

YARIMKEÇİRİCİ TİRİSTORLARIN ELEKTROTEKXNİKİ ŞƏBƏKƏDƏ ROLU VƏ TƏTBİQOLUNMA SAHƏLƏRİ



Şəmsəddin Kazımov,
Naxçıvan Dövlət Universitetinin
Elektroenergetika mühəndisliyi
kafedrasının müdiri, dosent
e-mail: s_kazimov@gmail.ru



Sevinc Novruzova,
Naxçıvan Dövlət Universitetinin
Elektroenergetika mühəndisliyi
kafedrasının baş müəllimi
e-mail: sevincrzayeva1969@gmail.com

UOT: 621, 382

Xülasə. Məqalədə yarımkeçiricilər əsasında qurulan tiristorun yüksək keyfiyyətindən, sadə quruluşa malik olması və yüksək gərginlikli şəbəkələrdə praktiki cəhətdən mükəmməl və əhəmiyyətli olmasından bəhs olunur. Həmçinin iş prinsipi etibarı ilə bu cihaza yaxın yarımkeçiricilər ailəsinə daxil olan oxşar cihazlar haqqında da məlumat verilmişdir.

Açar sözlər: yarımkeçirici, etibarlı, tiristor, mexaniki möhkəmlilik.

Key words: semiconductor, reliable, thyristor, mechanical strenght.

Ключевые слова: полупроводник, надежный, тиристор, механическая устойчивость.

Müasir elm və texnikanın inkişaf şəraitində, xüsusilə iqtisadiyyatın müxtəlif sahələrində uğurla tətbiq olunan yarımkeçirici maddələr əsasında hazırlanmış cihaz və avadanlıqlar xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Bu cihazlar xüsusilə böyük cərəyan və gərginlikli dövrlərin idarə edilməsində mühüm rol oynayır. Hazırkı dövrdə elmi-texniki tərəqqinin inkişaf mərhələlərində yarımkeçiricilər əsasında yaranan tiristorların düzləndirici və açar kimi dövrlərdə istifadəsi, xüsusilə bu əsasda yaranan quruluşların yüksək gərginlik texnikasında istifadəsi elektroenergetika texnikasının sürətli inkişafına səbəb olmuşdur. Çünki tiristorlar müasir energetikanın elementar bazasının təşkili ilə yanaşı, aşağıdakı əhəmiyyətli üstünlüklərə malik olması ilə də fərqlənir:

- faydalı iş əmsalının yüksək olması;
- ölçülərinin kiçik olması;

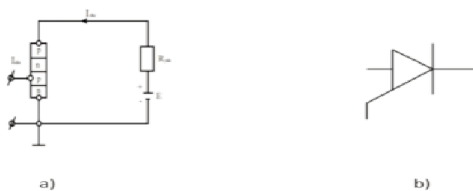
- uzunömürlü olması;
- xarakteristikasının sabit olması;
- yüksək etibarlı olması.

Bu yüksək keyfiyyətlərinə, quruluşunun sadəliyinə görə onlardan energetika, elektronika, nəqliyyat və metallurgiya sənayesində geniş istifadə olunur.

Elektronikanın bugünkü səviyyəsi demək olar ki, tamamilə yarımkeçiricilərin inkişafı ilə bağlıdır. Yarımkeçiricilərin meydana çıxması, onların fiziki xassələrinin dəqiq öyrənilməsi elmin bir çox sahələrində əsaslı dəyişikliklərə səbəb olmuşdur. Yarımkeçirici cihazlar başqa elektron cihazlardan ölçülərinin kiçikliyi, yüngüllüyü, mexaniki möhkəmliyi, etibarlı işləməsi və az güc sərf etməsi ilə fərqlənir. Müxtəlif tipli cihazların işləmə prinsipi yarımkeçiricilərdə elektrikkeçirmənin xüsusiyyətləri ilə izah olunur. Ümumiyyətlə, təmiz yarımkeçiricilərdə sərbəst elektronların sayı azdır. Bəzi təmiz yarımkeçirici maddələr özünü izol-

yator kimi apara bilər. Lakin temperatur artdıqca kristal qəfəsdə yerləşən atomların rəqsləri də artır, elektronlar həmin atomlardan asanlıqla ayrılıb sərbəstləşir. Bu sərbəstləşmə keçiriciliyin artmasına səbəb olur. Yarımkeçiricilərdə temperatur artdıqca, keçiricilik də artır, metallarda isə əksinə, keçiriciliyin azalmasını müşahidə edirik. Yarımkeçiricilərdə temperaturun 1°C artması müqaviməti 3-6%, 10°C artması isə 75%-dək azaldır. Deməli, temperaturdan asılı olaraq yarımkeçiricilərdə keçiricilik qabiliyyəti kəskin dəyişir. Bu, yarımkeçiricilərin ən mühüm xassələrindən biridir. Yarımkeçiricilərin müqavimətini başqa cür də dəyişmək olar. Bunun üçün yarımkeçirici maddəni aşqaralamaq, yəni tərkibinə çox az miqdarda ayrı bir element qatmaqla, daha aydın təsəvvür üçün yarımkeçiricilərdə keçiriciliyin mexanizmi ilə tanış olmaq lazımdır. Yarımkeçirici cihazlardan ən maraqlısı müxtəlif keçiriciliyə malik dörd yarımkeçiricinin birləşməsidir. Bu birləşmələri əsasən, p-n keçidi təşkil edir. Üç p-n keçidi ilə idarə olunan yarımkeçirici **ventil tiristor** adlanır.

Tiristorlar əsasən silisium elementindən hazırlanır və dörd p-n-p-n təbəqəyə malik olurlar. Bu təbəqələr arasında üç ədəd **p-n** keçidi yaranır. Tiristorlar üç və iki elektrodlu olur. Üç elektrodlu çıxışı olan dörd p-n-p-n keçidi **tiristor**, iki elektrodlu çıxışı olan n-n-p-n keçidi isə **dinister** adlanır. Bunların arasındakı fərq əlavə yarımkeçiricilərdə p qatının olmasıdır. Tiristorun quruluş sxemi və şərti işarəsi **şəkil 1**-də göstərilmişdir.



Şəkil 1. Tiristorun quruluşu (a), şərti işarəsi (b)

Cihaz əsasən üç çıxışa malikdir:

1. Xarici səthdə yerləşən və xaricə çıxışı olan p_1 oblastı anod adlanır.
2. Xarici səthdə yerləşən və xaricə çıxışı olan n_2 oblastı katod adlanır.
3. Daxili P_2 oblastından çıxışı olan idarə edən çıxışlardan ibarətdir.

Tiristora gərginliyin istiqaməti elə seçilməlidir ki, tiristorun qapalı dövrəsindən cərəyan keçdikdə Π_1 və Π_3 keçidləri açıq, Π_2 keçidi isə bağlı olsun.

Bu zaman açıq keçidlərin müqavimətləri cüzi qiymətə malik olduğundan U gərginliyi tamamilə Π_2 bağlı keçidinə tətbiq edilmiş olur. Bu halda tiristorun cərəyanı çox kiçik qiymət alır, yəni sıfıra bərabər olur.

Yarımkeçirici triodun mərkəzi təbəqəsi **baza**, kənar təbəqələrində ilk mənbəyi olan **emitter** və emitterdən gələn yükləri qəbul edən hissəsi isə **kollektor** adlanır.

İki aralıq oblastı baza adlandırmaq olar: p baza və n baza. P bazasında idarəedici elektrod yerləşdirilmişdir. Dördüncü qatı əlavə etsək, yarımkeçirici cihazda əsaslı dəyişiklik əmələ gələcəkdir, n baza dövrəsində əks istiqamətdə qoşulmuş gərginliyin təsiri ilə kiçik əks cərəyan yaranır. Bu cərəyan tiristorun parametrlərindən biridir və kiçik qiymətləri yarımkeçiricinin yüksək keyfiyyətli olmasını göstərir. Emitter – baza arasında kiçik gərginlikli mənbə qoşulduqda dövrədə emitter cərəyanı (I_e) əmələ gəlir. Bazaya anoddan daxil olan boş yerlərin bir hissəsi sərbəst elektronlarla rekombinasiya edilir və bu elektronların əvəzi xarici dövrədən bazaya daxil olan baza cərəyanını (I_b) yaradır. Diffuziyanın hesabına boş yerlərin əksəriyyəti hərəkətini davam etdirib, E_k mənbəyi elektrik sahəsinin təsiri ilə p-n keçidini keçir və kollektora daxil olur. Nəticədə n baza dövrəsində (I_k) kollektor cərəyanı yaranır.

$$I_k = I_e - I_b$$

Deməli, n baza vastəsi ilə kollektor cərəyanını idarə etmək olar. Kollektor cərəyanının artımının (I_k) emitter cərəyanı artımına olan nisbətində tranzistorun cərəyanına görə güclənmə əmsalı deyilir:

$$\alpha = \Delta I_k / \Delta I_e \quad U_k = \text{const}$$

Bu baxılan hal üçün baza həm katod, həm də anod dövrəsində ümumi elektrod rolunu oynayır. Ona görə də bu cür dövrə **ümumi bazalı sxem** adlanır. Bu halda emitter dövrəsi giriş, kollektor dövrəsi isə çıxış dövrəsi olur. Giriş və çıxış kəmiyyətləri tiristorun hal parametrlərini təmin edir. Belə olan halda tiristordan dövrənin bağlayıb açmaq üçün istifadə etmək olar. Ona görə də onun adı yunan dilində **“tira”** sözündən götürülmüşdür ki, bu da **“qapı”** deməkdir.

Müasir elektronikada yarımkeçirici cihazlar içərisində ən mükəmməl və əhəmiyyətli olan tiristorlardır. Onlar yüksək güclü elektrotexniki şəbəkələrlə praktiki cəhətdən sıx əlverişlidir. Tiristora oxşar və yaxın olan yarımkeçirici cihazlar ailə-

sinin sırası aşağıdakı ardıcılıqdan ibarətdir:

1. *p-n-p-n diod (şoklu diod və ya diodlu tiristor).*
2. *Diak (iki istiqamətli diodlu tiristor).*
3. *Triak (üç istiqamətli tiristor).*
4. *Düz keçidli tiristor.*
5. *Fototiristor (ışqla idarə olunan tiristor).*
6. *Tetradniy - tiristor.*

Yuxarıdakı üstünlüklərinə görə elektrik dövrələrində açar kimi istifadə edilən yarımkeçirici tiristorlar texnikanın müxtəlif sahələrində geniş istifadə edilir. Elektrik dövrələrinin açılıb bağlanmasına görə bu açarlara **homitasiya aparatları** deyilir və bunlar aşağıdakılardır:

- *cərəyanı və işəsalmanı tənzimləyən aparatlar;*
- *elektrik dövrəsinin mühafizə aparatları.*

Bununla yanaşı, bu açarlar vasitəsi ilə aşağıdakı işlər aparılır: **a) kommutasiya və mühafizə, b) kommutasiya, c) tənzimləmə və mühafizə.**

Yarımkeçirici tiristorlarda hazırlanan avtomatik idarə aparatlarının iş prinsipi p-n keçidinə əsaslanır. İdarə aparatları intiqalı idarə etməklə aparatın bilavasitə təsir etdiyi aparatlara deyilir. Bunlara əsasən, **ifadəedici, nəzarət və düymə** stansiyaları aiddir. İdarə düymələri qeyri-avtomatik aparatlardır və dövrələrində nisbətən sadə açib-bağlama əməliyyatları aparmaq üçün istifadə edilir. Bundan başqa, bir çox mexanizmlər mövcuddur ki, bunlarda müxtəlif tormozlanmalar, sürətin azaldılması, xüsusilə böyük inersial momentə malik hərəkətli hissələrin dayandırılması üçün xüsusi avtomatik qurğular tələb olunur.

Nəticə. Müasir dövrdə tiristorların yaranması və avtomatik sistemlərə tətbiqi yarımkeçiricilər sahəsində çalışan alimlərin gərgin əməyi nəticəsində inkişaf etmiş və bugünkü səviyyəyə gəlib çatmışdır. Bu baxımdan müasir güc elektronika-sında cərəyan şiddəti 5-10 kA, gərginliyi 10 kV olan cihazların yeni növləri hazırlanmış və müxtəlif komponentli cihazların konstruksiya edilməsi prosesi gündən-günə yenilənməkdədir. Tiristorların belə geniş tətbiq olunmasının əsas səbəblərindən biri də onun yüksək gərginlik və cərəyan dövrələrində müvəffəqiyyətlə idarə edilməsidir. Elektronika texnikası əsasında yaradılan yarımkeçirici tiristorlar avtomatik rabitə sistemində texniki səviyyənin və əmək məhsuldarlığının artırılmasında mühüm rol oynayır.

ƏDƏBİYYAT

1. Paşayev A.M., Həsənov A.R., İsgəndərov İ.Ə., Abdurəhmanov F.A. Elektron qurğuların əsasları (dərslük). Bakı, MAA, 2014.
2. Qocayev E.M., Rüstəmov V.C., Məmmədova G.N. Yarımkeçirici materialların texnologiyası və onların parametrlərinin təyini (dərs vəsaiti). Bakı, 2020.
3. Герлах В.И. Тиристоры. Москва, Энергоиздат, 1985.
5. Шамони К., Теоретическая электроника (под ред. Паливанова К.М.). 1984, 774 с.
4. Кузмин В.А., Перценков В.С. Модуляция проводимости базы тиристора в процессе включения-радиотехника электроника. том.13, №4, 1988, 709 с.
5. Гомонова А.И., Капцов Л.Н. Переходные характеристики тиристора при включении из вузов радиотехника. том.8, 1965, 175 с.
6. Перасимов Р.И. Тиристорный электропровод. Москва, Энергия, 1988.
7. Електротехника. Москва, Энергоиздат, №10, 1981, 9 с.

Sh.Kazimov, S.Novruzova

The role and application areas of semiconductor thyristors in power grids

Abstract

The article discusses the high quality, simple structure of a thyristor based on semiconductors and its practical perfection and importance in high voltage networks. There is also information about similar devices that belong to the family of semiconductor devices that are similar to this device and close to it in principle.

Ш.Казимов, С.Новрузова

Роль и применение полупроводниковых тиристоров в электрической сети

Аннотация

В статье рассматривается высокого качеством, простая структура тиристора на основе полупроводников и ее практическое совершенство и значение в сетях с высоким напряжением. Также есть информация об аналогичных устройствах в семействе полупроводниковых устройств, которые аналогичны этому устройству и близки к нему в принципе.