

3.2. Триністор (керований діод)

Диністори не знайшли широкого розповсюдження (використовувались для фіксування досягнення напругою певного значення). Але тріодний тиристор (триністор), який є керованим перемикаючим приладом і частіше називається просто тиристором, став основою енергетичної електроніки 80-х років минулого століття.

Тиристор – це чотиришаровий перемикаючий прилад, у якого від однієї з базових зон зроблено вивід – керуючий електрод.

Структура та умовне позначення триністора (надалі – тиристор) наведені на рис. 3.3.

Подаючи між керуючим електродом та катодом пряму напругу на $p-n$ перехід, що працює у прямому напрямку, можна регулювати значення напруги вмикання $U_{вм}$.

Цю головну властивість тиристора демонструє його ВАХ, яка наведена на рис. 3.4.

Схема вмикання тиристора зображена на рис. 3.5. Якщо подати на керуюче коло імпульс прямої напруги, тиристор вмикається і залишається увімкненим після зняття сигналу керування.

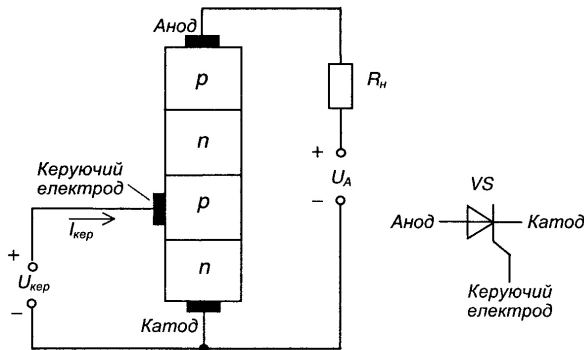


Рис. 3.3 - Структура та умовне позначення тиристора

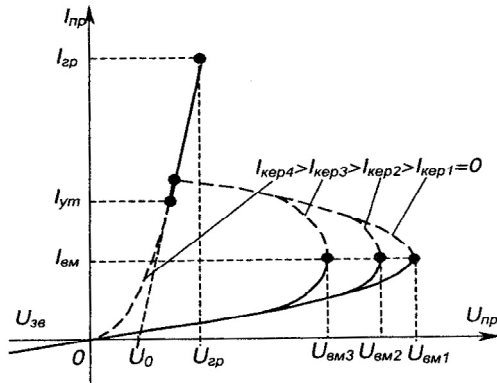


Рис. 3.4 - ВАХ тиристора

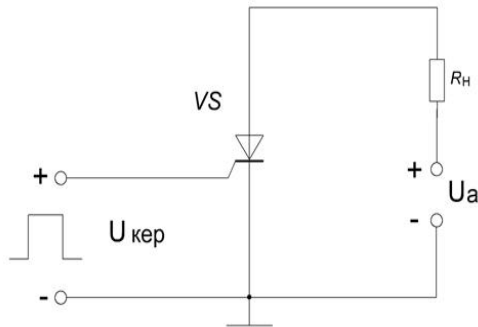


Рис. 3.5 - Найпростіша схема вмикання тиристора

Вимкнути тиристор можна лише зниженням струму у його анодному колі нижче струму утримання $I_{ут}$. У колах постійного струму вимкнення тиристора здійснюється шляхом вимкнення паралельно тиристорі попередньо зарядженого конденсатора з напругою, полярність якої зворотна щодо увімкненого стану тиристора (примусова комутація).

У колах змінного струму вимкнення тиристора здійснюється природно в момент проходження струму через нуль (невимушена комутація) – тому найширшого використання тиристори набули саме у колах змінного струму як напівкеровані електронні перемикачі.

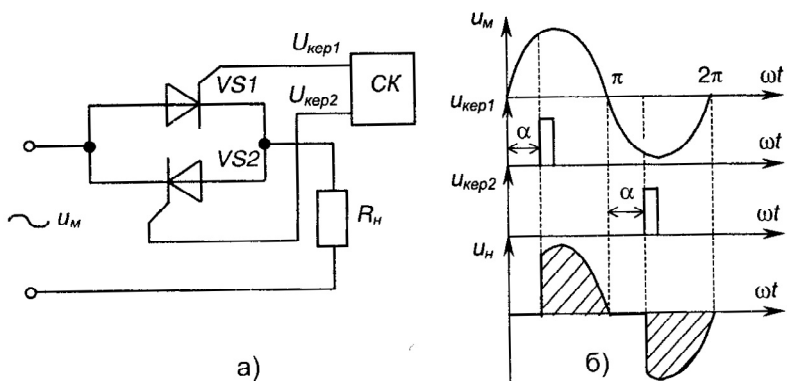


Рис. 3.6 - Однофазний регулятор:

а) електрична схема; б) часові діаграми роботи

На рис. 3.6 наведено схему найпростішого однофазного регулятора та часові діаграми його роботи. Змінюючи затримку подачі сигналу керування відносно переходу напруги мережі U_m через нуль – кут керування α – від 0 до π , можна регулювати напругу на навантаженні U_n від нуля до максимуму.

Тиристри мають багато параметрів (біля ста). Наведемо основні з них.

1) Статичні параметри:

- струм вмикання $I_{вм}$;

- струм утримання $I_{ут}$ (мінімальний прямий струм увімкненого тиристора за розімкненого кола керування, при подальшому зниженні якого тиристор переходить у непровідний стан), (становить $0,01 \div 0,7$)А;

- порогова напруга U_0 , досягає до 1В.

2) Граничні параметри:

- максимально допустиме значення середнього струму через тиристор за певних умов охолодження I_{cp} , складає $(0,1 \div 2000)$ А;

- максимально допустиме амплітудне значення зворотної напруги

$$U_{зв} = (100 \div 24000) \text{В};$$

- струм робочого перевантаження, сягає $3I_{зр}$;

- ударний миттєвий струм у відкритому стані, сягає $20I_{зр}$;

- допустима середня потужність втрат у відкритому стані.

3) Динамічні параметри:

- час вмикання $\tau_{вм}$ (час переходу тиристора з непровідного стану у провідний), що становить $(1 \div 10)$ мкс;

- час вимикання $\tau_{вим}$ (мінімальний проміжок часу між проходженням через нуль прямого струму та повторним прикладанням напруги до тиристора, що не викликає самовільного вмикання приладу – час відновлення запірних властивостей), становить $(10 \div 500)$ мкс;

- допустима швидкість зростання відновлюваної напруги на тиристорі, що не призводить до його самовільного вмикання за рахунок ємнісного струму зміщення структури (при паразитній ємності) та внутрішнього додатного зворотного зв'язку $(du/dt)_{крит.} = 20 \div 500 \text{В/мкс}$ (для гарантованого забезпечення не перевищення її допустимого значення паралельно з тиристором зазвичай вмикають RC - коло);

- допустима швидкість зростання прямого струму, що не призводить до виходу тиристора з ладу за рахунок локального перегріву структури $(di/dt)_{крит.} = 10 \div 70 \text{А/мкс}$ (для гарантованого забезпечення не перевищення її допустимого значення послідовно з тиристором вмикають невелику індуктивність – дросель).

4) Параметри кола керування:

- це значення постійного та імпульсного струмів кола керування при напрузі джерела у ньому 12В, та відповідні їм падіння напруги у колі керування (для потужних тиристорів $I_{кер} = (0,3 \div 0,7) \text{ A}$).

Слід зазначити, що тривалість імпульсу керування повинна бути більшою за час вмикання тиристора, що зазвичай складає $(15 \div 20) \text{ мкс}$ для активного навантаження.