

Новосибирский государственный аграрный университет

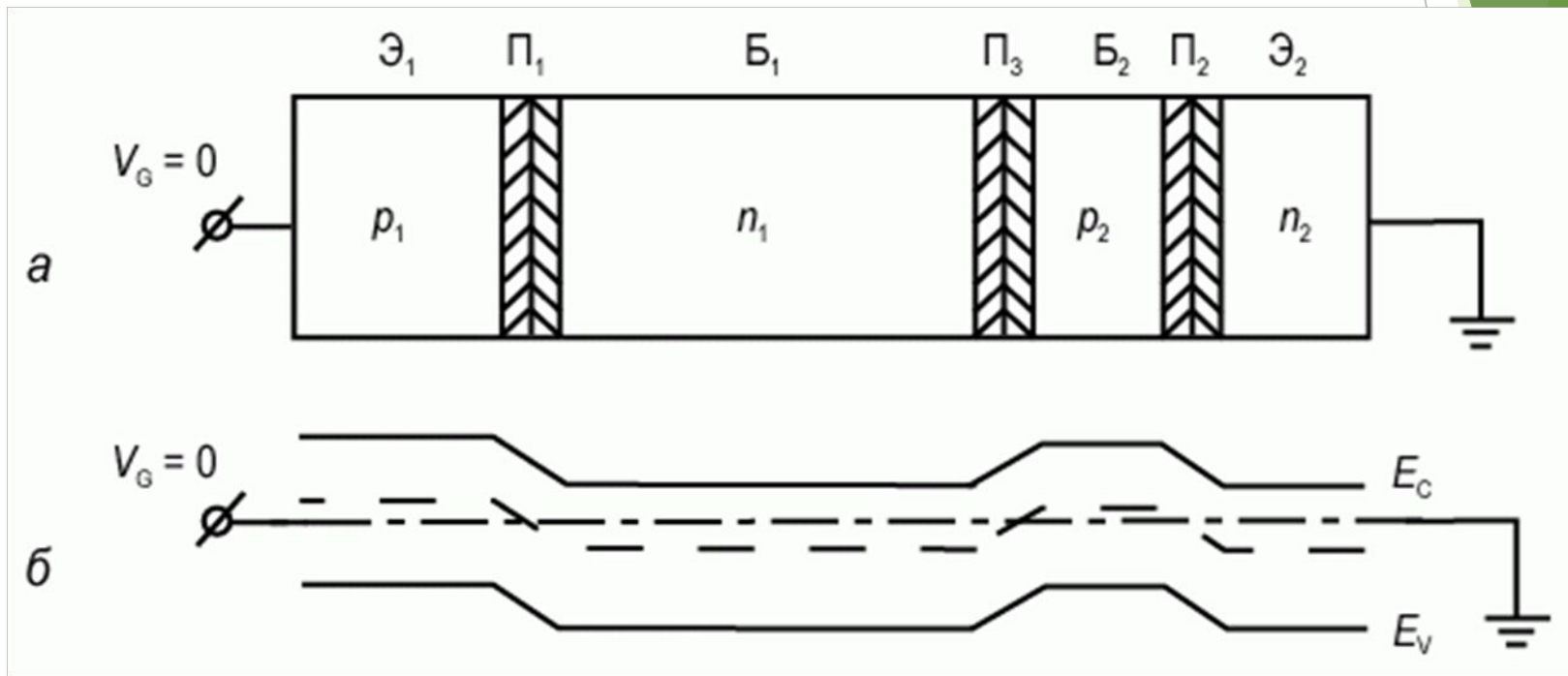
ТИРИСТОРЫ



Выполнил :Титаренко А.И.
3307 гр.

Тиристор... Что это?...

- **Тиристор** - это полупроводниковый прибор с тремя и более p-n переходами, вольт - амперная характеристика которого имеет участок с отрицательным дифференциальным сопротивлением и который используется для переключения.



а) структура диодного тиристора; б) зонная диаграмма

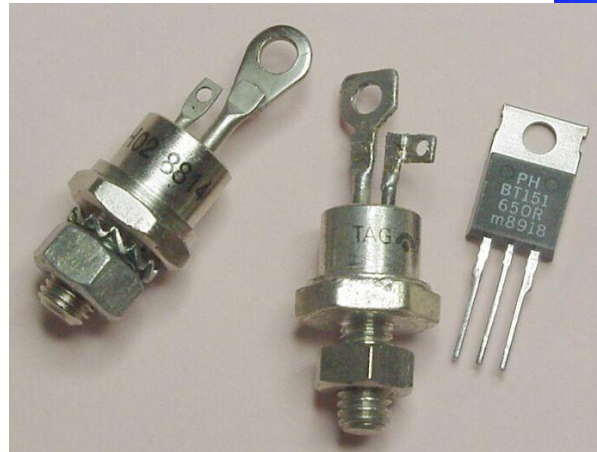
Изготовление тиристоров

Способ изготовления тиристоров включает:

- ▶ диффузию акцепторных примесей в шлифованную поверхность кремния,
- ▶ высокотемпературное окисление,
- ▶ фотолитографию,
- ▶ диффузию фосфора,
- ▶ повторное высокотемпературное окисление и
- ▶ обработку структуры для получения заданного времени жизни неосновных носителей заряда в n-базе.

Конструкция корпуса тиристора

- ▶ Бескорпусный
- ▶ Штыревой с гибким выводом
- ▶ Штыревой с жестким выводом
- ▶ Таблеточный
- ▶ Под запрессовку
- ▶ Фланцевый



В зависимости от конструктивного расположения анодного и катодного выводов тиристоры штыревого и фланцевого исполнения подразделяются на приборы с прямой полярностью и приборы с обратной полярностью.

Применение тиристоров

- ▶ Импульсные модуляторы (в качестве переключающего элемента)
- ▶ Инверторы для ВЧ преобразователей
- ▶ Импульсные регуляторы постоянного и переменного токов
- ▶ Тиристорные стабилизаторы
- ▶ Бесконтактная коммутирующая аппаратура
- ▶ Преобразователи частоты
- ▶ Схемы автоматики
- ▶ др.

Классификация

В зависимости от характера вольт – амперной характеристики и способа управления:

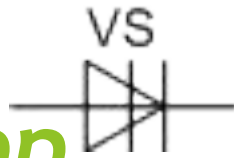
- Диодные тиристоры (динисторы)
- Триодные тиристоры (тринисторы)
- Запираемые тиристоры
- Комбинированно – выключаемые тиристоры
- Симметричные тиристоры (симисторы)
- Оптронные тиристоры (оптотиристоры)
- Симметричный оптотиристор (оптосимистор)
- Лавинные тиристоры
- Фототиристоры



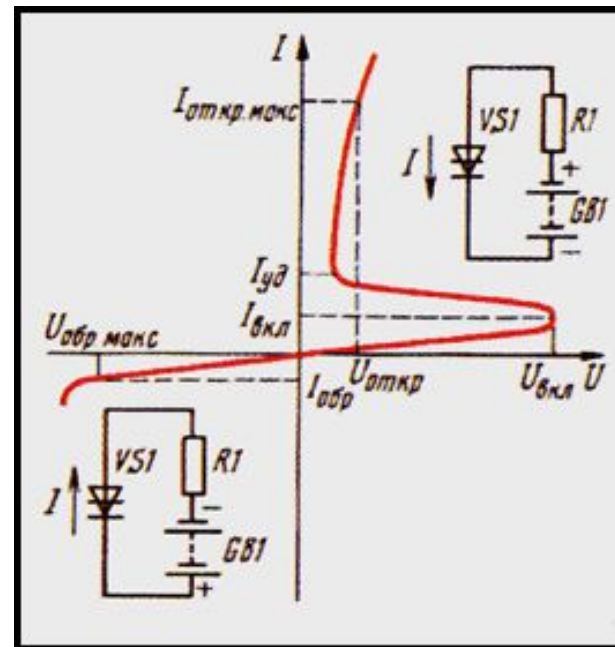
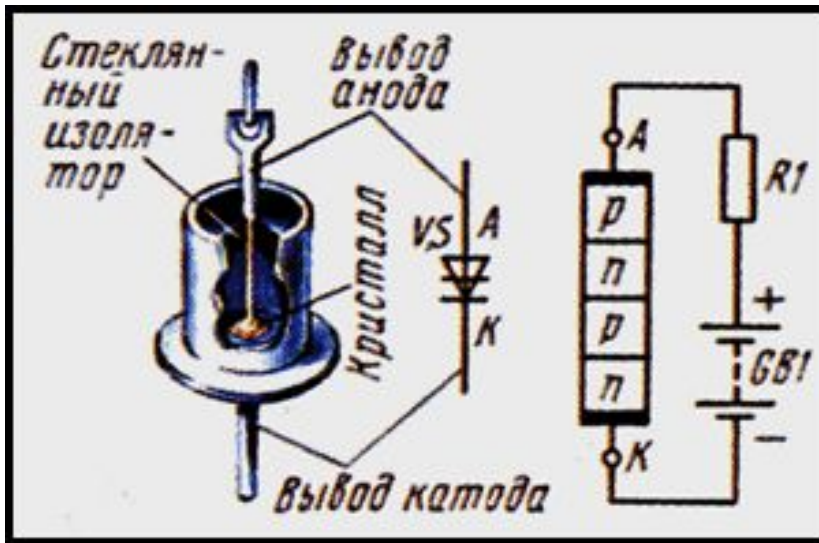
В зависимости от коммутационных параметров:

- Низкочастотные
- Высокочастотные
- Быстродействующие
- Импульсные

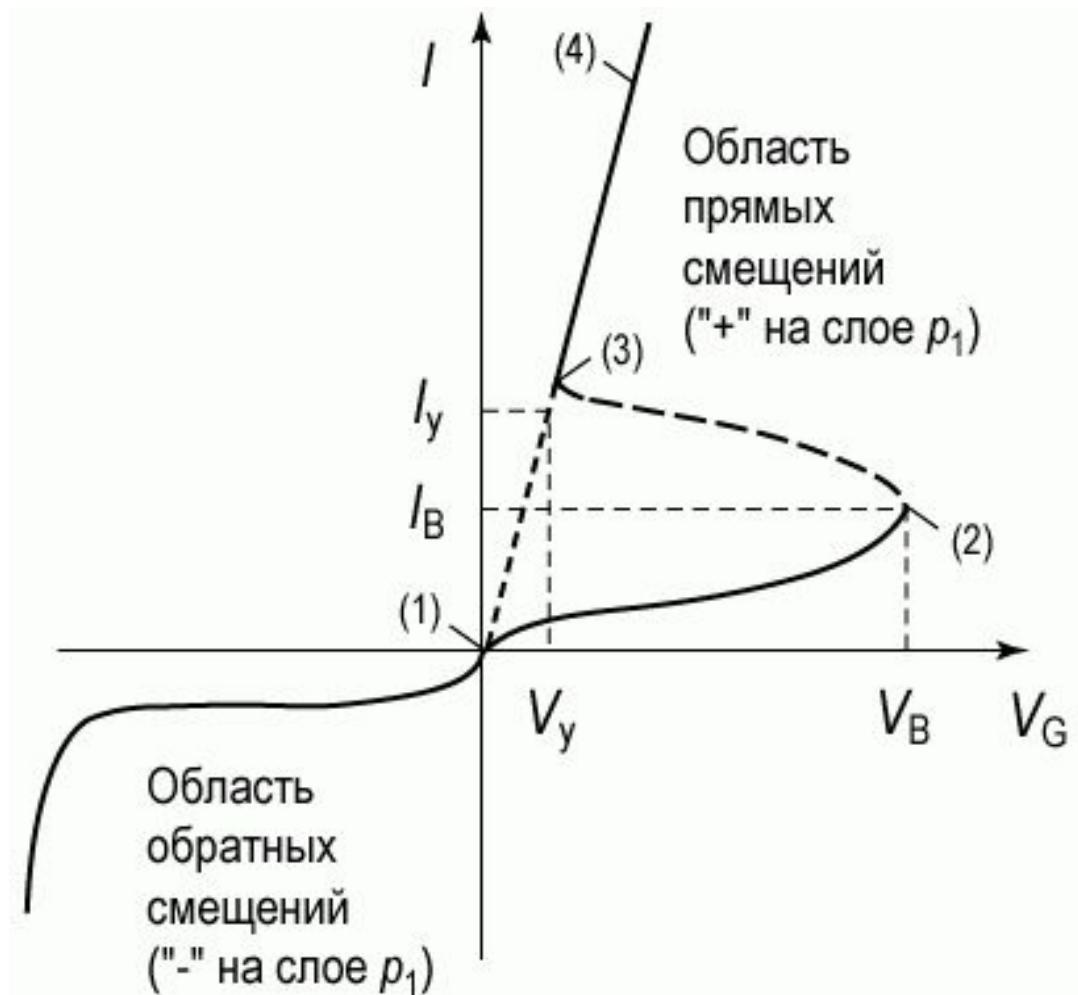
Динистор



- ▶ Применяется в импульсных генераторах, регуляторах мощности как пороговый элемент.



ВАХ динистора



V_G - напряжение между анодом и катодом; I_y , V_y - минимальный удерживающий ток и напряжение;

I_B , V_B - ток и напряжение выключения;

Двухтранзисторная модель

$$I_{\Pi_1 \rightarrow \Pi_3} = \alpha_1 I_{\Pi_1}.$$

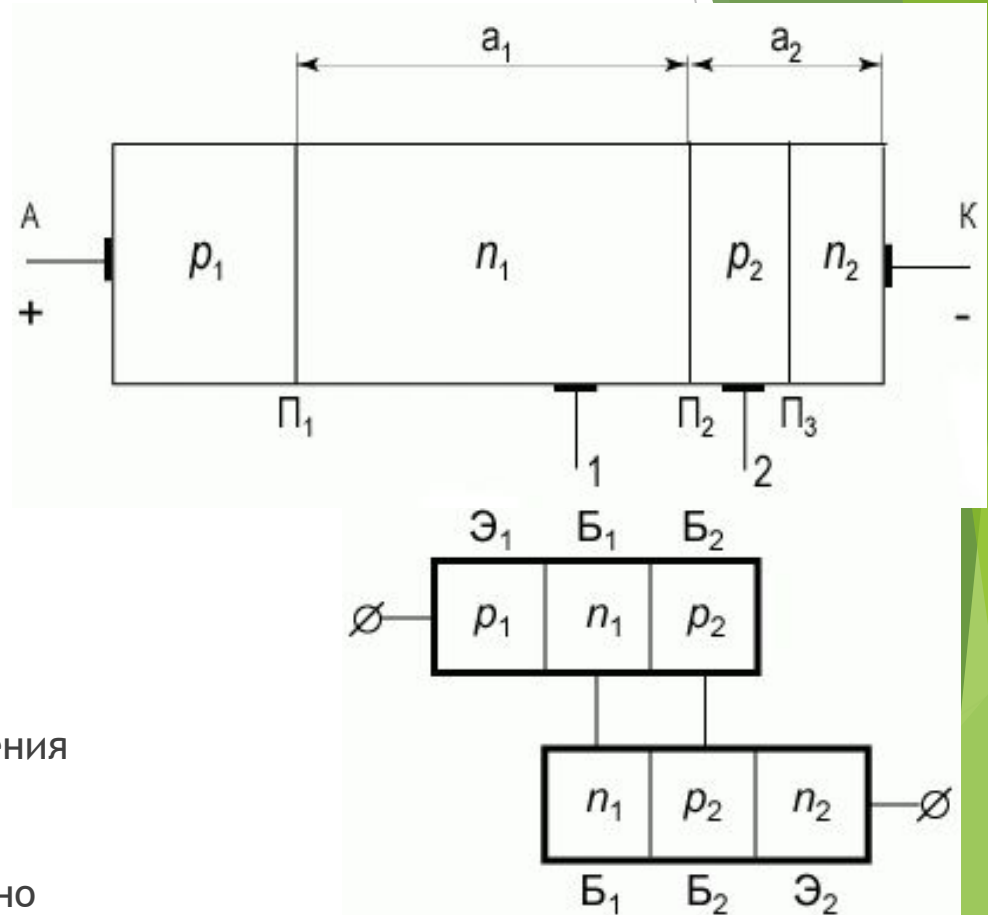
$$I_{\Pi_2 \rightarrow \Pi_3} = \alpha_2 I_{\Pi_2}.$$

$$I_{\Pi_3} = M(\alpha_1 I_{\Pi_1} + \alpha_2 I_{\Pi_2} + I_{\text{к0}}),$$

$$I = M(\alpha_1 I + \alpha_2 I + I_{\text{к0}}),$$

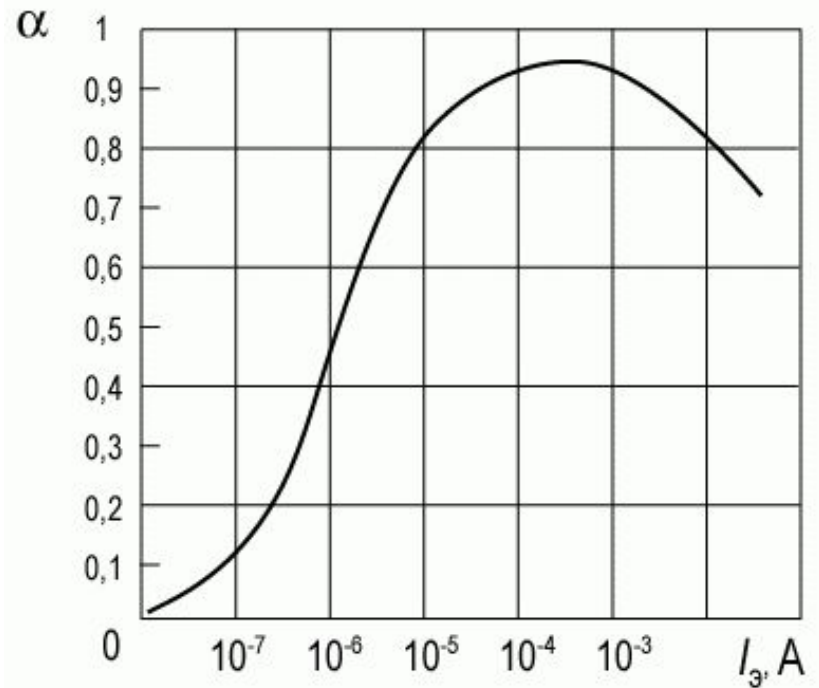
$$I = \frac{MI_{\text{к0}}}{1 - M\alpha}; \quad I = \frac{MI_{\text{к0}}}{1 - M(\alpha_1 + \alpha_2)},$$

- ▶ $\alpha_{1,2}$ - коэффициент усиления тока
- ▶ M - коэффициент лавинного умножения
- ▶ I_{Π_1} - ток через переход Π_1
- ▶ I_{Π_3} - ток через переход Π_2 , аналогично
- ▶ $I_{\text{к0}}$ - обратный ток перехода Π_3 (генерационный и тепловой)
- ▶ $\alpha = \alpha_1 + \alpha_2$ - суммарный коэффициент передачи тока первого (p_1 - n_1 - p_2) и второго (n_2 - p_2 - n_1) транзисторов



Зависимость коэффициента передачи α от тока

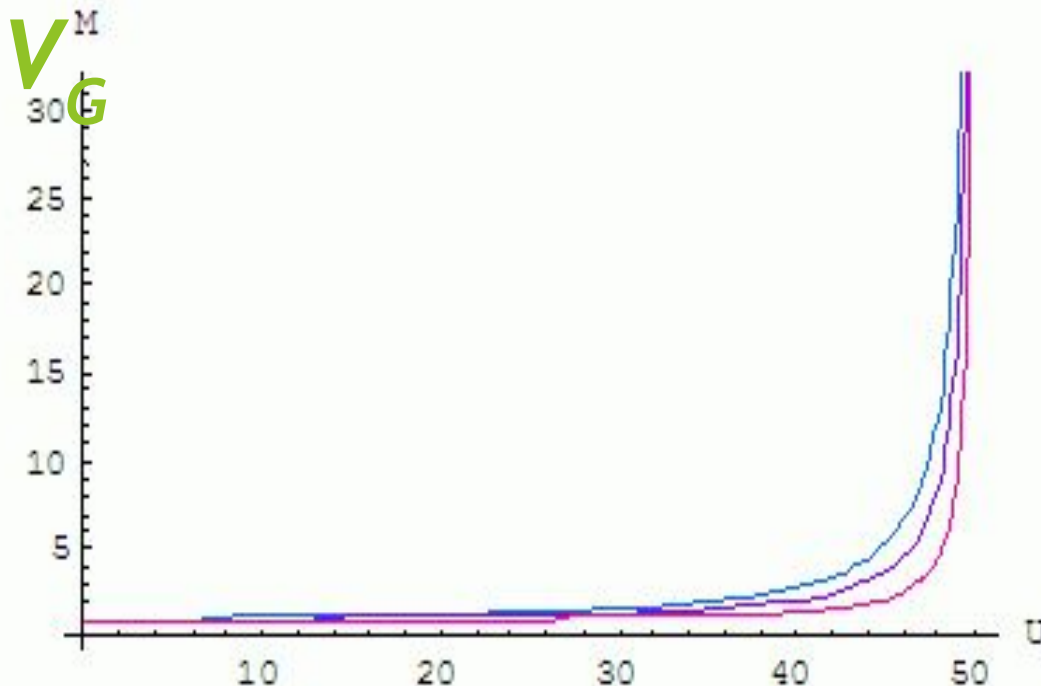
- ▶ **Эмиттера** Зависимость коэффициента передачи эмиттерного тока α от напряжения, приложенного к тиристор, является причиной переключения тиристора
- ▶ В области малых токов основная причина зависимости α от тока I связана с рекомбинацией в эмиттерном переходе



Зависимость коэффициента передачи α от тока эмиттера I_3 при наличии сильной рекомбинации в ОПЗ р-п переходов

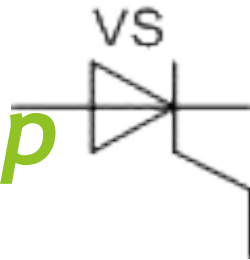
Зависимость коэффициента M от

$$M = \frac{I_{\text{выходной}}}{I_{\text{входной}}} = \frac{1}{1 - \left(\frac{U}{U_M}\right)^n},$$



- ▶ Накопление объемного заряда связано с лавинным умножением в коллекторном переходе

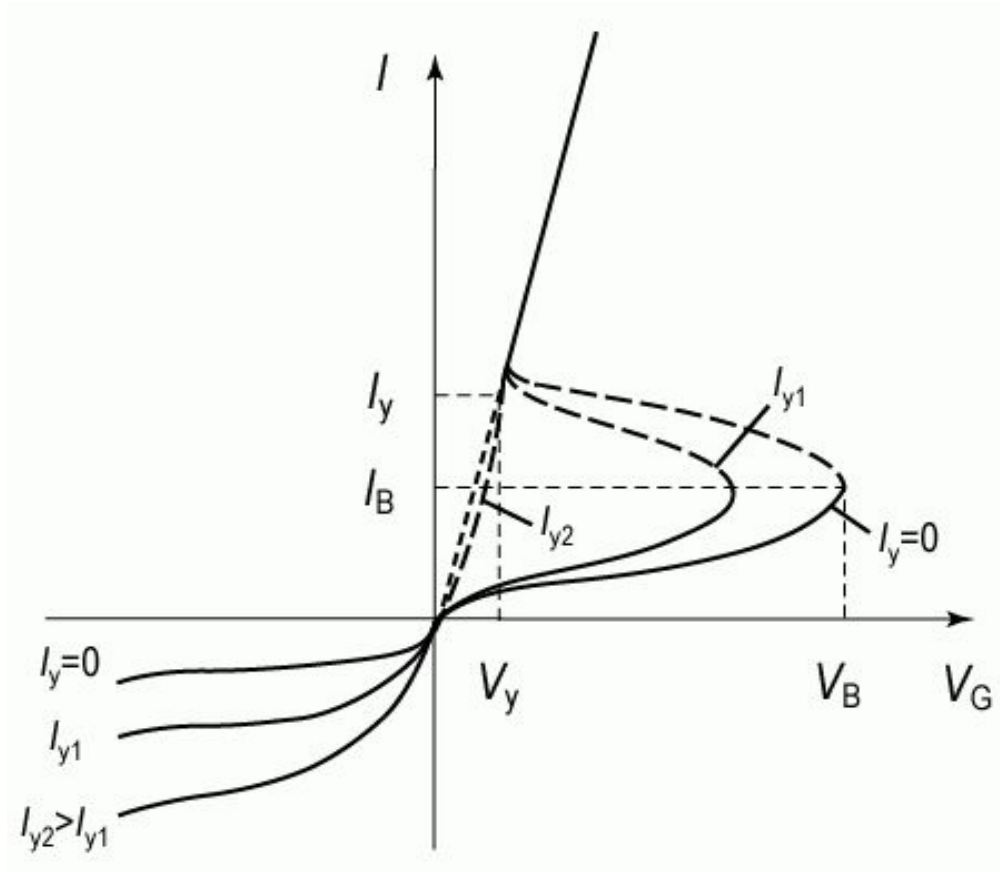
Триггистор



- ▶ Управляющие тиристоры используются для коммутирования высоких значений токов, напряжений и мощностей.

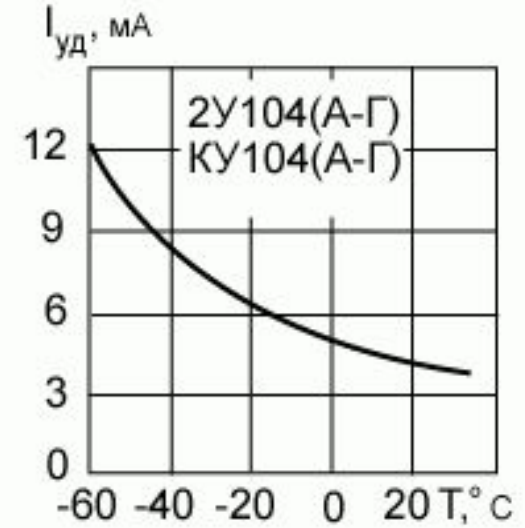
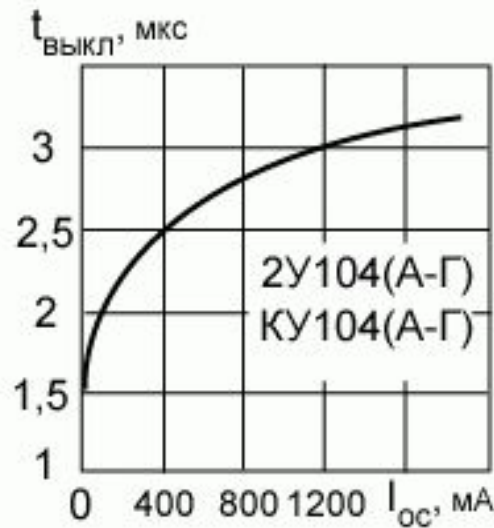
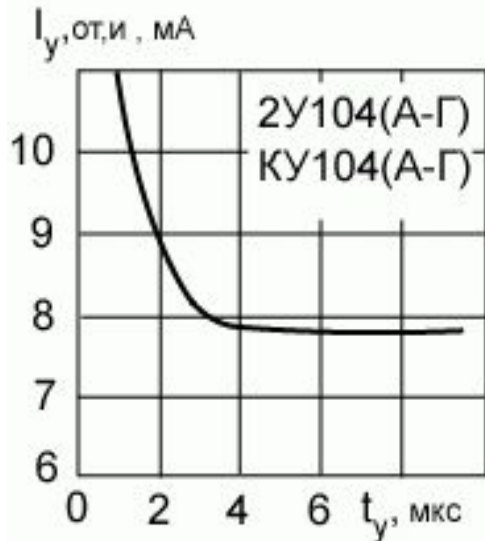


ВАХ тринистора



- ВАХ тринистора при различных значениях управляющего тока базы $I_{упр}$

Примеры характеристик



- ▶ б) зависимость времени выключения от постоянного тока в открытом состоянии тиристора
- ▶ в) зависимость тока удержания от температуры окружающей среды

Уравнение, описывающее ВАХ тиристора в закрытом состоянии

$$I_{\Pi_1 \rightarrow \Pi_3} = \alpha_1 I_{\Pi_1} = \alpha_1 I_3,$$

$$I_{\Pi_2 \rightarrow \Pi_3} = \alpha_2 I_{\Pi_2}; \quad I_{\Pi_2} = I_3 + I_y.$$

$$(I_3 + I_y)\alpha_2 + \alpha_1 I_3 + I_{\text{к0}} = I_3.$$

$$I = \frac{I_{\text{к0}} + \alpha_2 I_y}{1 - (\alpha_1 + \alpha_2)}.$$

$$\alpha_2 M(I_3 + I_y) + \alpha_1 M I_3 + M I_{\text{к0}} = I_3.$$

$$I = \frac{M I_{\text{к0}} + M \alpha_2 I_y}{1 - M(\alpha_1 + \alpha_2)}.$$

Уравнение описывает ВАХ тиристора в закрытом состоянии, поскольку коэффициенты M , α_1 и α_2 зависят от напряжения V_G .

- ▶ I_y - управляющий ток
- ▶ M - лавинное умножение

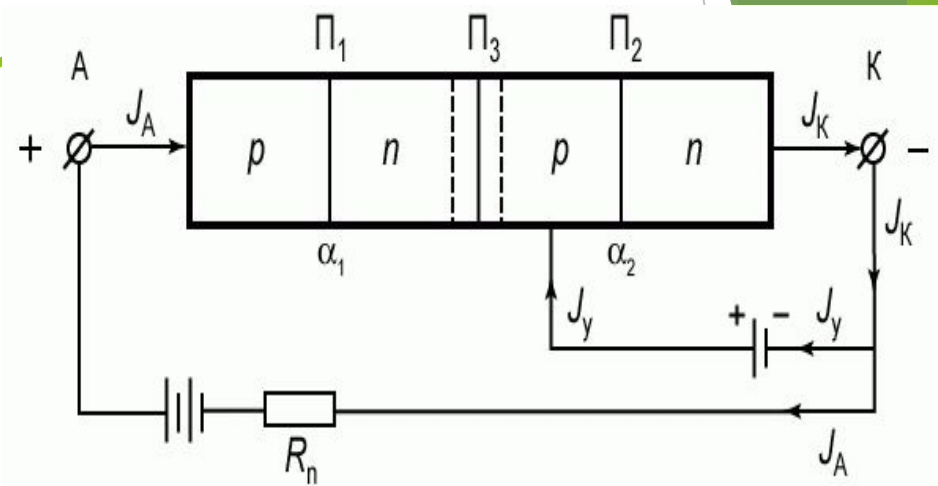


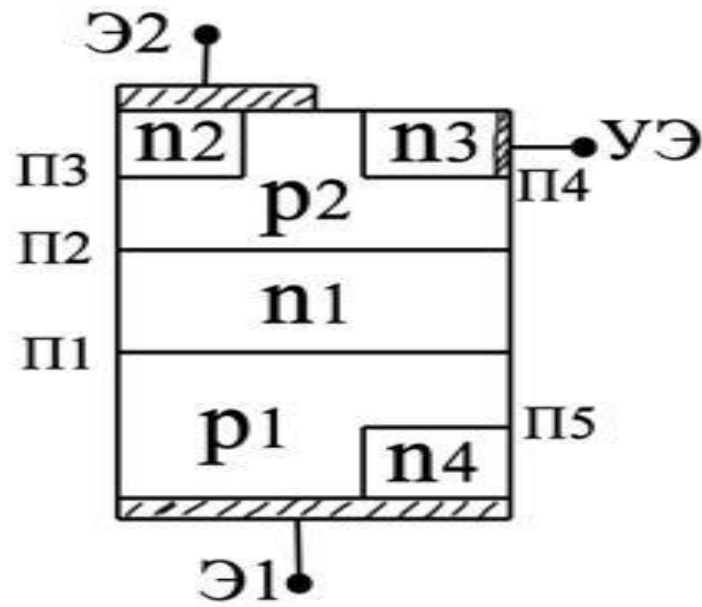
Схема включения тиристора для расчета ВАХ

Симистор

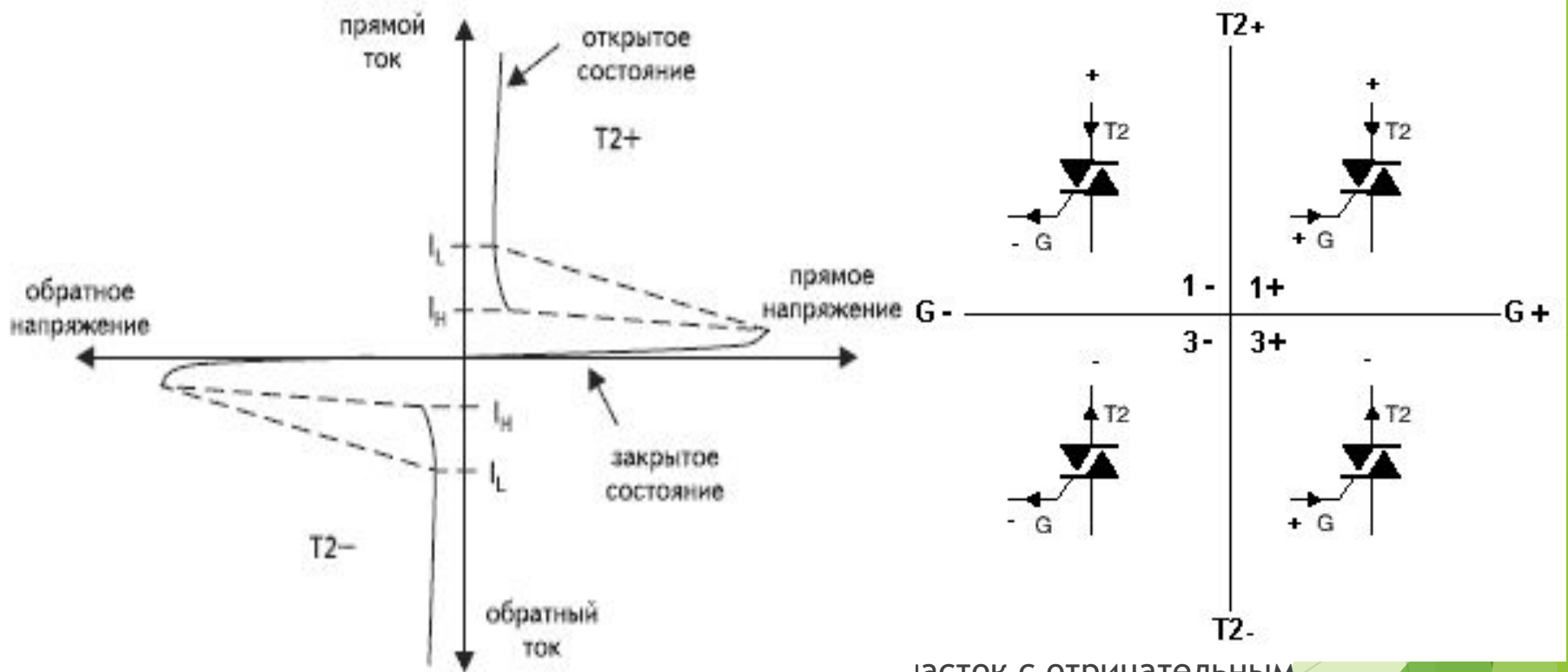
vs



- ▶ Симметричные триодные тиристоры используются в бытовых приборах (швейные, стиральные машины, ...), электромоторах, диммерах, для создания реверсивных выпрямителей, в светильниках, яркость которых управляется прикосновением, нагревательных устройствах, строительных электроинструментах и т.д.



ВАХ симистора



... , асток с отрицательным дифференциальным сопротивлением. Реализует два бистабильных состояния "закрыто" и "открыто".

- ▶ **Применение тиристора**
- ▶ Назначение тиристоров может быть самое различное, например, очень популярен самодельный сварочный инвертор на тиристорах, зарядное устройство для автомобиля (тиристор в блоке питания) и даже генератор. Из-за того, что сам по себе прибор может пропускать как низкочастотные, так и высокочастотные нагрузки, его также можно использовать для трансформатора для сварочных аппаратов (на их мосте используются именно такие детали). Для контроля работы детали в таком случае необходим регулятор напряжения на тиристоре.

*Спасибо за
внимание .*