

## AVAR ELEKTRİK QURĞULARINDA TƏTBİQ OLUNAN YARIMKEÇİRİCİ ÇEVİRİCİLƏRİN MÜHAFİZƏSİNİN ARAŞDIRILMASI

İsmaylov S.S., Sultanov E.F., Cəlilov T.A.

*Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyası*

*Az1000 Bakı ş. Z.Əliyeva küç., 18*

*E-mail: Sahib\_Ismayil @bk.ru, [elshen\\_sultanov@mail.ru](mailto:elshen_sultanov@mail.ru), [turyan777@mail.ru](mailto:turyan777@mail.ru)*

***Xülasə.** Məqalədə gəmi avar elektrik qurğularının yarımkeçirici çeviricilərinin mühafizələrinin xüsusiyyətlərinə baxılmışdır və onların avar elektrik qurğularında tətbiq olunmasının vacibliyi qeyd edilmişdir.*

***Abstract.** The characteristic features of protections of semiconductor converters of the ship propulsion electric devices have been considered and the importance of their application in the propulsion electric devices has been mentioned.*

***Аннотация.** В статье рассмотрены особенности защиты полупроводниковых преобразователей судовой гребной электроустановки и отмечена необходимость применения их в судовых гребных электроустановках.*

***Açar sözlər:** gəmi, avar elektrik qurğuları, yarımkeçirici çevirici, mühafizə, qəza*

***Key words:** ship, propulsion electric devices, semiconductor converter, security, emergency*

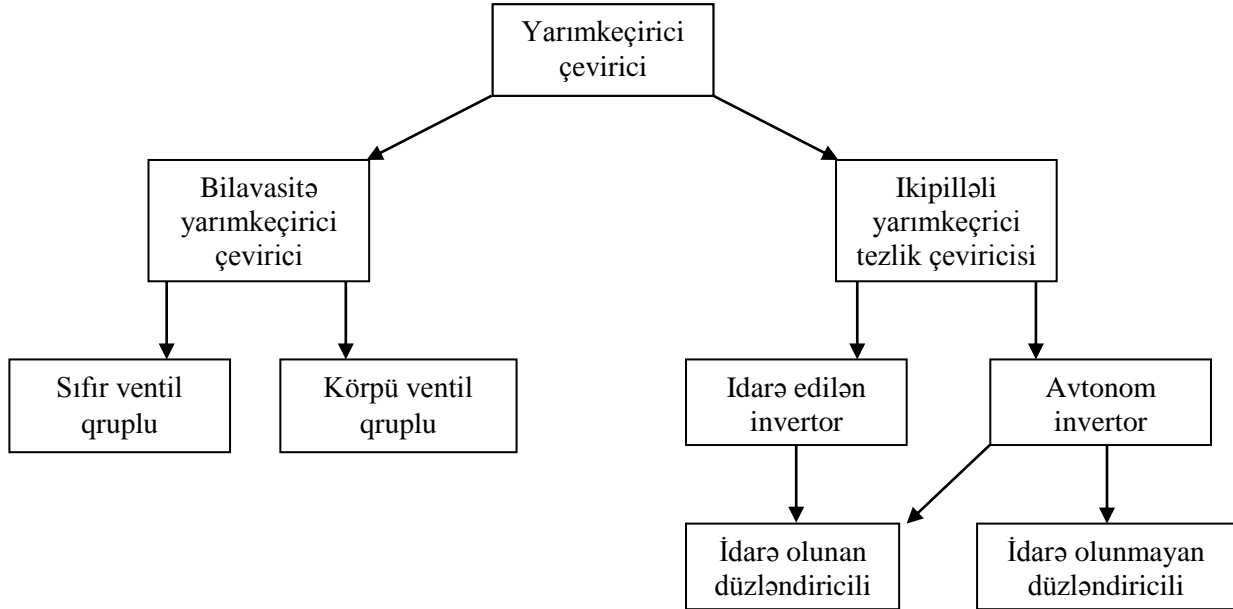
***Ключевые слова:** судно, гребная электроустановка, полупроводниковые преобразователи, защита, авария*

---

**Giriş.** Avar elektrik qurğuları gəminin yol rejimində işləyirlər, buna görə də tezlik çeviricilərinin yarımkeçirici elementləri sıradan çıxdıqda elektrik enerjisini AEQ-na ötürülməsi mümkün olmur və gəmi qəzaya uğraya bilər. Bu səbəbdən də yarımkeçiricilərdən hazırlanmış tezlik çeviriciləri üçün cərəyanı işlədicilərdən kəsməyən xüsusi mühafizələr hazırlanır, onların bir neçəsinə bu məqsədlə məqalədə baxılmışdır.

**Əsas hissə.** Avar elektrik qurğularında və başqa gəmi elektrik intiqallarında avtonom inverterli sabit cərəyan bəndinə malik olan tezlik çeviriciləri tətbiq edilir [1].

Şəkil 1–də yarımkeçiricilərdən hazırlanmış çeviricilərin siniflərə bölünməsi göstərilmişdir. Düzləndiricilər idarə olunmayan və idarə olunan olurlar. İdarə olunmayan düzləndiricisinin çıxışındakı gərginlik tənzim olunmur və onun qiyməti giriş gərginliyinin qiymətindən asılıdır. İdarə olunmayan düzləndiricinin idarə sistemi olmur və onun güc dövrəsi idarə olunmayan ventillərdən (diodlardan) yığılır. Belə düzləndiricilər başqa güc çeviricilərinə nisbətən sadə, ucuzdur və qoşulduqları şəbəkənin elektrik enerjisinin keyfiyyətini az pisləşdirirlər.



*Şəkil 1. Yarımkeçiricilərdən hazırlanmış çeviricilərin siniflərə bölünməsi*

İdarə olunan düzləndiricilərdə giriş gərginliyinin sabit olmasına baxmayaraq, çıxış gərginliyinin qiymətini dəyişmək olur. Belə düzləndiricinin güc dövrəsi tiristorlardan və ya tranzistorlardan yığılır.

Invertorlar iki növ olurlar, avtonom invertorlar və şəbəkədən idarə olunan invertorlar.

Şəbəkədən idarə olunan invertorlar ancaq EQ mənbəyi olan şəbəkələrə işləyə bilirlər. Yəni şəbəkənin EQ mənbəyi bunların sabit cərəyan bəndinin əksinə yönəlir və o həm tiristordan keçən cərəyanı məhdudlaşdırır, həm də onu bağlayır (cərəyanı sıfıra endirir). Müasir avtonom invertorlar tam idarə olunan ventillərdən qurulurlar, yəni ya iki əməliyyatlı tiristorlardan ya da tranzistorlardan. Bu invertorlar bütün elektrik işlədicilərinə cərəyan verə bilirlər [2, 3].

Yarımkeçirici tezlik çeviriciləri də iki növ olurlar. Bunların biri sabit cərəyan bəndi olan tezlik çeviricisi, ikincisi isə bir bəndli və yaxud biləvasitə tezlik çeviricisi adlanır. Sabit cərəyan bəndi olan tezlik çeviricisi düzləndiricidən və invertordan ibarət olur, bir bəndli tezlik çeviricisinin isə aydın görünən sabit cərəyan bəndi olmur. Hər iki tip tezlik çeviricisinin öz müsbət və mənfi cəhətləri vardır, bunların tətbiq edilməsi isə işlədicilərin tipindən və istismar rejimindən asılıdır. Məsələn, az fırlanma tezliyinə malik olan avar elektrik mühərriklərini qidalandırmaq üçün bəndli tezlik çeviricisinin tətbiq edilməsi əlverişli sayılır. Yarımkeçirici çeviricilərin istismarı zamanı onlarda qəza rejiminin yaranması mümkün sayılır. Yarımkeçirici çeviricilərin qəza rejimi nasazlığın baş verdiyi yerdən asılı olaraq xarici və daxili qəza qruplarına bölünür. Daxili qəza rejimi əsas olaraq güc sxeminin bir və bir neçə ventill qrupunda ventillərin elektrik və istilikdən deşilməsi zamanı baş verir. Bundan əlavə çeviricinin enerji verdiyi işlədicinin artıq yüklənməsi və yaxud onda qısa qapanma yaranmasında yarımkeçirici çevirici üçün qəza rejimi sayılır [2, 3].

Yarımkeçirici çeviricinin əsas qəza rejimlərinə aşağıdakılar aiddir:

1. İşlədicidə və ya yarımkeçiricini işlədici ilə birləşdirən elektrik şəbəkəsində qısa-qapanmanı yaradan xarici qəza;
2. Yarımkeçirici ventillərin yararsız hala düşməsindən yaranan daxili qəza;
3. İnvortorun çevrilməsi yəni invortorun ventillərinin düzgün işləməməsindən sabit cərəyan dövrəsində yaranan qısa qapanma;
4. Reversiv çeviricilərdə və yaxud bir bəndli tezlik çeviricisində bərabərləşdirici cərəyanların yaranması.

Şəkil 2-də istismar zamanı körpü sxem düzləndiricisində tez-tez baş verən qəzalar göstərilmişdir. Düzləndiriciyə gələn şintlərdə qısa-qapanma baş verdikdə düzləndiricinin verdiyi sabit gərginlik azalır və yaxud da yox (üç fazalı qısa-qapanma) olur (1-ci vəziyyət), amma tiristorların birinin deşilməsi düzləndiricidə daxili qısa-qapanma yaradır, hansı ki düzləndiricini yararsız hala salır (2-ci vəziyyət).

Düzləndiricinin çıxışında yaranan qısa-qapanma (3-cü vəziyyət) tez bir zamanda düzləndiricini yararsız hala sala bilər. İşlədicidə və yaxud onun yaxınlığında qısa-qapanma yandıqda (4-cü vəziyyət) qısa-qapanma dövrəsində böyük induktivlik olduğu üçün qısa-qapanma cərəyanı nisbətən ağır-ağır artır və öz qərarlaşmış qiymətinə çatır.

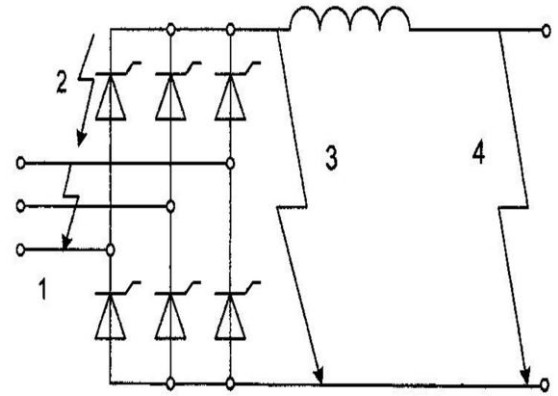
İnvortorda yaranan qəza hadisəsi əsas olaraq idarə sisteminin düzgün işləməməsindən və yaxud tristorlardan birinin və ya bir neçəsinin deşilməsindən yaranır. Göstərilən səbəblərdən invortorun bir qolunda iki ventil eyni zamanda cərəyan keçirir bu hadisə invortor üçün ən ağır qəza sayılır.

Şəkil 3-də qırıq xətlərlə iki ventildən keçən qısa-qapanma cərəyanı göstərilmişdir. Belə qısa-qapanma nəticəsində invortorun ventillərindən keçən cərəyanın qiyməti nominala nisbətən 30÷40 dəfə arta bilər. Əlbəttə, cərəyanın bu qədər artması dövrədə olan aparatları ciddi zədələyər.

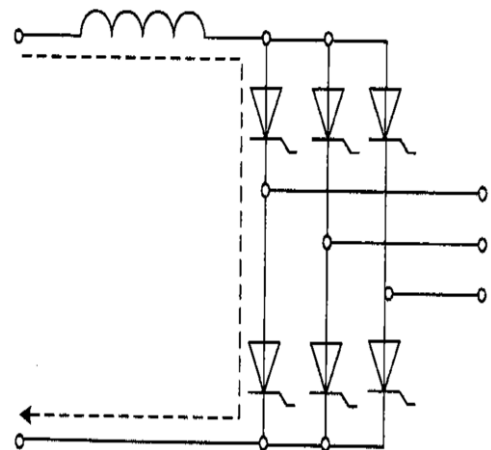
Qısa-qapanma cərəyanının artma sürətini və qiymətini azaltmaq üçün invortorun sabit cərəyan dövrəsinə böyük induktivli reaktor qoşulur.

Qeyd etmək lazımdır ki, avtonom invortorda da şəbəkədən idarə edilən invortorda olduğu kimi eyni xarakterli qəza rejimləri baş verir.

Yarımkeçirici çeviricilərin gərginliyin sıçrayışla artmasına, artıq yüklənməyə və ya qısa-qapanma cərəyanının qiymətinə eləcə də onun artma sürətinə çox həssas olduqları üçün onların mühafizəsinə sət tələblər verilir hansı ki, bəzən mövcud komutasiya mühafizə aparatları tərəfindən yerinə yetirilməsi mümkün olmur [2, 3].



**Şəkil 2.** Üçfazlı körpü sxemli düzləndiricinin qəza rejimləri  
1- dəyişən cərəyan şintlərində qısa qapanma  
2- tiristorun deşilməsi  
3- sabit cərəyan şintlərində qısa qapanma  
4- işlədiciyə yaxın yerdə qısa qapanma



**Şəkil 3.** İnvortorun qısaqapanması nəticəsində yaranan qəza rejimi

Şəkil 4-də üç fazlı körpü sxemli yarımkeçirici düzləndiricinin tez işləyən əriyən qoruyucular vasitəsilə mühafizəsi göstərilmişdir.

Qoruyucular aşağıdakı kimi qoyulurlar:

- xarici qısa-qapanmadan mühafizə üçün dəyişən cərəyan xətlərində;
- daxili qısa-qapanmadan mühafizə üçün yarımkeçirici ventillərdə ardıcıl;
- işlədicilərdə və onlara gedən naqillərdə yaranan qısa-qapanmadan mühafizə üçün sabit cərəyan dövrəsinin çıxışında qurulur.

Qeyd etmək lazımdır ki, val generatoru qurğusunun (VGQ) və avar elektrik qurğularının tərkibinə daxil olan yarımkeçirici çeviricilərin əriyən qoruyucular vasitəsilə mühafizə olunmasına icazə verilmir, çünki belə mühafizə gəminin cərəyansız qalmasına səbəb ola bilər. Belə qurğularda çeviricini mühafizə etmək üçün yarımkeçirici mühafizə qurğularından (tiristor açıcısı və ya qısa qapayıcı) istifadə edilir.

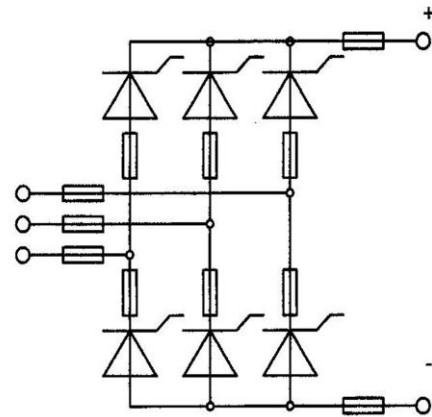
Tiristor açıcısı bir və yaxud iki əməliyyatlı tiristorun üzərində qurulur və normal iş rejimində o avtomat açar kimi cərəyan keçirir. Qəza hadisəsi baş verdikdə idarə sistemindən verilən siqnala görə tiristor bağlanır (cərəyan keçirmir) və bu vaxt cərəyan tristora paralel qoşulmuş müqavimətdən keçir, bunula da cərəyan azalır [2, 3].

Tiristor qısaqapayıcı tiristor açıcısından fərqli olaraq normal iş rejimində cərəyan keçirmir və qəza hadisəsi baş verdikdə açılıb körpü düzləndiricisinin bir hissəsini dövrəyə müqavimət qoşmaqla qısa qapayır.

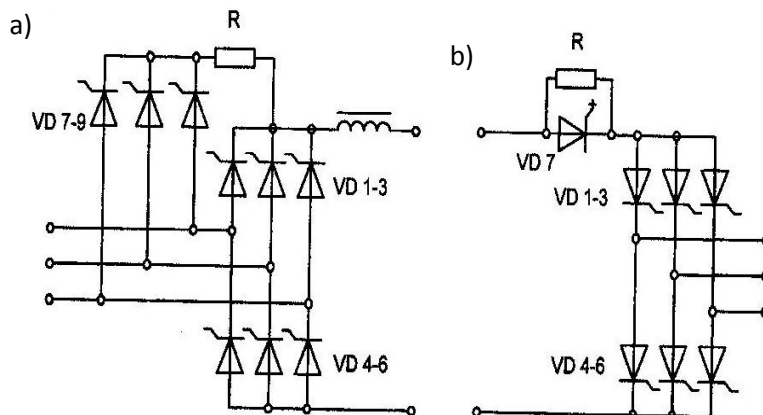
Şəkil 5a -da qısa qapayıcı mühafizənin sxemi göstərilmişdir. Bu mühafizə VD7÷9 tiristorundan ibarət olub körpü düzləndiricisinin VD1÷3 tiristorlarına paralel bağlanmışdır.

Qəza baş verdikdə VD1÷3 tiristorları qapanır, VD7÷9 tiristorları isə açılır. Nəticədə dövrəyə cərəyan azaldan R-müqaviməti qoşulur.

Şəkil 5 b-də iki əməliyyatlı tiristordan VD7 və R müqavimətindən ibarət olan açıcı tiristor mühafizəsi göstərilmişdir. Qəza hadisəsi baş verdikdə (əsasən dövrədə qısa-qapanma yarandıqda) VD7 tiristoru qapanır (bağlanır) və cərəyan R müqavimətindən keçir. Qeyd etmək lazımdır ki, kontaktsiz və tez işləyən yarımkeçirici qurğular mühafizə məqsədindən başqa yarımkeçirici çeviricilərin dövrəyə qoşulması və açılması üçün də istifadə edilir. Bu halda onların komutasiya aparatı ehtiyatda qalır.



**Şəkil 4.** Tez işləyən əriyən qoruyucular vasitəsilə üçfazlı düzləndiricinin mühafizəsinin sxemi



**Şəkil 5.** Yarımkeçirici çeviricinin qısa qapayıcı (a) və açıcı (b) tiristorlarla mühafizəsi

**Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyasının Elmi Əsərləri №1, 2018**  
**Proceedings of Azerbaijan State Marine Academy №1, 2018**

---

**Nəticə.** Məqalədə gəmi avar elektrik qurğularının yarımkeçirici çeviricilərinin mühafizələrinin xüsusiyyətləri araşdırılmış və onların avar elektrik qurğularında tətbiq olunmasına baxılmışdır.

**Ədəbiyyat**

1. H.A Mehdiyev. Gəmilərin elektrik avadanlığı. Bakı, «Ti- Media», 2008, 398 səh.
2. E.F. Sultanov. Elektron güc çeviricilərinin gəmilərdə tətbiqi. ADDA-nın mətbəəsi, Bakı, 2015, 100 səh.
3. Лихошерст В.И. Полупроводниковые преобразователи электрической энергии с импульсным регулированием. Екатеринбург, УГТУ, 2000 г., 116 ст.

*Təvsiyə edib: t.e.d., prof. Q.A.Əbdülrəhmanov*