

Заведите новую тетрадь для новой дисциплины «Основы электроники»

Прочитайте, выделите главное. Запишите в тетрадь конспект.

Тетрадь проверю и поставлю оценку.

Тиристор

Тиристор — полупроводниковый прибор, выполненный на основе монокристалла полупроводника с тремя или более p-n-переходами и имеющий два устойчивых состояния:

- «закрытое» состояние — состояние низкой проводимости;
- «открытое» состояние — состояние высокой проводимости.



Основное применение **тринисторов** (тиристоров с тремя электрическими выводами — анодом, катодом и управляющим электродом) — управление мощной нагрузкой с помощью слабого сигнала, подаваемого на управляющий электрод.

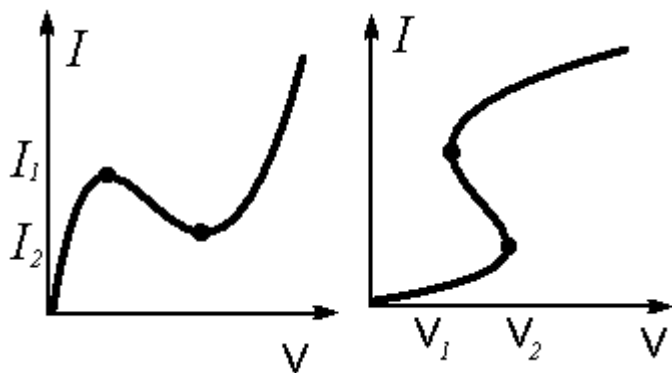
В двухвыводных приборах — **динисторах**, переход прибора в проводящее состояние происходит, если напряжение между его анодом и катодом превысит напряжение открывания.

Тиристор можно рассматривать как электронный выключатель (ключ). Также тиристоры применяются в ключевых устройствах, например, силового электропривода.

Существуют различные виды тиристоров, которые подразделяются, главным образом:

- по способу управления;
- по проводимости:
 - тиристоры, проводящие ток в одном направлении (например, тринистор);
 - тиристоры, проводящие ток в двух направлениях (например, симисторы — симметричные динисторы).

Вольт-амперная характеристика (ВАХ) тиристора нелинейна и показывает, что сопротивление тиристора отрицательное дифференциальное (*Если через отдельные элементы или узлы электрической цепи протекает ток I , и при увеличении тока I уменьшается напряжение U на этих элементах, то сопротивление R таких элементов называют **отрицательным дифференциальным***).



Вольт-амперные характеристики (ВАХ) (зависимости I от U) N – типа (слева) и S- типа (справа) для нелинейных элементов, обладающих отрицательным дифференциальным сопротивлением.

По сравнению с транзисторными ключами, управление тиристором имеет некоторые особенности. Переход тиристора из одного состояния в другое в электрической цепи происходит скачком (лавинобразно) и

осуществляется внешним воздействием на прибор: либо напряжением (током), либо светом (для фототиристора). После перехода тиристора в открытое состояние он остаётся в этом состоянии даже после прекращения управляющего сигнала. Тиристор остаётся в открытом состоянии до тех пор, пока протекающий через него ток превышает некоторую величину, называемую током удержания.

Устройство и основные виды тиристоров

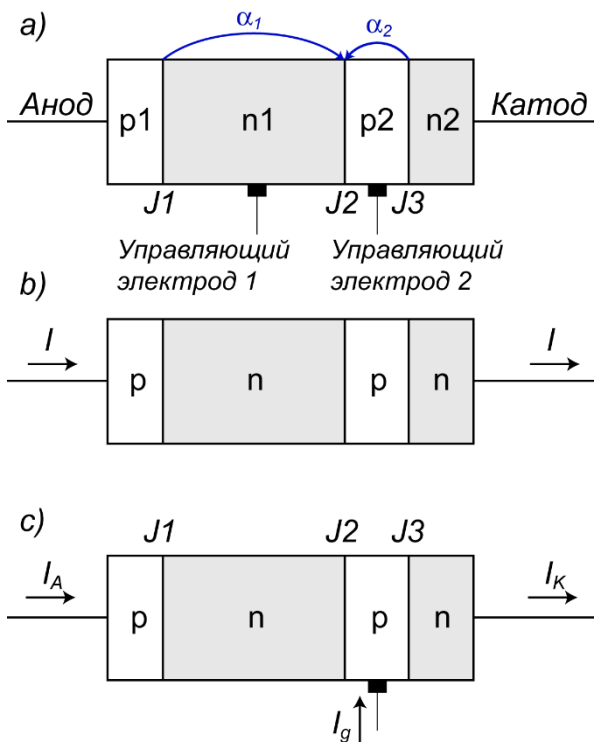


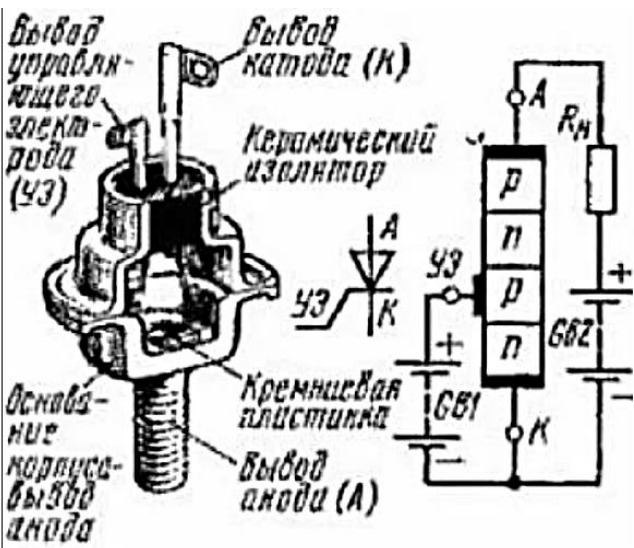
рис 1 Схемы тиристоров

- а) основная четырехслойная p-n-p-n- структура
 б) диодный тиристор
 в) триодный тиристор

Устройство тиристоров показано на рис. 1. Тиристор состоит из четырёх полупроводников (слоёв), соединённых последовательно и отличающихся типами проводимости: p-n-p-n.

p-n-переходы между проводниками на рисунке обозначены как «J1», «J2» и «J3». Контакт к внешнему p-слою называется анодом, к внешнему n-слою — катодом. В общем случае p-n-p-n-прибор может иметь до двух управляющих электродов (баз), присоединённых к внутренним слоям. Подачей сигнала на управляющий электрод производится управление тиристором (изменение его состояния).

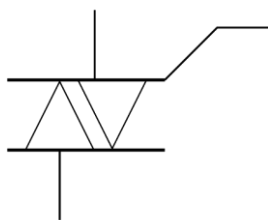
Прибор, не содержащий управляющих электродов, называется *диодным тиристором* или *динистором*. Такие приборы управляются напряжением, приложенным между основными электродами.



Прибор, содержащий один управляющий электрод, называют *триодным тиристором* или *тринистором*. В зависимости от того, к какому слою полупроводника подключён управляющий электрод, тринисторы бывают управляемыми по аноду и по катоду. Наиболее распространены последние.

Описанные выше приборы бывают двух разновидностей: пропускающие ток в одном направлении (от анода к катоду) и пропускающие ток в обоих направлениях. У последних ВАХ симметрична, поэтому соответствующие приборы называются *симметричными*. Симметричные приборы изготавливаются из пяти слоёв

полупроводников. *Симметричный тринистор* называется также *симистором* или *триаком*



Вместо *симметричных динисторов*, часто применяются их схематехнические аналоги, в том числе и интегральные, обладающие обычно лучшими параметрами.

Тиристоры, имеющие управляющий электрод, делятся:

- на запираемые
- незапираемые.

Незапираемые тиристоры не могут быть переведены в закрытое состояние с помощью сигнала, подаваемого на управляющий электрод. Такие тиристоры закрываются, когда протекающий через них ток становится меньше тока удержания. На практике это обычно происходит в конце полуволны сетевого напряжения.

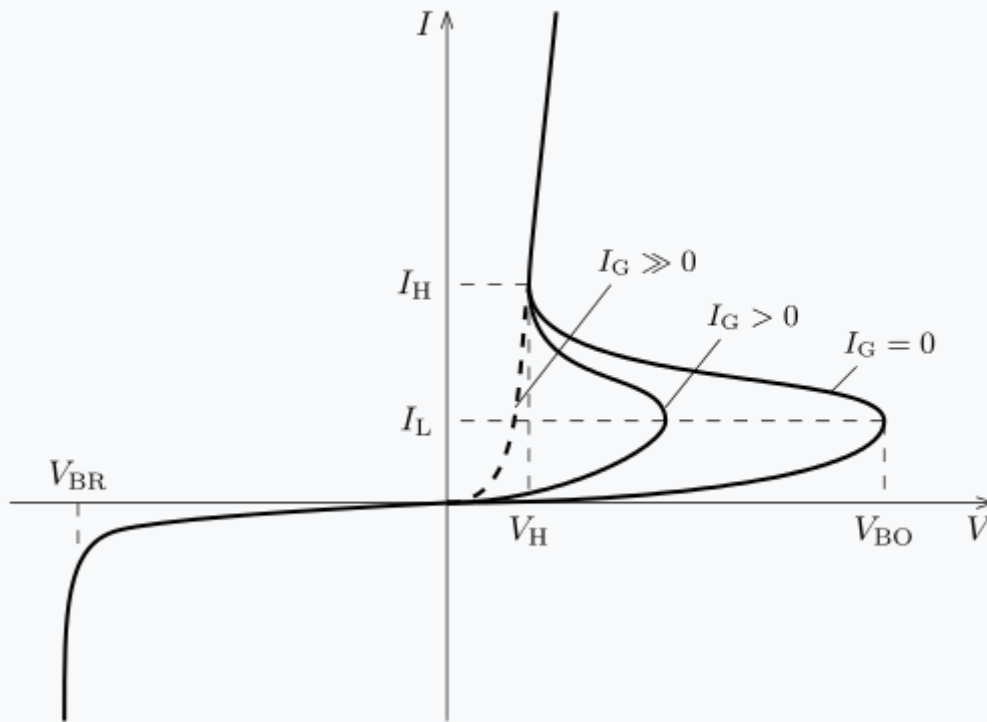


Рис. 2. Вольт-амперная характеристика тиристора

Типичная ВАХ тиристора, проводящего в одном направлении (с управляющими электродами или без них), приведена на рис. 2. Описание ВАХ:

- кривая ВАХ на участке, ограниченном прямоугольником с координатами вершин $(0;0)$ и $(V_{BO};I_L)$ (нижняя ветвь), соответствует высокому сопротивлению прибора (прямому запирающему прибору);
- точка $(V_{BO};I_L)$ соответствует моменту включения тиристора (переключению динистора во включённое состояние);
- кривая ВАХ на участке, ограниченном прямоугольником с координатами вершин $(V_{BO};I_L)$ и $(V_H;I_H)$, соответствует переключению прибора во включённое состояние (неустойчивая область). Судя по тому, что кривая имеет S-образную форму, можно сделать вывод о том, что сопротивление тиристора отрицательное дифференциальное. Когда разность потенциалов между анодом и катодом тиристора прямой полярности превысит величину V_{BO} , произойдёт отпирание тиристора (динисторный эффект);
- кривая ВАХ от точки с координатами $(V_H;I_H)$ и выше соответствует открытому состоянию прибора (прямой проводимости);
- на графике показаны ВАХ с разными токами управления I_G (токами на управляющем электроде тиристора): $I_G=0$; $I_G>0$; $I_G>>0$. Чем больше ток I_G , тем при меньшем напряжении V_{BO} происходит переключение тиристора в проводящее состояние;
- пунктиром обозначена кривая ВАХ, соответствующая протеканию в цепи тока $I_G>>0$ — так называемого «тока включения спрямления». При таком токе тиристор переходит в проводящее состояние при минимальной разности потенциалов между анодом и катодом. Для перевода тиристора в непроводящее состояние необходимо снизить ток в цепи анод-катод ниже тока включения спрямления;
- кривая ВАХ на участке от V_{BR} до 0 соответствует режиму обратного запирающего прибора;
- кривая ВАХ на участке от $-\infty$ до V_{BR} соответствует режиму обратного пробоя.

По типу нелинейности ВАХ тиристор относят к S-приборам.

Режим работы триодного тиристора

Режим обратного запираания

Два основных фактора ограничивают режим обратного пробоя и прямого пробоя:

1. лавинный пробой; Лавинный пробой — электрический пробой в диэлектриках и полупроводниках, обусловленный тем, что, разгоняясь в сильном электрическом поле на расстоянии свободного пробега, носители заряда могут приобретать кинетическую энергию, достаточную для ударной ионизации атомов или молекул материала при соударениях с ними.
2. прокол обеднённой области.

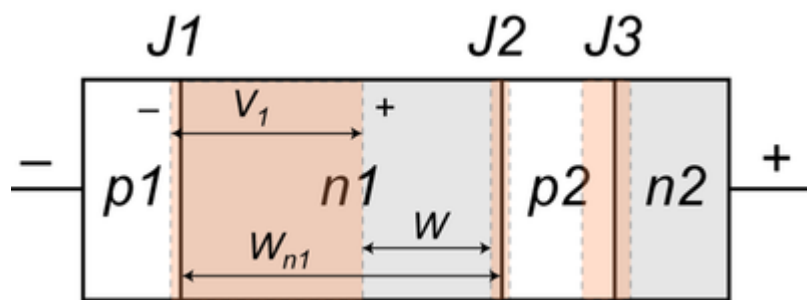


Рис. 3 Режим обратного запираания тиристора

В режиме обратного запираания к аноду прибора приложено напряжение, отрицательное по отношению к катоду; переходы J1 и J3 смещены в обратном направлении, а переход J2 смещён в

прямом (см. рис. 3). В этом случае большая часть приложенного напряжения падает на одном из переходов J1 или J3 (в зависимости от степени легирования различных областей). Пусть это будет переход J1. В зависимости от толщины W_{n1} слоя n1 пробой вызывается лавинным умножением (толщина обеднённой области при пробое меньше W_{n1}) либо проколом (обеднённый слой распространяется на всю область n1, и происходит смыкание переходов J1 и J2).

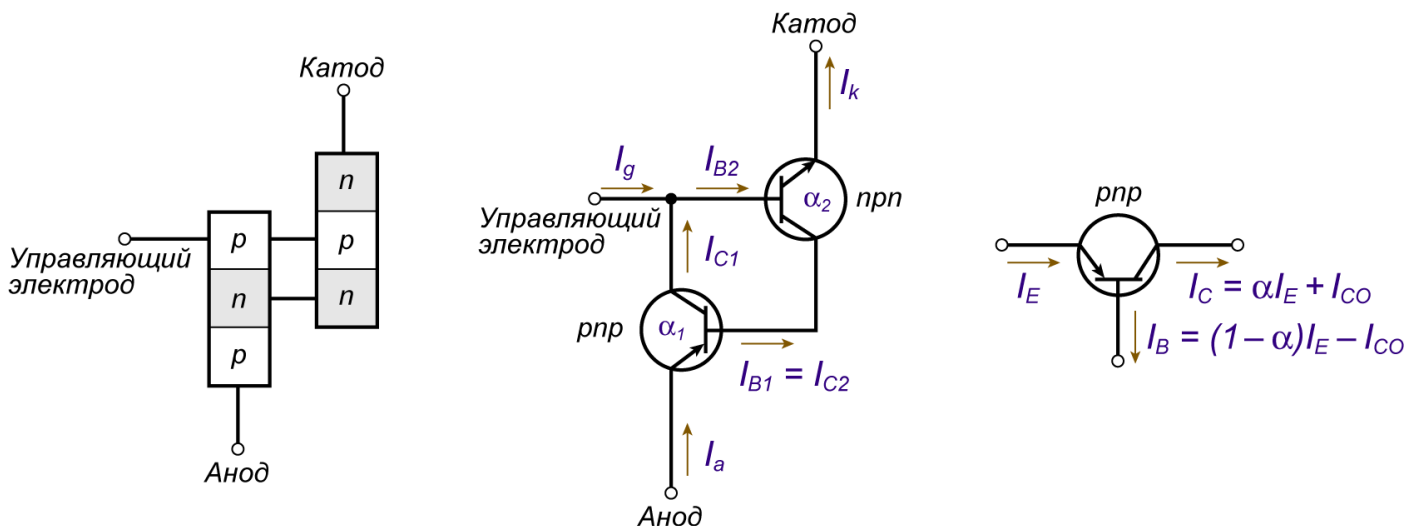
Режим прямого запираания

При прямом запираании напряжение на аноде положительно по отношению к катоду и обратно смещён только переход J2. Переходы J1 и J3 смещены в прямом направлении. Большая часть приложенного напряжения падает на переходе J2. Через переходы J1 и J3 в области, примыкающие к переходу J2, инжектируются неосновные носители, которые уменьшают сопротивление перехода J2, увеличивают ток через него и уменьшают падение напряжения на нём. При повышении прямого напряжения ток через тиристор сначала растёт медленно, что соответствует участку 0-1 на ВАХ. В этом режиме тиристор можно считать запертым, так как сопротивление перехода J2 всё ещё очень велико. По мере увеличения напряжения на тиристоре снижается доля напряжения, падающего на J2, и быстрее возрастают напряжения на J1 и J3, что вызывает дальнейшее увеличение тока через тиристор и усиление инжекции неосновных носителей в область J2. При некотором значении напряжения (порядка десятков или сотен вольт), называется напряжением переключения U_{BF} (точка 1 на ВАХ), процесс приобретает лавинообразный характер, тиристор переходит в состояние с высокой проводимостью (включается), и в нём устанавливается ток, определяемый напряжением источника и сопротивлением внешней цепи.

Двухтранзисторная модель тиристора

Для объяснения характеристик прибора в режиме прямого запираания используется двухтранзисторная модель. Тиристор можно рассматривать как соединение p-n-p транзистора с n-p-n транзистором, причём коллектор каждого из них соединён с базой другого, как показано на рис. 4 для триодного тиристора. Центральный p-n переход действует как коллектор дырок, инжектируемых переходом J1, и электронов, инжектируемых переходом J3. Взаимосвязь между токами эмиттера I_E , коллектора I_C и базы I_B и статическим коэффициентом усиления по току α_1 p-n-p транзистора также приведена на рис. 4, где I_g — обратный ток насыщения перехода коллектор-база.

Рис. 4 двухтранзисторная модель триодного тиристора, соединение транзисторов и соотношение токов в p-n-p транзисторе



Аналогичные соотношения можно получить для n-p-n транзистора при изменении направления токов на противоположное. Из рис. 4 следует, что коллекторный ток n-p-n транзистора является одновременно базовым током p-n-p транзистора. Аналогично коллекторный ток p-n-p транзистора и управляющий ток I_g втекают в базу n-p-n транзистора. В результате, когда общий коэффициент усиления в замкнутой петле превысит 1, оказывается возможным лавинообразный процесс увеличения тока через структуру, при этом напряжение на приборе становится равным порядка 1 В и ток ограничен только сопротивлением внешней цепи.

Ток базы p-n-p транзистора равен $I_{B1} = (1 - \alpha_1) I_A - I_{C01}$.

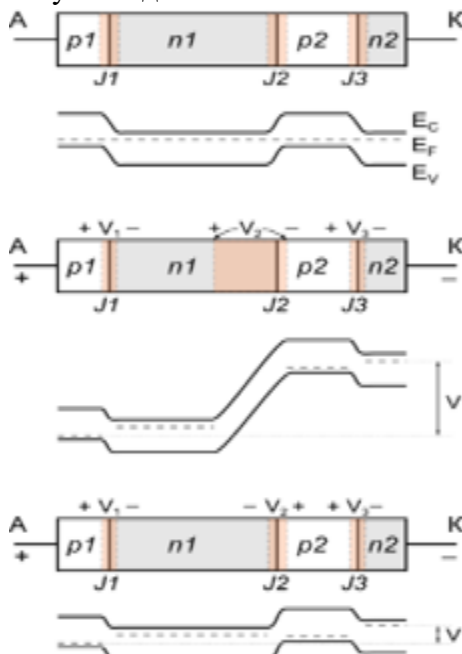
Этот ток также протекает через коллектор n-p-n транзистора.

Ток коллектора n-p-n транзистора с коэффициентом усиления α_2 равен $I_{C2} = I_K \cdot \alpha_2 + I_{C02}$

Приравняв I_{B1} и I_{C2} , получим: $(1 - \alpha_1) I_A - I_{C01} = I_K \cdot \alpha_2 + I_{C02}$

Так как $I_K = I_A + I_g$ то:
$$I_A = \frac{\alpha_2 \cdot I_g + I_{C01} + I_{C02}}{1 - (\alpha_1 + \alpha_2)}$$

Это уравнение описывает статическую характеристику прибора в диапазоне напряжений вплоть до пробоя. После пробоя прибор работает как p-i-n-диод (**PIN-диод** — разновидность диода, в котором между областями электронной (n) и дырочной (p) проводимости находится собственный полупроводник (i-область). p и n области как правило легируются сильно, так как они часто используются для омического контакта к металлу.)



Отметим, что все слагаемые в числителе правой части уравнения малы, следовательно, пока член $\alpha_1 + \alpha_2 < 1$ ток I_A мал. Коэффициенты α_1, α_2 зависят от I_A и растут с увеличением тока вплоть до высоких его величин. Если $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$ то знаменатель дроби в приведённой формуле для анодного тока обращается в нуль, ток растёт и происходит прямой обратимый пробой (или включение тиристора).

Если полярность напряжения между анодом и катодом сменить на обратную, то переходы J1 и J3 будут смещены в обратном направлении, а J2 — в прямом. При таких условиях включение прибора не происходит, так как в качестве эмиттера носителей заряда работает только центральный p-n переход и лавинообразный процесс нарастания тока становится невозможным.

Рис.5 Энергетическая зонная диаграмма в режиме прямого смещения: состояние равновесия, режим прямого запираения и режим прямой проводимости

Ширина обеднённых слоёв и энергетические зонные диаграммы в равновесии, в режимах прямого запираения и прямой проводимости показаны на рис. 5. При нулевом напряжении на приборе обеднённая область каждого перехода и контактные потенциалы определяются только профилем распределения примесей. Когда к аноду приложено положительное напряжение, переход J2 стремится сместиться в обратном направлении, а переходы J1 и J3 — в прямом. Падение напряжения между анодом и катодом равно алгебраической сумме падений напряжения на переходах: $U_{AK}=U_1+U_2+U_3$. При повышении напряжения возрастает ток через прибор и, следовательно, увеличиваются α_1 и α_2 .

Благодаря регенеративному характеру этих процессов прибор в конце концов перейдёт в открытое состояние. После включения тиристора протекающий через него ток должен быть ограничен внешним сопротивлением нагрузки, в противном случае при достаточно высоком токе тиристор выйдет из строя. Во включённом состоянии переход J2 смещён в прямом направлении (рис. 5, в), и падение напряжения $U_{AK}=U_1-U_2+U_3$ приблизительно равно сумме напряжения на одном прямосмещённом p-n переходе и напряжения коллектор-эмиттер насыщенного транзистора.

Двухтранзисторная модель используется не только для изучения и описания процессов, происходящих в тиристоре. Включение p-n-p и n-p-n реальных транзисторов по приведённой схеме является схмотехническим аналогом тиристора и иногда используется в электронной аппаратуре.

Режим прямой проводимости

Когда тиристор находится во включённом состоянии, все три перехода смещены в прямом направлении. Дырки инжектируются из области p1, а электроны — из области n2, и структура n1-p2-n2 ведёт себя аналогично насыщенному транзистору с удалённым диодным контактом к области n1. Следовательно, прибор в целом аналогичен p-i-n (p⁺-i-n⁺)-диоду.

Эффект dU/dt

При подаче напряжения прямой полярности на анод и катод тиристора со скоростью более некоторой критической $dU/dt > (dU/dt)_{\text{крит}}$ произойдёт открытие p-n-p-n структуры даже без подачи открывающего тока в управляющий электрод. Этот эффект обусловлен паразитной ёмкостью между анодом и управляющим электродом. Данный эффект ограничивает использование тиристорных схем в высокочастотных схемах, но иногда применяется для управления тиристором в некоторых схемах. Параметр $(dU/dt)_{\text{крит}}$ указывается в справочных данных на конкретную модель тиристора.

Эффект di/dt

В момент открытия тиристора по управляющему электроду из-за неоднородностей в полупроводниковом кристалле прибора ток через структуру начинает протекать в некоторой, ограниченной по площади зоне. Площадь зоны протекания тока постепенно увеличивается и в конце концов ток начинает протекать через всю поверхность переходов. Если ток после открывания тиристора увеличивается очень быстро, то есть при $di/dt > (di/dt)_{\text{крит}}$ то зона, где протекает ток, не «успевает» расширяться до всей площади переходов и поэтому в локальном месте начального протекания тока его плотность достигает значений, при которых возможно разрушение переходов в структуре из-за теплового пробоя и выход прибора из строя. Поэтому при использовании тиристорных схем следует ограничивать скорость нарастания тока. Параметр $(di/dt)_{\text{крит}}$ является справочным и указывается в спецификациях на конкретный прибор.

Классификация тиристорных

По проводимости и количеству выводов

- тиристор диодный (доп. название «динистор») — тиристор, имеющий два вывода:
 - тиристор диодный, не проводящий в обратном направлении;
 - тиристор диодный, проводящий в обратном направлении;
 - тиристор диодный симметричный
- тиристор триодный (доп. название «тринистор») — тиристор, имеющий три вывода:
 - тиристор триодный, не проводящий в обратном направлении (доп. название «тиристор»);

- тиристор триодный, проводящий в обратном направлении (доп. название «тиристор-диод»);
 - тиристор триодный симметричный (иначе, отечественное название — «симистор»);
 - тиристор триодный асимметричный;
 - запираемый тиристор (доп. название «тиристор триодный выключаемый»).
- Ранее тиристоры в отечественной литературе назывались «управляемыми диодами».

Характеристика тиристоров

Современные тиристоры изготавливают:

- на токи от 1 мА до 10 кА;
- на напряжения от единиц вольт до нескольких киловольт;
- скорость нарастания в них прямого тока достигает 10^9 А/с, напряжения — 10^9 В/с, время включения составляет величины от нескольких десятых долей до нескольких десятков микросекунд, время выключения — от нескольких единиц до нескольких сотен микросекунд;
- КПД достигает 99 %.

К распространённым отечественным тиристорам можно отнести приборы КУ202 (25-400 В, ток 10 А), к импортным — MCR100 (100-600 В, 0,8 А), 2N5064 (200 В, 0,5 А), C106D (400 В, 4 А), ТУН612 (600 В, 12 А), BT151 (800 В, 7,5-12 А) и другие.

Также следует помнить, что не все тиристоры допускают приложение обратного напряжения, сравнимого с допустимым прямым напряжением. Управляемая мощность через тиристор может достигать вплоть до 100 МВт.

Применение

Тиристоры применяются в составе следующих устройств:

- электронные ключи;
- управляемые выпрямители;
- преобразователи (инверторы);
- регуляторы мощности (диммеры);
- электронное зажигание.

Отличие динистора от тринистора

Принципиальных различий между динистором и тринистором нет, однако если открытие динистора происходит при достижении между выводами анода и катода определённого напряжения, зависящего от типа данного динистора, то в тринисторе напряжение открытия может быть специально снижено, путём подачи импульса тока определённой длительности и величины на его управляющий электрод при положительной разности потенциалов между анодом и катодом, и конструктивно тринистор отличается только наличием управляющего электрода. Тринисторы являются наиболее распространёнными приборами из «тиристорного» семейства.

Отличие тиристора триодного от запираемого тиристора

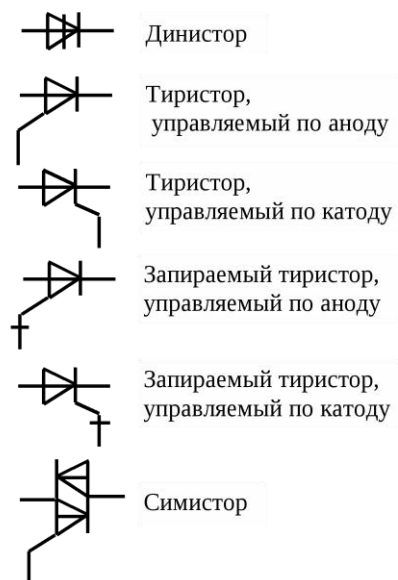
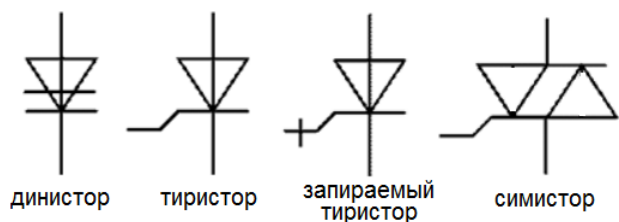
Переключение в закрытое состояние обычных тиристоров производят либо снижением тока через тиристор до значения I_h , либо изменением полярности напряжения между катодом и анодом.

Запираемые тиристоры, в отличие от обычных тиристоров, под воздействием тока управляющего электрода могут переходить из закрытого состояния в открытое состояние, и наоборот. Чтобы закрыть запираемый тиристор, необходимо через управляющий электрод пропустить ток противоположной полярности, чем полярность, которая вызывала его открытие.

Симистор

Симистор (симметричный тиристор) представляет собой полупроводниковый прибор, по своей структуре является аналогом встречно-параллельного включения двух тиристоров. Способен пропускать электрический ток в обоих направлениях.

Классификация и система обозначений тиристоров



Выпускаемые с 1980 г. тиристоры имеют классификацию и систему обозначений, установленные ГОСТ 20859.1—89. Вместе с тем в эксплуатации находятся тиристоры, система обозначений которых регламентировалась стандартами (ГОСТ 10862—72, ГОСТ 14069—72 и др.), в настоящее время отмененными. В основу обозначений тиристоров положен *буквенно-цифровой код*, состоящий из четырех элементов (ГОСТ 10862-72).

- Первый элемент (буква или цифра) обозначает исходный материал:
 - Г, или 1, — германий;
 - К, или 2, — кремний;
 - А, или 3, — арсенид галлия.
- Второй элемент (буква) — вид прибора:
 - Н — диодный тиристор (динистор);
 - У — триодный тиристор.
- Третий элемент (число) обозначает основные функциональные возможности прибора и номер разработки:
 - от 101 до 199 — диодные и незапираемые триодные тиристоры малой мощности ($i_{\text{ос.ср}} < 0,3 \text{ А}$, $i_{\text{ос.ср}}$ — средний ток в открытом состоянии);
 - от 201 до 299 — диодные и незапираемые триодные тиристоры средней мощности ($0,3 \text{ А} \leq i_{\text{ос.ср}} \leq 10 \text{ А}$);
 - от 301 до 399 — триодные запираемые тиристоры малой мощности ($i_{\text{ос.ср}} \leq 0,3 \text{ А}$);
 - от 401 до 499 — триодные запираемые тиристоры средней мощности ($0,3 \text{ А} \leq i_{\text{ос.ср}} \leq 10 \text{ А}$);
 - от 501 до 599 — симметричные незапираемые тиристоры малой мощности ($i_{\text{ос.ср}} \leq 0,3 \text{ А}$);
 - от 601 до 699 — симметричные незапираемые тиристоры средней мощности ($0,3 \text{ А} \leq i_{\text{ос.ср}} \leq 10 \text{ А}$).
- Четвертый элемент (буква) А, Б, В и т. д. обозначает типонаминал прибора.

Буквенно-цифровой код тиристоров

Буквенно-цифровой код системы в соответствии с ГОСТ 20859.1—89 состоит из следующих элементов:

- первый элемент — буква или буквы, обозначающие вид прибора:
 - Т — тиристор;
 - ТЛ — лавинный тиристор;
 - ТС — симметричный тиристор (симистор);
 - ТО — оптотиристор;
 - ТЗ — запираемый тиристор;
 - ТБК — комбинированно выключаемый тиристор;
 - ТД — тиристор-диод;
- второй элемент — буква, обозначающая подвид тиристора по коммутационным характеристикам:
 - Ч — высокочастотный (быстро включающийся) тиристор;
 - Б — быстродействующий;
 - И — импульсный;
- третий элемент — цифра (от 1 до 9), обозначающая порядковый номер модификации (разработки);
- четвертый элемент — цифра (от 1 до 9), обозначающая классификационный размер корпуса прибора;
- пятый элемент — цифра (от 0 до 5), обозначающая конструктивное исполнение;
- шестой элемент — число, равное значению максимально допустимого среднего тока в открытом состоянии для тиристоров, лавинных тиристоров, оптотиристоров, комбинированно выключаемых тиристоров, максимально допустимого импульсного тока для импульсных тиристоров, максимально допустимого действующего тока для симисторов и импульсного запираемого тока для запираемых тиристоров. Для тиристор-диодов шестой элемент состоит из дроби, в числителе которой — значение максимально допустимого среднего тока в открытом состоянии, а в знаменателе — значение максимально допустимого среднего тока в обратном проводящем состоянии;
- седьмой элемент — буква X для приборов с обратной полярностью (основание корпуса — катод);
- восьмой элемент — число, обозначающее класс по повторяющемуся импульсному напряжению в закрытом состоянии (сотни вольт);
- девятый элемент — группа цифр, обозначающая сочетание классификационных параметров:
 - $(du_{зс} / dt)_{кр}$ для низкочастотных приборов (аббревиатура «зс» означает запертое состояние, а аббревиатура «кр» — критическое значение);
 - $(du_{зс} / dt)_{кр}$ и $t_{выкл}$ для высоко-частотных приборов;
 - $(du_{зс} / dt)_{кр}$, $t_{вкл}$ и $t_{выкл}$ для быстродействующих приборов;
 - для симметричных тиристоров (симисторов) и тиристор-диодов вместо $(du_{зс} / dt)_{кр}$ классификационным параметром является $(di_{ос} / dt)_{кр}$. Пример условных обозначений тиристоров по ГОСТ 20859.1-89: ТЛ171-320-10-6 — тиристор лавинный первой модификации, размер шестигранника «под ключ» 41 мм, конструктивное исполнение — штыревое с гибким катодным выводом, максимально допустимый средний ток в открытом состоянии 320 А, повторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии 1000 В (10-й класс), критическая скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии 500 В/мкс.

Наименование

ТД-250-13-0,9-4-3-1

ТЧ-200-10-0,8-4-3-2

Тиристор

Быстродействующий (или с повышенными динамическими параметрами)

Предельный ток, А

Класс (повторяющееся напряжение)

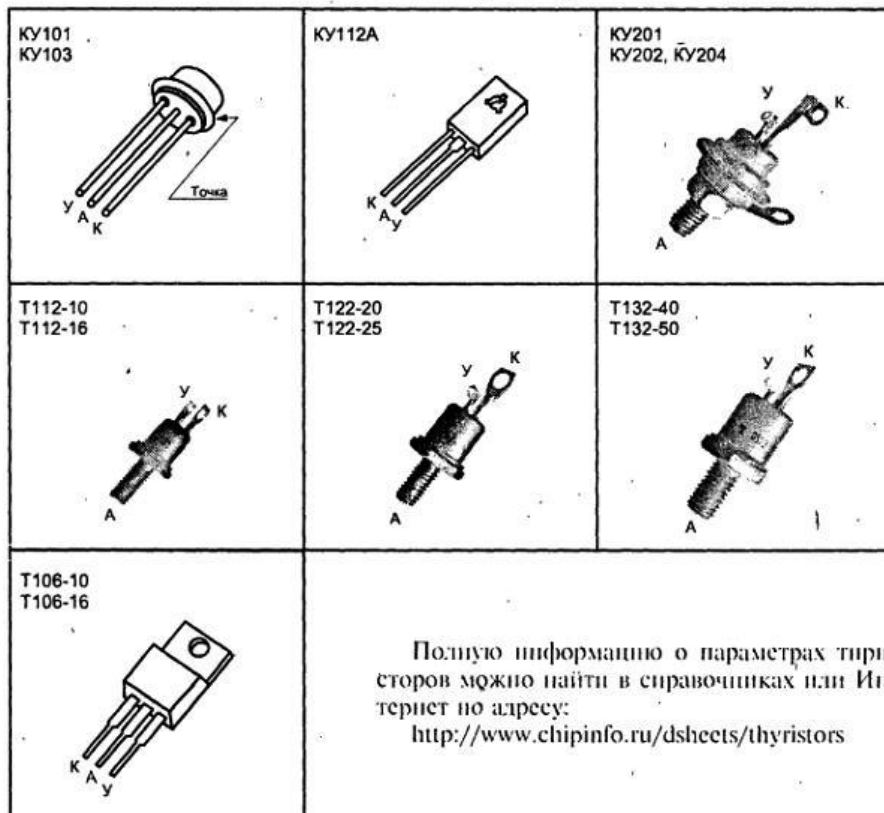
Прямое падение напряжения, В

Группа по (du/dt) крит, В/мкс

Группа по времени включения, мкс

Группа по (di/dt) крит, А/мкс

Тиристоры



Полную информацию о параметрах тиристоров можно найти в справочниках или Интернет по адресу:
<http://www.chipinfo.ru/dsheets/thyristors>

Марки некоторых маломощных динисторов указаны в табл.1.

Основные данные динисторов. Таблица 1.

Марка	Максимальный ток, А	Максимальное напряжение, В	Прямое падение напряжения, В	Тип прибора	Диапазон температур, °С	Частота, Гц
КН102И	0,2		1,5	Динистор	-40...+60	
КН102Ж	0,2					

Марки некоторых тиристоров указаны в табл.2.

Основные данные однооперационных тиристоров. Таблица 2.

Марка	Максимальный ток, А	Максимальное напряжение, В	Прямое падение напряжения, В	Тип прибора	Диапазон температур, °С	Частота, Гц
КУ201Л				и.тиристор	-60...+100	
КУ202Н				и.тиристор	-25...+55	
КУ208Г				и.тиристор	-55...+70	
Т112-16		100-1200	1,2	н/ч тиристор	-60...+125	
Т253-1250		400-1200	1,0	н/ч тиристор	-60...+125	
МТТ160		400-1600	1,1	два тиристора	-60...+125	

Пример обозначения тиристора: Т132-50-7 (50 – средний ток в амперах, 7 – максимальное напряжение в сотнях вольт).

Марки некоторых симисторов указаны в табл.3.

Основные данные симисторов. Таблица 3.

Марка	Максимальный ток, А	Максимальное напряжение, В	Прямое падение напряжения, В	Тип прибора	Диапазон температур, °С	Частота, Гц
ТС112-10		100-1200	1,3	симистор	-60...+125	
ТС171-250		200-1200	0,8	симистор	-60...+110	

Специальные тиристоры (быстродействующие, лавинные, тиристор-диоды) представляют собой группу силовых полупроводниковых приборов с улучшенными характеристиками (см. табл.5).

Быстродействующие тиристоры (ТБ) имеют время включения не более 4 мкс и время выключения не более 63 мкс.

Лавинные тиристоры (ТЛ) обладают повышенной устойчивостью к резкому нарастанию напряжения и тока через тиристор.

Тиристор-диоды (ТД) допускают работу в обратном направлении в качестве диода.

Основные данные специальных тиристоров. Таблица 5.

Марка	Максимальный ток, А	Максимальное напряжение, В	Прямое падение напряжения, В	Тип прибора	Диапазон температур, °С	Частота, Гц
ТБ151-50		500-1200	1,4	б/д тиристор	-60...+125	
ТЛ171-320		500-1100	0,9	Лавинный тиристор	-60...+140	
ТДЧ153-400/160	400/160	600-1600	1,2	Тиристор-диод	-60...+125	