

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

А.В. Глазачев  
ЭЛЕКТРОНИКА 1.1




---

---

---

---

---

---

---

---

ЭЛЕКТРОНИКА 1.1

### Тиристоры

**Общие сведения**

**Тиристор** – полупроводниковый прибор с тремя или более взаимодействующими *p-n*-переходами, вольт-амперная характеристика которого имеет участок с отрицательным дифференциальным сопротивлением, и используемый для переключения.

Тиристоры в зависимости от конструктивных особенностей и свойств разделяют на:

- **диодные тиристоры (динисторы);**
- **триодные тиристоры (тринисторы);**
- **симметричные тиристоры (симисторы);**
- **двухоперационные (запираемые) тиристоры и др.**

---

---

---

---

---

---

---

---

ЭЛЕКТРОНИКА 1.1

Конструкции тиристоров: дискретное (а) и модульное (б) исполнение



а

б

---

---

---

---

---

---

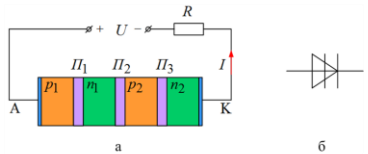
---

---

ЭЛЕКТРОНИКА 1.1

**Динисторы**

Тиристор, имеющий два вывода, называется **диодным тиристором (динистором)**.



Структура динистора (а) и его условное графическое обозначение (б)

---

---

---

---

---

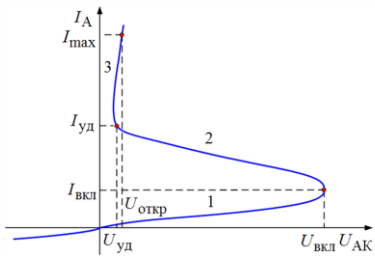
---

---

---

ЭЛЕКТРОНИКА 1.1

**Вольт-амперная характеристика динистора**




---

---

---

---

---

---

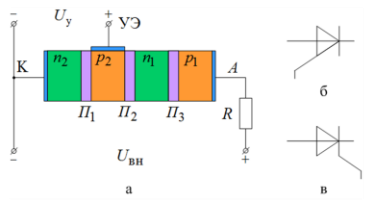
---

---

ЭЛЕКТРОНИКА 1.1

**Тринисторы**

Тиристор, имеющий два основных и один управляющий вывод, называется **триодным тиристором (тринистором)**.



Структура тринистора (а) и условные обозначения незапираемых тринисторов с управлением по аноду (б), с управлением по катоду (в)

---

---

---

---

---

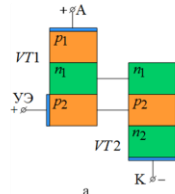
---

---

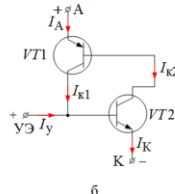
---

ЭЛЕКТРОНИКА 1.1

*Структура (а) и схема двухтранзисторного эквивалента тиристора (б)*



а



б

$$I_{K2} = \beta_2 I_Y \quad I_{B1} = I_{K2} \quad I_{K1} = \beta_1 I_{B1} = \beta_1 I_{K2} = \beta_1 \beta_2 I_Y$$

$$\beta_1 \beta_2 I_Y > I_Y \quad \beta_1 \beta_2 > 1$$


---

---

---

---

---

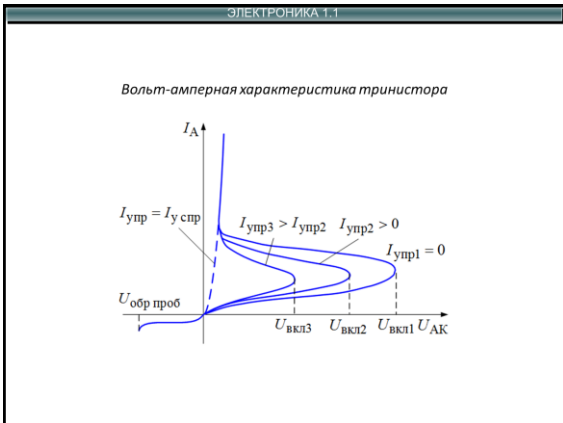
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

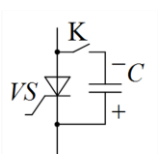
---

---

ЭЛЕКТРОНИКА 1.1

**Способы запираания тиристоров**

Выключение тиристора путем изменения полярности напряжения между катодом и анодом



---

---

---

---

---

---

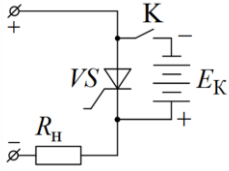
---

---

---

---

Выключение тиристора путем параллельного подключения коммутирующей ЭДС




---

---

---

---

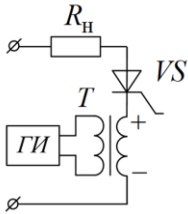
---

---

---

---

Выключение тиристора путем введения в его цепь противоЭДС




---

---

---

---

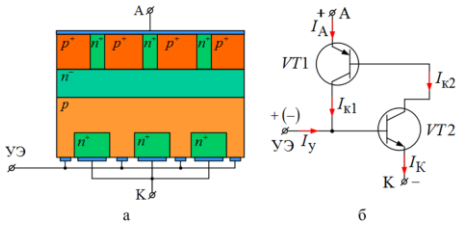
---

---

---

---

Запираемые тиристоры



Структура запираемого тиристора (а) и двухтранзисторный эквивалент (б) одной из ячеек тиристора

---

---

---

---

---

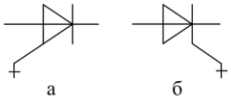
---

---

---

ЭЛЕКТРОНИКА 1.1

Такой тиристор в зарубежной терминологии получил обозначение **GTO-тиристор** (*Gate Turn Off Thyristor*).



Условные обозначения запираемых тринисторов с управлением по аноду (а), с управлением по катоду (б)

---

---

---

---

---

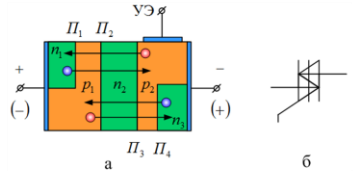
---

---

---

ЭЛЕКТРОНИКА 1.1

Тиристор, имеющий симметричную относительно начала координат вольт-амперную характеристику, называется **симметричным тиристором** (*симистором*).



Структура симистора (а) и его условное графическое обозначение (б)

---

---

---

---

---

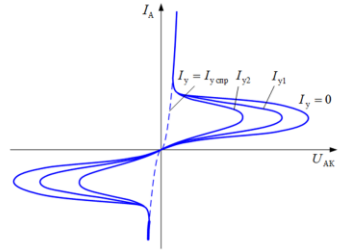
---

---

---

ЭЛЕКТРОНИКА 1.1

Вольт-амперная характеристика симистора



---

---

---

---

---

---

---

---

ЭЛЕКТРОНИКА 1.1

### Применение тиристоров

#### Управляемые выпрямители

Схема (а) и временные диаграммы (б) управляемого выпрямителя

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

ЭЛЕКТРОНИКА 1.1

Постоянная составляющая напряжения на нагрузке (выпрямленное напряжение):

$$U_d = \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} \sqrt{2} E_2 \sin \theta d\theta = \frac{\sqrt{2} E_2}{2\pi} (1 + \cos \alpha)$$

$$U_{d \max} = U_d \Big|_{\alpha = 0} = \frac{2\sqrt{2} E_2}{2\pi} = 0,45 E_2$$

$$U_{d \min} = U_d \Big|_{\alpha = \pi} = 0$$


---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

ЭЛЕКТРОНИКА 1.1

### Регуляторы переменного напряжения

Схема (а) и временные диаграммы (б) регулятора переменного напряжения

---

---

---

---

---

---

---

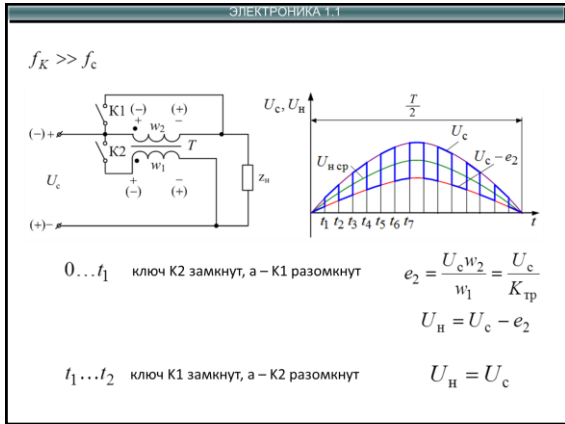
---

---

---

---

---




---



---



---



---



---



---



---