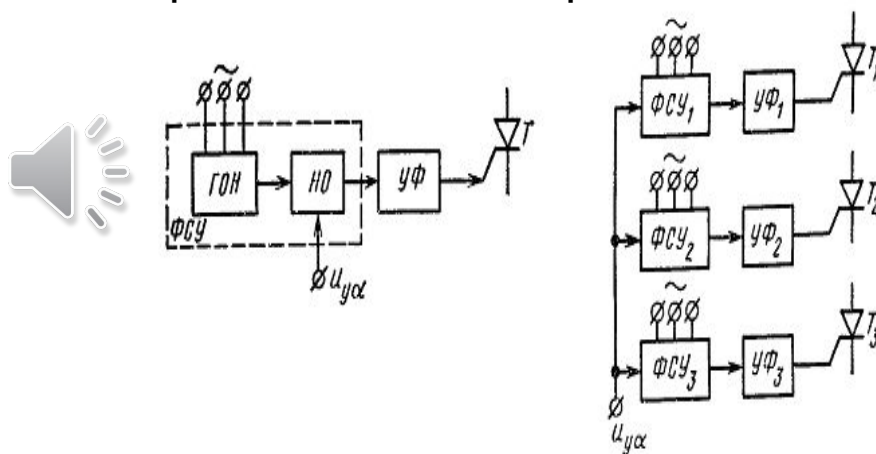
Под системой управления понимают совокупность узлов и решают перечисленные задачи.



Структурная схема системы управления преобразователем Системы управления выполняют по *синхронному* и *асинхронному* принципам.

Синхронная система управления

Синхронный принцип импульсно-фазного управления преобразователями является наиболее распространенным и характеризуется такой функциональной связью узлов СУ, при которой синхронизация управляющих импульсов осуществляется напряжением сети переменного тока.



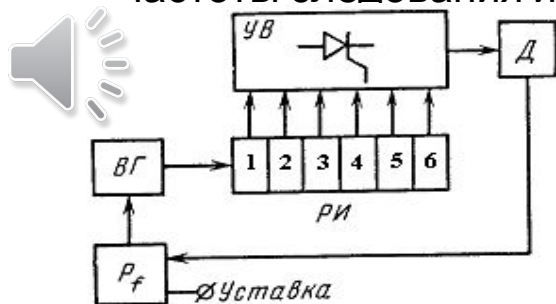
Структурная схема канала управления одним (а) и несколькими (б) тиристорами при синхронной системе управления

В схему ФСУ (фазосдвигающего устройства) входят генератор ГОН опорного сигнала, нуль-орган (НО), усилитель-формирователь (УФ). Синхронные системы управления многофазными преобразователями могут быть выполнены по *многоканальному* или *одноканальному* способам.

В *многоканальной системе управления* регулирование угла α осуществляется от общего управляющего напряжения при строении канала

Асинхронная система управления

- В **синхронных системах управления** момент $t_{и}$ появления управляющего импульса, определяющий угол управления ($\alpha = \omega t_{и}$), отсчитывается от момента перехода напряжения питающей сети через нуль. Подобная синхронизация от напряжения питающей сети осуществляется посредством ГОН. Начало отсчета угла α совпадает с моментом синхронизации или сдвинуто относительно него на некоторый угол.
- В **асинхронных системах** управления импульсы получают без синхронизации узлов системы управления напряжением сети переменного тока. Фазосдвигающее устройство в асинхронных системах управления отсутствует. Угол управления тиристорами в асинхронных системах создается как результат регулирования интервалов между импульсами или частоты следования импульсов в замкнутой системе "преобразователь–



В схеме имеются 6 тиристоров - открываются под действием импульсов распределителя РИ. Угловой интервал между моментами управляющими импульсами фиксирован и равен 60° . Запуск РИ осуществляется от ведущего генератора ВГ, который задает частоту регулятором P_f . Контроль ведется датчиком Д (датчики напряжения или тока, частоты вращения якоря двигателя и т.п.) и напряжения *уставки*.

схема асинхронной
системы
управления
преобразователям

Управление тиристорами выпрямителей с естественной коммутацией

Естественная коммутация реализуется в устройствах (выпрямителях, инверторах, НПЧ) управляемых сетью. Регулятор формирует регулирование угла управления α , т.е. фазового сдвига управляющего импульса относительно момента естественной коммутации.

Задача решается с помощью синхронной системы импульсно – фазового

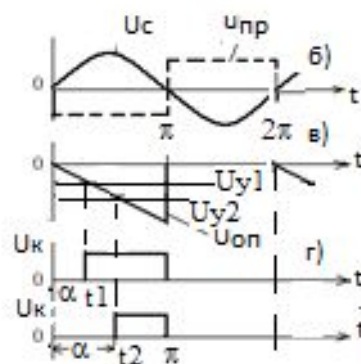
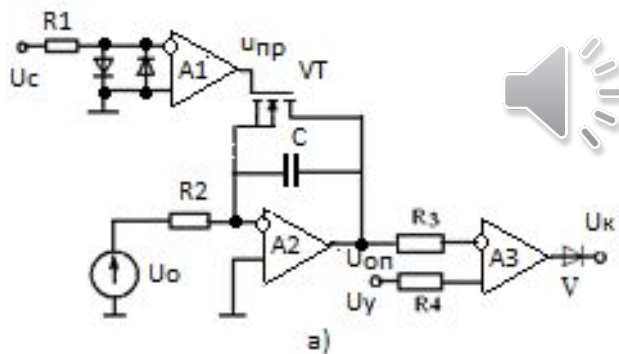


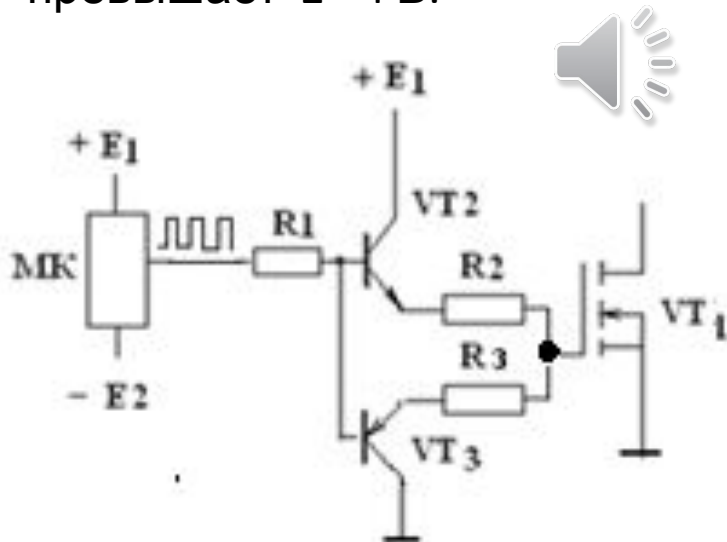
Схема СИФУ (а), диаграмма напряжения управления транзистора (б), пилообразное напряжение и напряжение управления на входе А3 (в), импульсы управления (г). ГОН реализован на компараторах А1 и А2. А1

управляется сетью.

На выходе компаратора A_1 (управляется сетью) имеем прямоугольные импульсы $U_{пр}$ (б). При положительной полуволне сетевого напряжения на выходе компаратора отрицательное напряжение $U_{пр}$ и ключ на полевом VT заперт. На выходе $U_{оп}$ – растет отрицательное напряжение. При $|U_{оп}(t)| > U_y$ в момент t на выходе появляется импульс, с помощью которого драйвер включает управляемый тиристор

Драйверы для управления полевым транзистором и IGBT

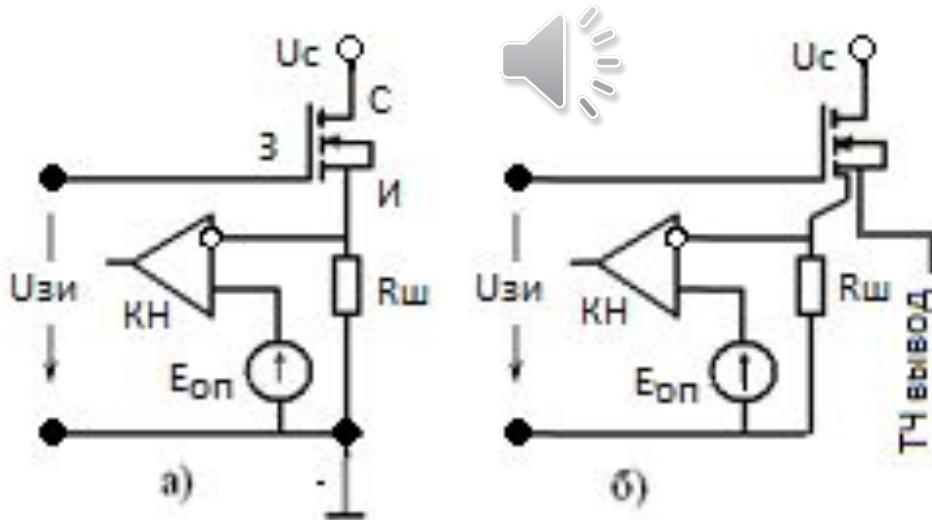
- В качестве силовых ключей применяются в МОП и IGBT-транзисторы (с каналами n-типа) – приборы, которые включаются положительными импульсами, подаваемыми на затворы. Как нагрузка для драйверов, эти транзисторы представляют собой конденсаторы с ёмкостью в тысячи или даже десятки тысяч пикофард.
- При открывании транзистора необходимо его входную ёмкость $C_{зи}$ зарядить, а при закрывании – разрядить. Транзисторы начинают открываться, когда напряжение на их затворе относительно истока превышает 2 - 4 В.



Представлена схема формирователя импульсов управления МОП-транзистора VT13на базе двухтактного эмиттерного повторителя на VT2 и VT3. От генератора на основе микроконтроллера импульсы поступают на базы VT1 (n-p-n) и VT2 (p-n-p); при «+» полярности входного импульса открывается VT1, на затворе VT3 «+» и VT3 – открывается. При «-» полярности входного импульса закрывается VT1, открывается VT2, затвор VT3 –

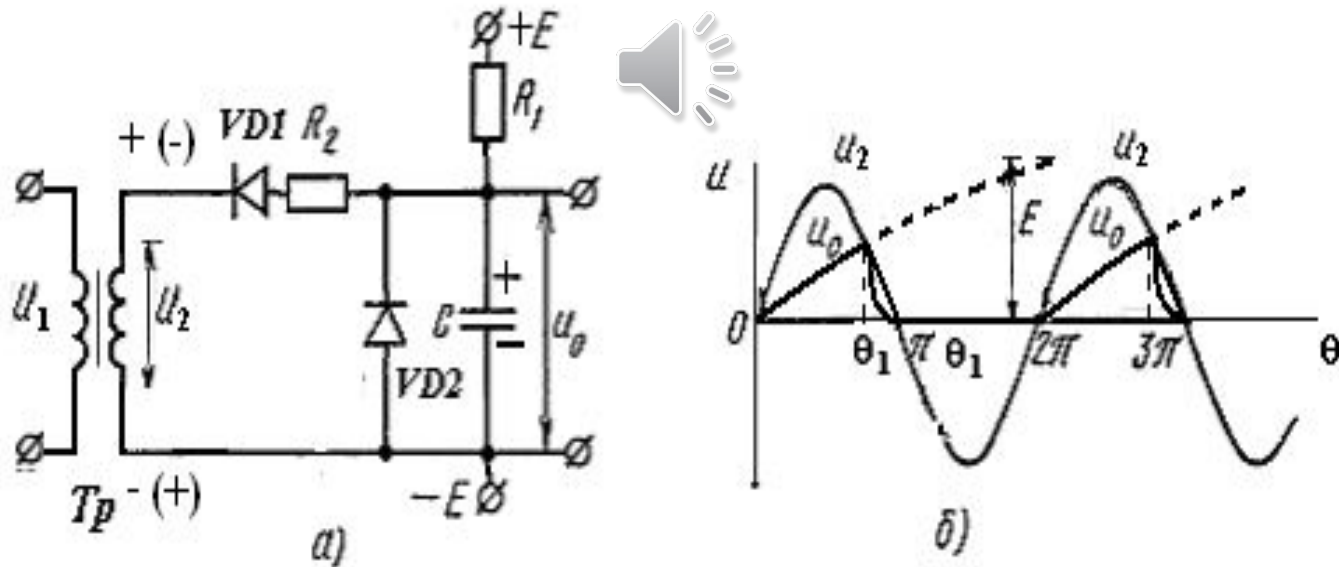
Защита транзистора от короткого замыкания

Защита транзисторного ключа от короткого замыкания (КЗ) (перегрузки по току) контролирует тока истока полевого транзистора (эмиттера биполярного транзистора). При аварийном токе транзистор должен быть заперт отрицательным напряжением $U_{зи}$ на затворе.



В качестве датчиков тока используют шунт $R_{ш}$, напряжение $R_{ш}$ сравнивается с опорным $E_{оп}$ с помощью компаратора $КН$, выходное напряжение которого является аварийным сигналом, за счет которого формируется отрицательный потенциал на затворе транзистора.

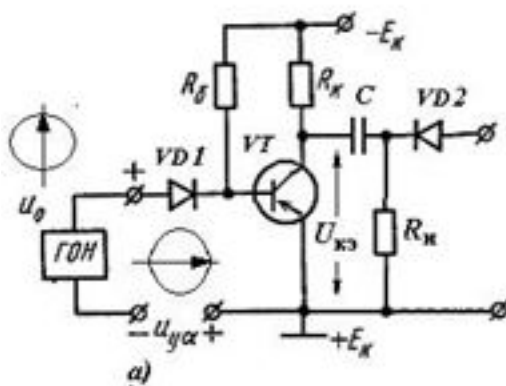
Генератор опорного напряжения



В положительный полупериод $u_2(t)$ на катоде диода VD_1 «+» и он закрыт. С заряжается по цепи: "+E - C - R1 - "-E. В интервале от 0 до t_1 потенциал катода VD_1 более «+», чем потенциал анода, поэтому VD_1 – закрыт. VD_2 закрыт, т.к. на его катоде большой "+". В момент t_1 ($\theta_1 = \omega t_1$) потенциал катода VD_1 «+», станет равным потенциалу анода, а затем – потенциал катода меньше, чем анода, и в дальнейшем VD_1 начинает проводить ток. Диод VD_2 закрыт, т.к. на его катоде большой "+". Конденсатор разряжается через VD_1 по цепи $C(+)$ - R_2 - VD_1 – обмотка – $C(-)$, пока заряд не исчезнет в момент π , на аноде VD_2 растет «+», VD_2 открывается, закорачивая C . Поэтому в интервале $\pi - 2\pi$ C не заряжается.

Нуль-орган

Задача *нуль-органа* - формирование управляющего импульса для открытия тиристора путем сравнения сигналов $u_0(t)$ ГОН и напряжения u_{ya} от преобразователя.



Выходная характеристика транзистора р-п-р

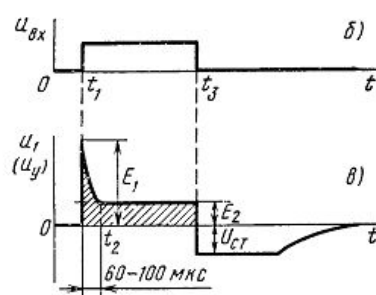
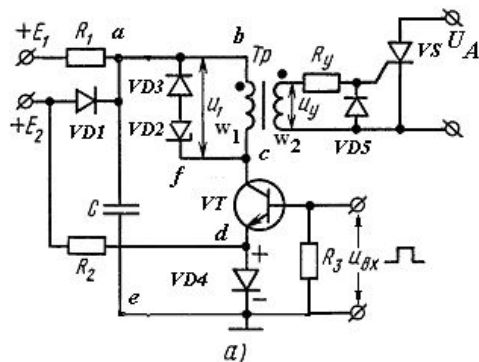
Выходной импульс

При $U_0 = 0$ опорного сигнала через R_b на базу VT подается «-», и $U_{кэ} = 0$ (VT насыщен). Источники ГОН (U_0), и u_{ya} - последовательны. При $u_0(t) < U_{ya}$ VD закрыт, но VT - открыт. В момент t (угол управления $\alpha = \omega t$) при условии $u_0(t) > u_{ya}$ - VD открывается, а транзистор - закрывается.

Сигналом формирования управляющих импульсов для открывания тиристорov служит перепад напряжений на выходе нуль-органа или короткий импульс, получаемый после дифференцирования фронта выходного импульса

Усилитель-формирователь

Усилитель-формирователь УФ предназначен для усиления мощности и формирования управляющих импульсов перед их подачей на электроды силовых тиристоров. В общем случае схема усилителя-формирователя стоит на выходе нуля-органа (НО) и запускается



Транзисторный формирователь с трансформаторным выходом - одновибратор, который запускается импульсом, поступающим от нуля-органа.



При $U_{\text{вх}} = 0$ VT ($n-p-n$) - закрыт, т.к. $\phi_6 = 0$. C подключен к Тр - заряжен. Потенциал коллектора $\phi_c = E_1$ (точка c); т.к. $E_1 > E_2$, то VD1 закрыт. В момент t_1 входной импульс открывает VT и идет ток обмотку Тр: ϕ_c падает от E_1 до E_2 по экспоненте с $\tau = CR_1$. VD1 открывается, на верхней пластине C уменьшается «+». C начинает разряжаться по цепи: $a-b-c-d-e-a$. В момент открытия VT возникает импульс напряжения u_1 на первичной обмотке и вторичной обмотке