

UOT 621-317.7

GƏMİ ELEKTRON AVADANLIQ VƏ QURĞULARINDA KOMPENSASIYA TIPLİ GƏRGİNLİK STABILİZATORLARININ TƏTBİQİNİN ANALİZİ

Sultanov E.F., Məmmədov E.M., Əlicanov R.R.

“Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyası” PHŞ

AZ1000 Bakı şəh., Z.Əliyeva küç., 18

E-mail: elshen_sultanov@mail.ru, emilmemmedoglu@gmail.com, ralicanov@mail.ru

Xülasə. Gəmi elektron avadanlıq və qurğularında tətbiq edilən düzləndiricilər və stabilizatorlar çıxış gərginliyinin tələb olunan sabilliyini hər zaman təmin edə bilmirlər. Buna görə də şəbəkə gərginliyi və yaxud yükün qiyməti iş prosesində dəyişməsi səbəbindən yükə tətbiq olunmuş gərginlik yaxud cərəyan dəyişməyə məcbur olur. Bunlardan əsas olaraq yalnız birinin sabilliyinə yükün dəyişməsinin qarşısını alınması vasitəsilə nail olmaq mümkün olur. Məqalədə gəmi elektron avadanlıq və qurğularında tətbiq edilən gərginlik stabilizatorlarının iş prinsipi araşdırılmış və nasazlıqların yaranmasının qarşısını almaq məqsədi ilə kompensasiya tipli gərginlik stabilizatorunun tətbiqi təklif olunmuşdur.

Аннотация. Выпрямители и стабилизаторы, применяемые в судовом электронном оборудовании и установках, не всегда обеспечивают необходимую стабильность выходного напряжения. Вследствие изменения во время работы величины напряжения сети или значения нагрузки, напряжение или ток, подаваемый на нагрузку, как правило изменяются. В основном имеется возможность добиться стабильности лишь одной из этих величин, ограничением изменения нагрузки. В статье исследуется принцип работы стабилизаторов напряжения, применяемых в судовой радиоэлектронной аппаратуре и устройствах, а также предложено использование стабилизаторов напряжения компенсационного типа в целях предупреждения возникновения неисправностей.

Abstract. Straighteners and stabilizers used in ship electronic equipment and devices do not always provide the required stability of the output voltage. Therefore, as the mains voltage or load value changes during operation, the voltage or current applied to the load is forced to change. Basically, the stability of only one of them can be achieved by preventing load changes. For all these reasons, voltage stabilizers must be provided with automatic and uninterrupted operation. The principle of operation of voltage stabilizers used in ship electronic equipment and facilities, and proposes the use of compensation-type voltage stabilizers in order to prevent failures is investigated in the article.

Açar sözlər: gəmi, elektron qurğu, kompensasiya tipli stabilizator, giriş gərginliyi, qida mənbəyi, düzləndirici

Ключевые слова: судно, электронный блок, стабилизатор компенсационного типа, входное напряжение, источник питания, выпрямитель

Key words: ship, the electronic unit, compensation type stabilizer, input voltage, power supply, straightener

Giriş. Gəmilərdə elektron güc çeviricilərinin tətbiqinə təxminən 1960-70-ci illər arasında başlanılmışdır. Bu hadisə gəmi elektrik stansiyasının dəyişən cərəyan hasil etməyə başlaması dövrünə təsadüf edir. Gəmi elektrik stansiyasının sinxron generatorlarını öz-özünə təsirlənmə üsulu ilə təsirləndirmək üçün yarımkeçirici diodlardan yığılmış bir və ya üç fazlı körpü sxemli düzləndiricilərdən istifadə edilirdi. Bu vaxtlar tam elektriklişdirilmədiyinə görə gəmi elektrik

stansiyasının gücü təxminən 300-400 kVt-a kimi olan generatorlar qurulurdu. Bu vaxt generatorların gərginliyini tənzim etmək üçün təsirlənmə sarğısının dövrəsinə reostat qoşulurdu.

1970-1980-cı illər gəmilərin tam elektriklişdirilməsi və qismən avtomatlaşdırılma (Avtomatlaşdırılma dərəcəsi A2) dövrü sayılır. Bu vaxtlar hazırlanan gəmilərdə işçilər və şərnişinlər üçün normal həyat şəraitinin yaradılması üçün çoxlu sayda elektrik işlədiciləri qurulmağa başlandı, iş mexanizmlərinin və onları hərəkətə gətirən asinxron mühərriklərinin gücü artırıldı. Müvafiq olaraq gəmi sinxron generatorlarının gücü də artdı. Bu vaxtlardan başlayaraq elektron güc çeviricilərinin gəmilərdə geniş tətbiqinə başlandı [1, 2].

Gəmi sinxron generatorlarını təsirləndirmək üçün idarə olunmayan düzləndiricilərlə yanaşı tiristorlardan yığılmış idarə olunan düzləndiricilərin də istifadəsinə başlandı, bu da öz növbəsində sinxron generatorların gərginliklərinin avtomatik tənzim edilməsini asanlaşdırdı. Gəminin bir çox iş mexanizmlərinin rotoru qısa qapanmış asinxron mühərrik üçün bilavasitə (bir bəndli) tezlik çeviricilərinin tətbiqi başlandı. Bunlardan əlavə təxminən 1980-cı illərdən başlayaraq gəmilərdə geniş tətbiq edilən böyük güclü val generatorları nəinki təsirlənmə dövrəsində tiristor gərginlik tənzimləyicisinin qurulmasını, hətta generatorun çıxışında da böyük güclü idarə olunan yarımkeçiricilərdən yığılmış tezlik çeviricinin qurulmasını tələb edir. Bunun da əsas səbəbi val generatorlarının fırlanma hərəkətini gəmiyə hərəkət verən baş mühərriklərdən almasıdır. Təxminən 1990-cı illərdən başlayaraq gəmilər A1 avtomatlaşdırılma (tam avtomatlaşma) dərəcəsinə malik olur. Belə gəmilərin baş mühərrikləri və elektrik stansiyasının generatorlarının mikroprosessorla idarə olunması və bunlarda tətbiq edilən güc çeviricilərinin həm sayı, həm də güc diapazonu artmışdır. Belə gəmilərdə fırlanma sürətinin tənzim olunması tələb olunmayan böyük güclü rotoru qısa qapanmış asinxron mühərriklərinin işə buraxılmasında tezlik çeviricisi vasitəsilə yerinə yetirilir.

Kənar təsirlərə həssas olan gəmi elektron ölçü aparatları və nəzarətədiçi qurğularında kompensasiya tipli gərginlik stabilizatorlarının tətbiq edilməsi ilə, kiçik döyülmə qiymətləri olan yüksək gərginlik sabitliyinin əldə olunmasına imkan yaradılır. Əvvəllər elektron qurğularda stabil gərginliyin bir mənbəyi istifadə olunurdu. Müasir dövrdə stabilizatorlar qismində inteqral gərginlik stabilizatorlarından istifadə edilir. Gərginlik stabilizatorları parametrik və kompensasiya tipli stabilizatorlarına bölünürlər. Bunlardan daha geniş istifadə edilən kompensasiya tipli gərginlik stabilizatorları, rezistiv gərginlik bölücüsündən ibarət olan model kimi baxılaraq, müxtəlif bölünmə əmsallarında giriş gərginliyinin müxtəlif qiymətlərində çıxış gərginliyinin sabitliyini təmin edirlər [1,2].

Əsas hissə. Parametrik stabilizatorların tətbiq olunması yalnız iş prosesində yük cərəyanının kiçik hədlərdə dəyişən hallarda məqsədəuyğundur. Əks halda bu stabilizatorların FİƏ kiçik olur, həmçinin kiçik olan sabitləşdirmə əmsalı onların gəmilərdə tətbiqini məhdudlaşdırır.

Gəmi elektron avadanlıq və qurğularında tətbiq edilən kompensasiya tipli stabilizatorların iş prinsipi ona əsaslanır ki, U_g , yaxud I_y cərəyanının dəyişməsinin qarşısını almağa xidmət edir. Buna görə stabilləşmə gərginliyini təmin etmək üçün yükün qiymətinin dəyişməsinin qarşısının alınması funksiyasını xüsusi olaraq, sxemə daxil edilmiş TE – tənzimləyici elementin vasitəsi ilə U_y -ün dəyişməsinin qarşısını alınır. Tənzimləyici element kimi adətən güc tranzistoru, əməliyyat gücləndiricisi və stabilizator istifadə olunur. Elementlərin ardıcıl yaxud paralel qoşulmasından asılı olaraq kompensasiya tipli stabilizatorlar da ardıcıl yaxud paralel olur. İstehsalatda ən çox ardıcıl stabilizatorlar istifadə edildiyindən onun iş prinsipini öyrənək.

Gəmi elektron avadanlıq və qurğularında tətbiq edilən kompensasiya tipli gərginlik stabilizatorları parametrik stabilizatorlarından fərqli olaraq daha yaxşı stabilləşdirmə xüsusiyyətinə malikdirlər. Ardıcıl kompensasiya tipli gərginlik stabilizatoru gərginlik düşgüsünü tənzimləmək və çıxış gərginliyinin sabitliyinin saxlanılması üçün rezistiv bölücünün tənzimlənən ballast müqavimətidir [3].

Belə müqavimət kimi rezistor, tranzistor və yaxud əməliyyat gücləndiricisi seçilir.

Ardıcıl tipli gərginlik stabilizatoru üçün yükə düşən gərginliyin qiyməti aşağıdakı ifadə ilə təyin edilir.

$$U_y = \frac{U_{1n} R_{con}}{R_{con_{var}}}$$

Paralel tipli gərginlik stabilizatoru üçün isə yükə düşən gərginliyin qiyməti aşağıdakı ifadə ilə təyin edilir.

$$U_y = \frac{U_{1n} R_d}{R_{con_d}}$$

Burada giriş gərginliyi dəyişdikdə yükdəki gərginliyin tənzimlənməsi üçün ballast elementin müqaviməti (R_d) dəyişməlidir. R_d – in qoşulma növündən asılı olaraq, kompensasiyalı stabilizatorlar ardıcıl və paralel olurlar. Ardıcıl stabilizatorlar üçün onların giriş gərginliyi U_g R_d və R_{const} arasında paylaşılır:

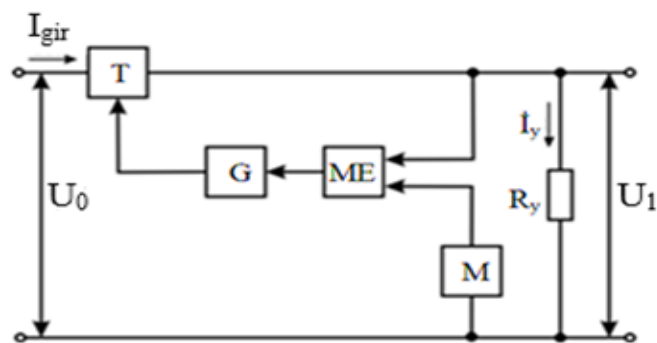
$$U_g = R_d + R_{con}$$

Yükə gərginliyin stabilləşdirilməsi R_d - in dəyişməsi hesabına və eləcə də R_{const} - da gərginlik düşgüsü nəticəsində yerinə yetirilir. Stabilləşdirilmə prinsipinə uyğun olaraq yükə gərginlik artdıqda U_{χ} kompensasiya müqaviməti R_{var} artır, bu da R_{const} -da gərginliyin artmasına gətirir:

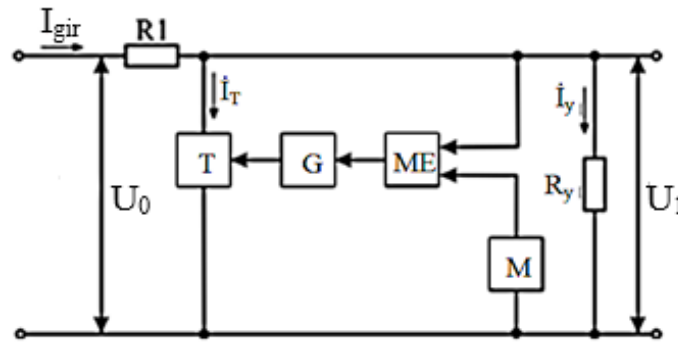
$$U_{Rcon} = U_d - U_{Rd}$$

Ardıcıl qoşulmada gərginliklər cəmlənir, ona görə sonuncu ifadənin yerinə yetirilməsi üçün yük gərginliyi azalır. Stabilizatorlarda R_{var} – müqavimətinin dəyişməsi, I_y , U_g , U_y qiymətlərindən asılı olaraq avtomatik dəyişir. Bir çox hallarda R_{var} qismində tranzistorlardan da istifadə olunur. Bipolyar tranzistordan istifadə edildiyi halda R_d – kollektor-emitter keçidinin müqavimətidir ($R_k=R_{ke}$) və məlumdur ki, idarəedici elektrod tranzistorun bazasıdır. Sahə tranzistoru üçün R_k – kanal müqavimətidir ($R_k=R_{ci}$) və siqnalın idarə edicisi idarəedici elektroddur. Kompensasiya tipli gərginlik stabilizatorunun struktur sxemləri aşağıda göstərilmişdir [2, 3].

Bütün kompensasiya tipli gərginlik stabilizatorlarının əsas elementləri tənzimləyici elementdir (TE). Bu element dayaq gərginlik mənbəyi (M), müqayisə elementi və sabit cərəyan gücləndiricisindən (G) ibarətdir. Şəkil 1-də ardıcıl kompensasiya tipli gərginlik stabilizatorunun struktur sxemi, şəkil 2-də isə paralel kompensasiya tipli gərginlik stabilizatorunun struktur sxemi göstərilmişdir. Ardıcıl tipli gərginlik stabilizatorlarında tənzimləyici element giriş gərginliyinin mənbəyi U_0 və yüklə R_y qoşulmuşdur. Əgər hər hansı bir səbəbdən gərginlik çıxışda U_1 öz nominal qiymətindən dəyişir, onda dayaq və çıxış gərginliyin fərqi dəyişir. Bu gərginlik güclənir və tənzimləyici elementə təsir edir. Bu halda tənzimləyici elementin müqaviməti avtomatik dəyişir və U_0 gərginliyi TE və R_y arasında elə paylaşdırılır ki, yükə gərginliyin dəyişiklikləri kompensasiya olunsun [2, 3].



Şəkil 1. Ardıcıl kompensasiya tipli gərginlik stabilizatorunun struktur sxemi



Şəkil 2. Paralel kompensasiya tipli gərginlik stabilizatorunun struktur sxemi

Gəmi elektron avadanlıq və qurğularında tətbiq edilən kompensasiya tipli gərginlik stabilizatorlarında tənzimləmə funksiyası adətən tranzistorlarla yerinə yetirilir. Onları seçərək, kollektor və emitter arasında cərəyanın ötürmə əmsalının, doyma gərginliyin qiymətləri nəzərə alınır. Çox vaxt müqayisə elementlərinin sxemləri və sabit cərəyan gücləndiriciləri bir çox funksiyaları özündə əks etdirirlər və ya adi gücləndiricilər, diferensial yaxud əməliyyat gücləndiricilər üzərində yerinə yetirilirlər. Tənzimləyici element müqayisə sxemilə idarə olunan keçid tranzistorudur. Müqayisə sxeminin məsələsi verilən qiymətdən çıxış gərginliyinin fərqi təyindir. Əksər hallarda dayaq gərginliyi çıxış gərginliyinin bir hissəsilə müqayisə edilir. Adətən icra elementi gərginliyin rezistiv bölücüsü kimi yerinə yetirilir və burada əsas məsələ bölünmənin sabit əmsalının təmin olunmasıdır. Əmsalın dəyişən olduğu halda, idarə olunan çıxış gərginlikli gərginlik stabilizatorunun alınması mümkündür. Müqayisə sxemindən idarə signalı sabit cərəyan gücləndiricisi ilə gücləndirilən $\Delta U = U_{gir} - U_{dayaq}$ gərginliklər fərqi. Gərginlik stabilizatorunun iş keyfiyyəti ən çox dayaq gərginliyi mənbəyindən asılıdır. Əgər dayaq gərginliyi stabil olmasa, onda çıxış gərginliyi də stabil olmayacaq [3,4].

Adətən dayaq gərginliyinin mənbəyi stabilitronda parametrik gərginlik stabilizatoru kimi yerinə yetirilir. Tənzimləyici elementin idarə dövrəsində əks əlaqələrin mövcudluğu və yaxud olmaması stabilizatorun aşağıdakı xüsusi xarakteristikaları ilə təyin edilir:

1. Stabilləşdirmə əmsalı;
2. Dinamiki müqavimət.

Əks əlaqələrin növündən asılı olaraq stabilləşdirmə əmsalının qiymətini və dinamiki müqaviməti yaxşılaşdırmaq olar. Ona görə də stabilizatorların əks əlaqələrə görə bölünməsi böyük praktiki əhəmiyyət kəsb edir.

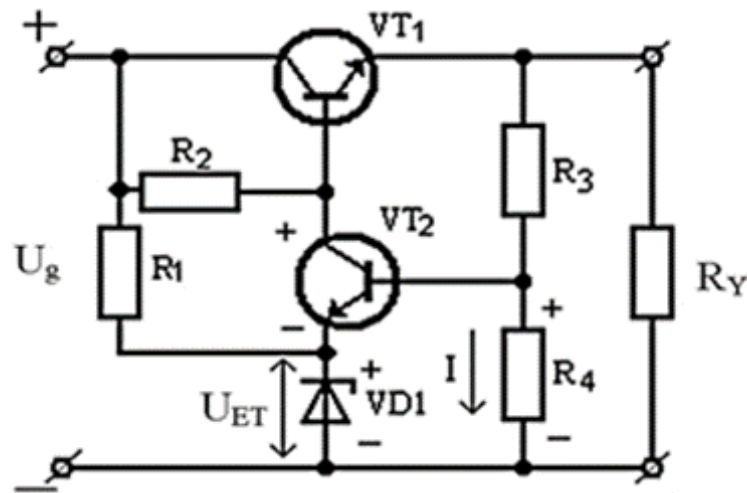
- Giriş gərginliyinə görə stabilləşdirmə əmsalı stabilizatorun giriş və çıxışdakı nisbi gərginliklərin artımının nisbəti kimi təyin etmək olar:

$$K_{st} = \frac{\frac{\Delta U_g}{U_g}}{\frac{\Delta U_x}{U_x}}$$

burada ΔU_g , ΔU_x – yük cərəyanı dəyişməz olduqda stabilizatorun giriş və çıxış gərginliklərinin artımı; U_g , U_x – stabilizatorun nominal giriş və çıxış gərginlikləridir.

- Giriş gərginliyi dəyişməz olduqda çıxış gərginliyinin artımı ΔU_x yük cərəyanının artımı ΔI_y nisbətinə bərabər olan stabilizatorun daxili müqavimətidir.

$$R_i = \frac{\Delta U_x}{\Delta I_y}$$



Şəkil 4. Sadə kompensasiya tipli gərginlik stabilizatorunun prinsipial sxemi

Bu sxemdə tənzimləyici element qismində ümumi kollektorlu sxemə əsasən qoşulmuş VT_1 tranzistorundan istifadə olunmuşdur. Müqayisə sxemi VT_2 tranzistorda realizə olmuşdur. Bu tranzistorun cərəyanı baza və emitter arasındakı gərginliklər fərqindən asılıdır. Etalon gərginlik mənbəyi kimi rezistor R_1 və $VD1$ stabiltronu üzərində qurulan parametrik stabilizator istifadə olunmuşdur. Çıxış gərginliyi gərginlik bölücüsü R_3 , R_4 vasitəsilə VT_2 tranzistorun bazasına daxil olur. Əgər gərginlik stabilizatorunun çıxışında hər hansı bir səbəbdən gərginlik artarsa o zaman VT_2 tranzistoru açılacaq, kollektordakı gərginlik azalacaq. Kollektora VT_2 tranzistorun VT_1 bazası qoşulmuşdur və stabilizatorun çıxışında gərginlik azalır (yəni verilən qiymətə qayıdır). Analoji olaraq, mənfi əks əlaqə sxemi çıxışdakı gərginliyin azalmasında da işləyir [5, 6].

Nəticə. Gəmi elektron avadanlıq və qurğularında tətbiq edilən kompensasiya tipli gərginlik stabilizator, çıxış kəmiyyətinin avtomatik tənzimlənməsini həyata keçirən qurğudur, yəni o giriş gərginliyi və çıxış cərəyanının dəyişməsində çıxış gərginliyinin qiymətinin sabilliyini təmin edir. Parametrik stabilizatorlardan fərqli olaraq kompensasiya tipli stabilizatorlar böyük çıxış cərəyanları, kiçik çıxış müqavimətləri, böyük sabilləşdirmə əmsalları ilə fərqlənirlər. Kompensasiya tipli stabilizatorların müasir gəmilərin daxilindəki vericilərdə, qəbuledicilərdə və ölçmə qurğularında, yüksək keyfiyyətli nəticələrin əldə edilməsi məqsədi ilə tətbiq edilməsi təklif olunur.

Ədəbiyyat

1. E.F. Sultanov. Elektron güc çeviricilərinin gəmilərdə tətbiqi, Bakı, ADDA, 2015, 100 səh.
2. E.F. Sultanov, F.V. Məmmədova. Gəmi elektronikası və güc çeviriciləri. Bakı, ADDA, 2020, 180 səh.
3. Ефимов И.П. Источники питания РЭА: Учебное пособие. 2–е изд., испр. Ульяновск: УлГТУ, 2012, 136 с.
4. Кондаков Е.В. Импульсные преобразователи и стабилизаторы напряжения, учебно-методическое пособие, Ростов-на-Дону, 2014, 41 с.
5. Биполярные транзисторы. -<https://geektimes.com/post/253730>. 2018-48 с.
6. Сажнёв А.М., Рогулина Л.Г., Абрамов С.С. “Электропитание устройств и систем связи”: Учебное пособие/ ГОУ ВПО СибГУТИ. Новосибирск, 2008, 112 с.

Мəqalə qəbul olunub: 20.10.23
Təvsiyə edib: prof. Qafarov A.M.