


Тиристоры





Тиристором называют полупроводниковый прибор, состоящий из четырех последовательно чередующихся областей с различным типом проводимости, обладающий бистабильной характеристикой. Тиристоры способны управляемо переключаться из одного состояния в другое. В первом состоянии тиристор имеет высокое сопротивление и малый ток (*закрытое состояние*), в другом – низкое сопротивление и большой ток (*открытое состояние*).

Структура тиристора

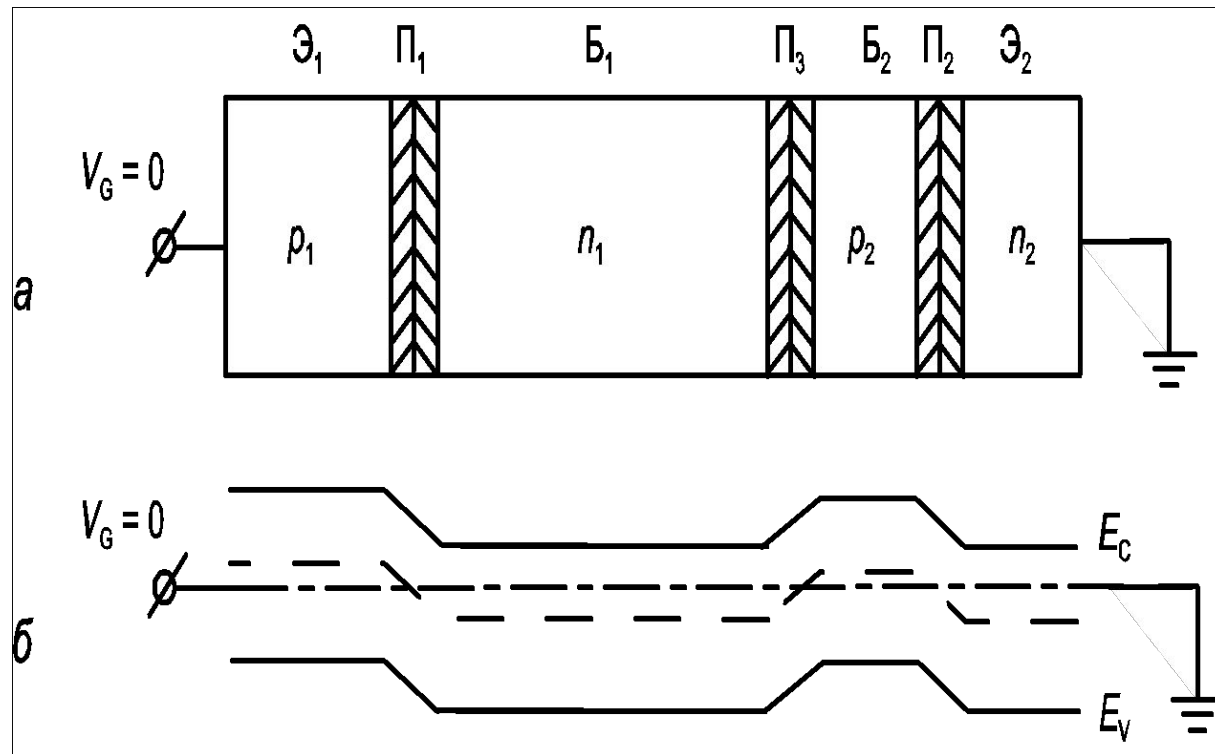



Схема диодного тиристора:

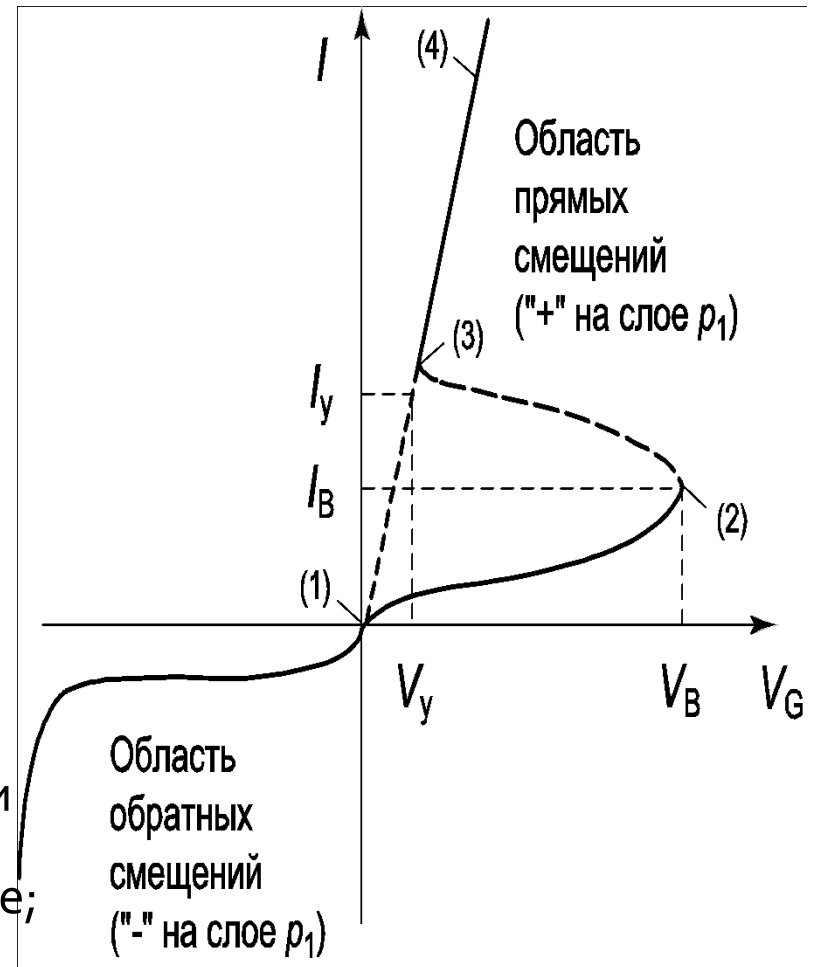
а) структура диодного тиристора; б) зонная диаграмма



Перевод тиристора из закрытого состояния в открытое в электрической цепи осуществляется внешним воздействием на прибор: либо воздействием напряжением (током), либо светом (фототиристор). Тиристор имеет нелинейную разрывную вольтамперную характеристику (ВАХ).

ВАХ диодного тиристора

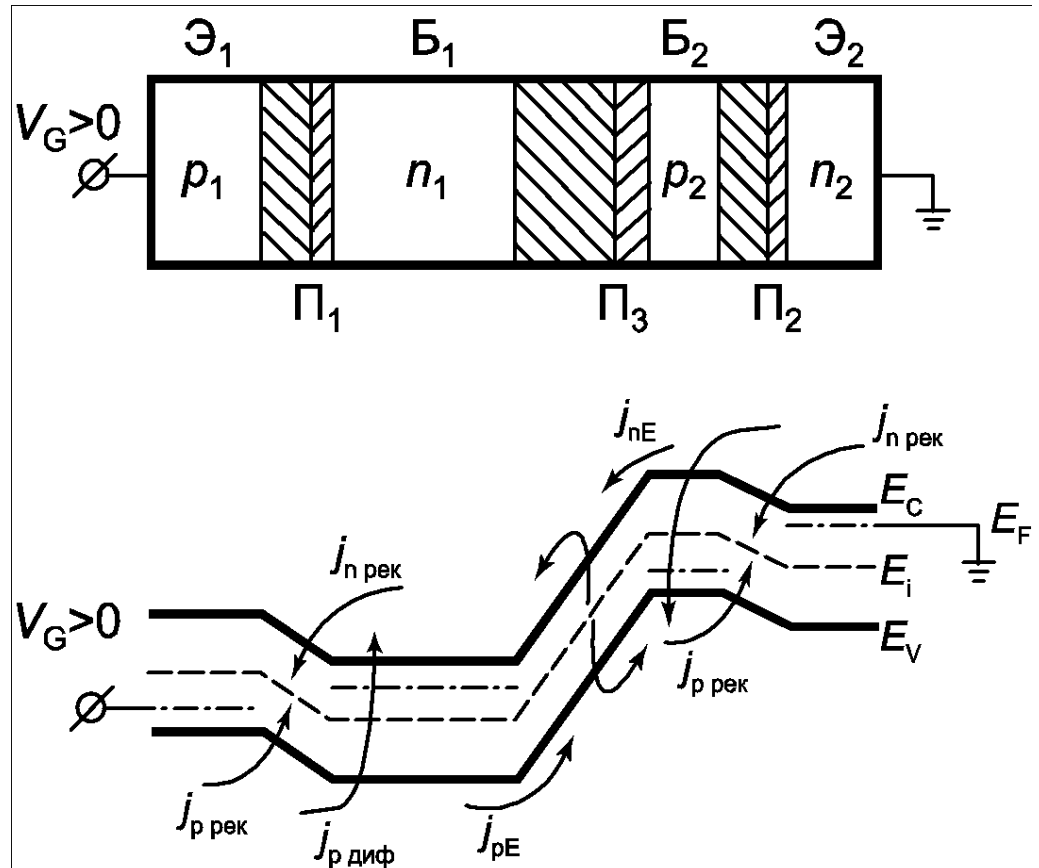
- Между точками 1 и 2 находится участок, соответствующий высокому сопротивлению прибора — прямое запираение.
- В точке 2 происходит включение тиристора.
- Между точками 2 и 3 находится участок с отрицательным дифференциальным сопротивлением.
- Участок между точками 3 и 4 соответствует открытому состоянию (прямой проводимости).
- V_G — напряжение между анодом и катодом; I_y, V_y — минимальный удерживающий ток и напряжение; I_B, V_B — ток и напряжение включения



Закрытое состояние

В закрытом состоянии все приложенное напряжение падает на коллекторном переходе Π_3 и ток тиристора – это ток обратно смещенного p - n перехода.

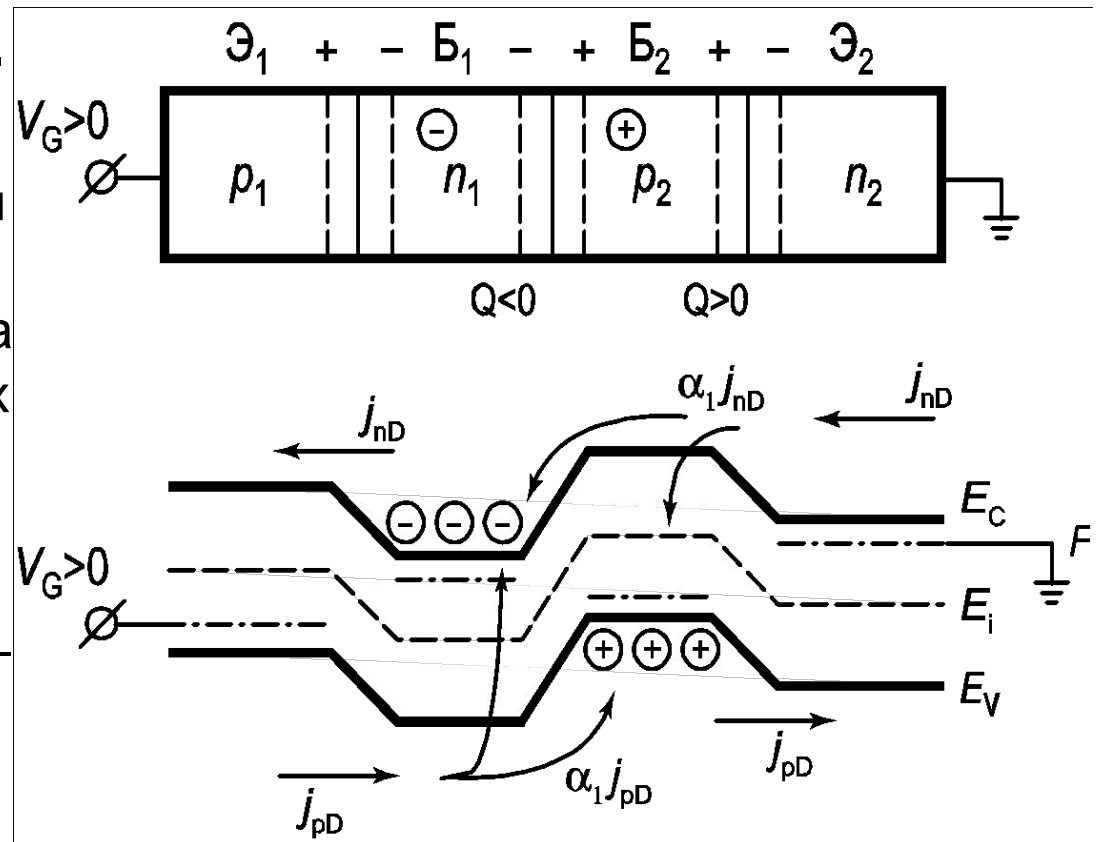
Если полярность напряжения между анодом и катодом сменить на обратную, то переходы Π_1 и Π_3 будут смещены в обратном направлении, а Π_2 – в прямом.




Открытое состояние

В открытом состоянии все три перехода смещены в прямом направлении. Это происходит вследствие накопления объемных зарядов в базах n_1, p_2 тиристора.

Зонная диаграмма тиристора в открытом состоянии имеет следующий вид, когда на всех $p-n$ переходах прямое смещение, на Π_1 и Π_2 – за счет внешнего напряжения, и на Π_3 – за счет объемных зарядов в базах B_1 и B_2 .

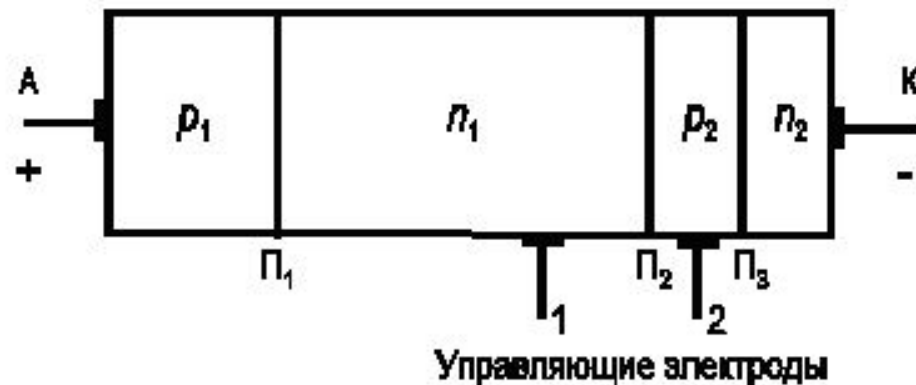




Тиристор имеет 2 устойчивых состояния: малый ток, большое напряжение, высокое сопротивление и большой ток, малое напряжение, малое сопротивление. Переход тиристора из «закрытого» в «открытое» состояние связан с накоплением объемного заряда в базах Б1 и Б2 из-за роста значения коэффициента передачи эмиттерного тока α , и коэффициента умножения M .

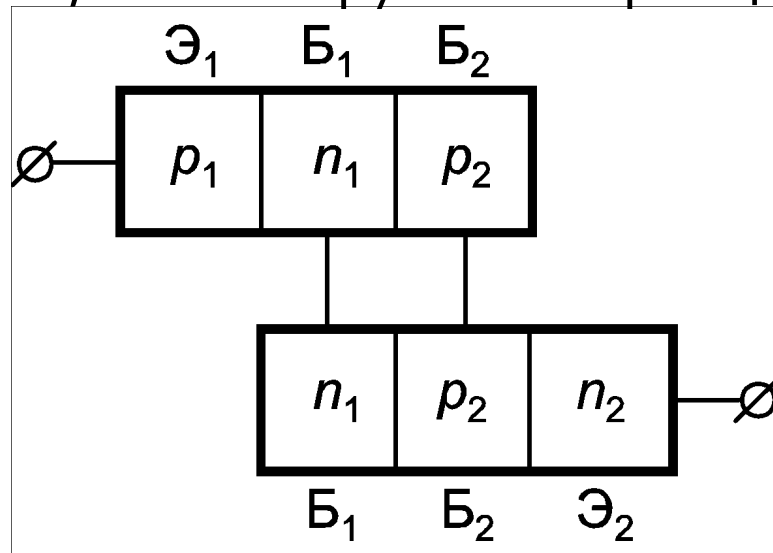
Динисторы и тринисторы

Тиристор без управляющих электродов работает как двухполюсник и называется **диодным тиристором**, или **динистором**. Тиристор с управляющим электродом является трехполюсником и называется **триодным тиристором**.



Динистор

Для объяснения ВАХ динистора используют двухтранзисторную модель. Тиристор можно рассматривать как соединение $p-n-p$ транзистора с $n-p-n$ транзистором, причем коллектор каждого из них соединен с базой другого. Центральный переход действует как коллектор дырок, инжектируемых переходом Π_1 , и как коллектор электронов, инжектируемых переходом Π_2 .



$$I = \frac{MI_{\Pi_3}}{1 - M\alpha}, \quad I = \frac{MI_{\Pi_3}}{1 - M(\alpha_1 + \alpha_2)}$$

I_{Π_3} - обратный ток перехода Π_3 ,

$\alpha = \alpha_1 + \alpha_2$ - суммарный коэффициент передачи тока.

ВАХ диодного тиристора на «закрытом» участке, коэффициенты M и α зависят от приложенного напряжения V_G . По мере роста α и M с ростом V_G , когда значение $M(\alpha_1 + \alpha_2)$ станет равно 1, из уравнения следует, что ток I устремится к ∞ . Это условие и есть условие переключения тиристора из состояния «закрыто» в состояние «открыто».

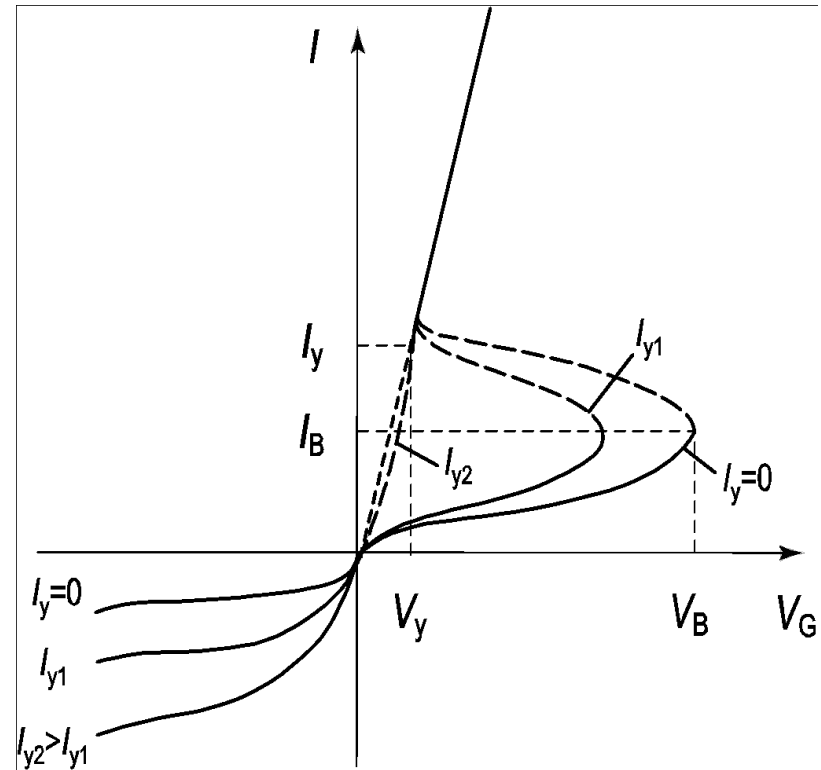
Тринистор



ВАХ тринистора

При достаточно больших значениях тока $I_{упр}$ ВАХ тиристора вырождается в прямую ветвь ВАХ диода. Критическое значение тока $I_{упр}$, при котором на ВАХ тиристора исчезает участок с отрицательным дифференциальным сопротивлением, и тринистор включается, минуя запертое состояние, называется током спрямления.

Таким образом, наличие $I_{упр}$ принципиально не меняет процессов, определяющих вид ВАХ тиристора, но меняет значения параметров: напряжение переключения и ток переключения.



Применение тиристоров

- Электронные ключи
- Управляемые выпрямители
- Преобразователи (инверторы)
- Регуляторы мощности (триммеры)