

**YAXŞILAŞDIRILMIŞ KEYFİYYƏT GÖSTƏRİCİLƏRİNƏ MALİK
STABİLLƏŞDİRİLMİŞ QIDA BLOKU**

tex.ü.f.d., dosent Əhməd Məmmədov

Azərbaycan Texniki Universiteti

ahmed.rt@list.ru

tex.ü.f.d., dosent Afiz Manafov

Azərbaycan Texniki Universiteti

afiz.manafov@aztu.edu.az

tex.ü.f.d., professor, 1-ci dərəcəli kapitan Əsəd Rüstəmov

Milli Müdafiə Universitetinin Hərbi Elmi Tədqiqat İnstitutu,

Azərbaycan Texniki Universiteti

asadrustamov1122@gmail.com

Xamraz Qurbanov

Heydər Əliyev adına Hərbi İnstitut

Xülasə. Müasir elektronikada informasiyanın toplanması və emalı sistemlərinin inkişafında impulstipli gərginlik stabilizatorlarının əsas üstünlüyü yüksək faydalı iş əmsalının olması hesab edilir, belə stabilizatorlar giriş gərginliyini həm azaltmağa, həm də artırmağa imkan verir. Bu da onların tətbiq diapazonunu genişləndirməyə şərait yaradır. Telekommunikasiya qurğularının qidalandırma sistemlərində informasiya çeviriciləri, sistemin analoq və rəqəmsal hissələri arasında əlaqələndirici kimi istifadə edilir. Radiostansiyaların və ya peyk rabitə sistemlərinin yüksək istismar parametrlərinin əldə olunması üçün telekommunikasiya qurğularının qidalandırma sistemlərinin işlənməsi vacib məsələlərdəndir. Məqalədə telekommunikasiya qurğularının qidalandırma mənbələrinin daxilində istifadə edilən parametrik gərginlik və kompensasiyalı stabilləşdiricilər təhlil olunur. Həmçinin kiçik gərginlik düşküsünə malik LDO-tipli gərginlik stabilizatorları işlənmişdir. Nəticədə impuls gərginlik və kompensasiyalı LDO-tipli gərginlik stabilizatorlarının klassik ardıcıl qoşulması təhlil edilir, yaxşılaşdırılmış keyfiyyət göstəricilərinə malik olan sxem təklif olunur. Təklif edilən qidalanma sxeminin yüksəkqiymətli faydalı iş əmsalı impuls stabilizatorunun (DC/DC çeviricisi) tətbiqi ilə təmin olunur. Eyni zamanda LDO stabilizatorun tətbiqi küy və təhriflərin səviyyəsini azaltmağa imkan verir.

Açar sözlər: gərginlik stabilizatorları, küylər səviyyəsi, təhriflərin səviyyəsi, diferensial gücləndiricisi, dayaq gərginlik mənbəyi

Giriş

İnformasiyanın toplanması və emalı sistemlərinin inkişafında işləmə çevikliyi yüksək olan ölçmə qurğuları və informasiya çeviriciləri müstəsna rol oynayır. Məlum olduğu kimi, informasiya çeviriciləri, sistemin analoq və rəqəmsal hissələri arasında əlaqələndirici kimi istifadə edilir. Məhz bu cür qurğular sistemə informasiyanın daxil edilməsinin maksimal sürətini, son olaraq da aparılmış ölçmələrin məhsuldarlığını müəyyən edir.

Müasir elektronikada inkişafın əsas istiqamətləri element bazası, ilk növbədə yeni inteqral mikrosxemlərin yaradılması və tətbiqi ilə bağlıdır. Qeyd olunan sistemlərə qoyulan tələblərin yerinə yetirilməsində impulstipli qida mənbələrinin də müəyyən dərəcədə təsiri vardır. Tətbiq sahələrinin müxtəlif olmasına baxmayaraq, işləmə çevikliyinə qoyulan yüksək tələblərin bir neçə istiqaməti qeyd oluna bilər:

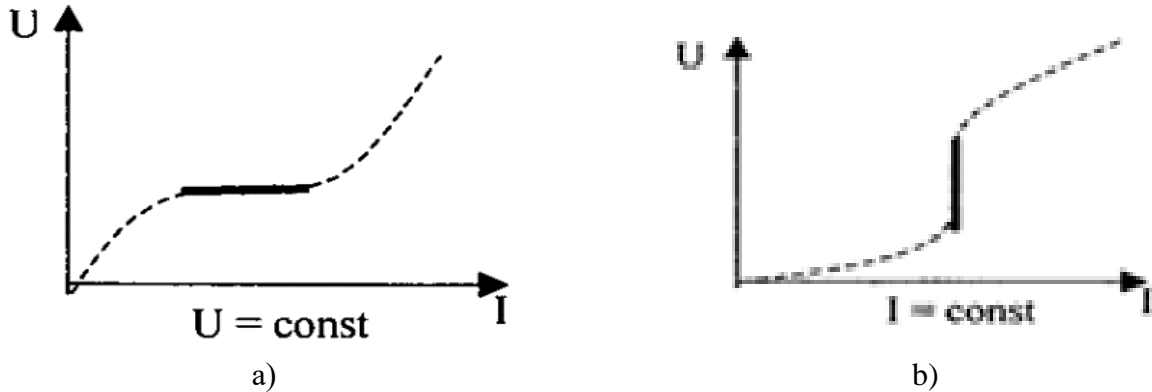
– qısamüddətli siqnalların ilkin emalı. Bura gücləndirmə, diskriminasiya və impulsların sayılması blokları aid edilə bilər;

– baş vermiş proseslər arasındakı zaman intervallarının nano və pikosaniyələrlə ölçülməsi və onların zamana görə seçiciliyinin təmin edilməsi;

– nano və pikosaniyəli davamətmə müddətinə malik olan impulsların generasiya edilməsi qurğuları.

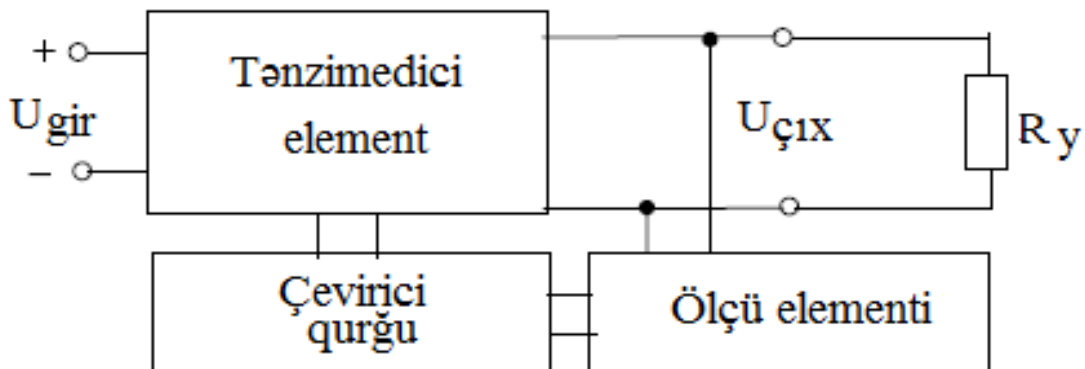
Göstərilən birinci istiqamət fasiləsiz və ya döyünməyə malik impuls sellərinin emalı prosesi ilə bağlıdır. İkinci istiqamətə, əsasən, atom fizikası tədqiqatlarında daha çox rast gəlinir. Sonuncu istiqamət isə müxtəlif gücə və davamətmə müddətinə malik olan nanosaniyəli elektronikaya aiddir. Azgüclü impuls, adətən, metroloji məqsədlər üçün böyük gücə malik qısa davamətmə müddətli impuls isə elektrik və maqnit sahələrinin yaradılması, yarımkeçirici lazerlərin və digər impuls şüalandırıcı mənbələrin işə salınması məqsədilə tətbiq edilir. Bu cür məsələlərin həllində impuls qida mənbələrinin, o cümlədən impuls gərginlik stabilizatorlarının keyfiyyət göstəricilərinə, işləmə stabilliyinə və dayanıqlılığına xüsusi tələblər qoyulur. Məlumdur ki, gərginlik stabilizatorları telekommunikasiya qurğularının vacib blokları qrupuna aiddir. Sabit gərginliyin stabilləşdirilməsi üçün kompensasiyalı və impuls stabilizatorları geniş istifadə olunur. Bu tipli stabilizatorların hər birinin üstün və çatışmayan cəhətləri vardır, lakin onların birləşmə tətbiqi tələb edilən faydalı iş əmsalına, həmçinin kiçikqiymətli döyünmələr səviyyəsinə və buraxıla bilən küy səviyyəsinə malik qida gərginliyinin qurulmasına imkan verir.

Ümumiyyətlə, qida mənbələrinin daxilində istifadə edilən gərginlik stabilləşdiricilərini iki qrupa – parametrik və kompensasiyalı stabilləşdiricilərinə ayırmaq olar. Parametrik stabilləşdiricilər destabilizasiya faktorlarının təsiri altında öz parametrlərini dəyişən qeyri-xətti elementlər (stabilitronlar, varistorlar və s.) əsasında qurulur (Şəkil 1).



Şəkil 1. Qeyri-xətti elementlərin Volt-Amper xarakteristikaları:
a – gərginlik stabilləşdiricisi; b – cərəyan stabilləşdiricisi

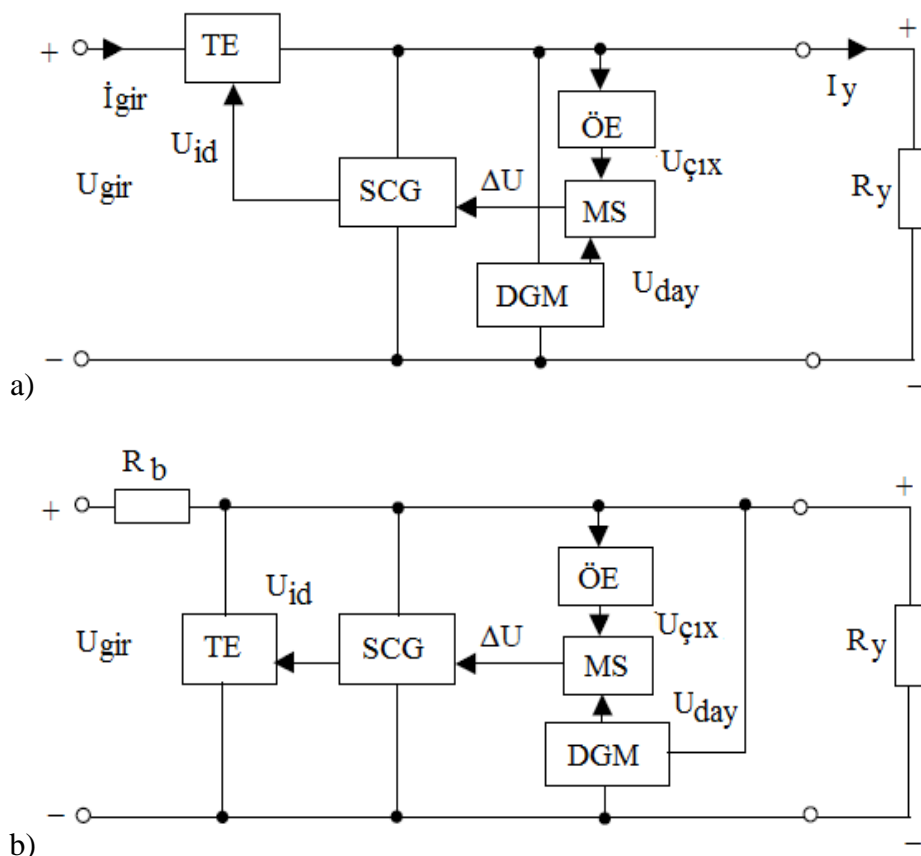
Kompensasiyalı stabilləşdiricilər gərginlik üzrə əks-əlaqəyə malik olduğundan, öz çıxış müqavimətini əhəmiyyətli dərəcədə azalda və çıxış gərginliyini stabil saxlaya bilər. Şəkil 2-də kompensasiyalı stabilləşdiricinin qurulmasının funksional sxemi verilmişdir.



Şəkil 2. Kompensasiyalı stabilləşdiricinin funksional sxemi

Kompensasiyalı stabilləşdiricinin işləmə prinsipi aşağıdakı kimidir: onun sxemindəki ölçü elementinin daxilində çıxış gərginliyi ilə dayaq gərginliyi müqayisə olunur və fərq siqnalı (uyğunsuzluq siqnalı) formalaşır. Fərq siqnalı çevirici qurğuda gücləndirilir və tənzimləyici element üçün idarəedici siqnala çevrilir. Bu idarəedici siqnalın təsiri ilə tənzimləyici elementin daxili vəziyyəti elə dəyişir ki, çıxış gərginliyi dayaq gərginliyinə bərabər olan vəziyyətdə saxlanılır, yəni tarazlıq vəziyyəti yaranmış olur [1].

Kompensasiyalı stabilizatorların struktur sxemi şəkil 3-də verilmişdir.



Şəkil 3. Kompensasiyalı stabilləşdiricilərin struktur sxemi:
a) ardıcıl; b) paralel

Paralel sxemə malik olan stabilləşdiricilərin faydalı iş əmsalı kiçik olur və belə sxemlər geniş tətbiqə malik deyildir. Dəyişən müqavimətli stabilləşdirici sxemlərindən böyük qiymətli gərginlik və cərəyanları stabilləşdirmək məqsədilə ardıcıl sxemli gərginlik stabilləşdiricilərindən istifadə edilir. Lakin verilmiş qurğunu çıxış dövrəsinin qısa qapanmalarından mühafizə etmək üçün tranzistoru $U_{KE} > U_{gir}$ şərtini ödəməklə seçmək lazımdır.

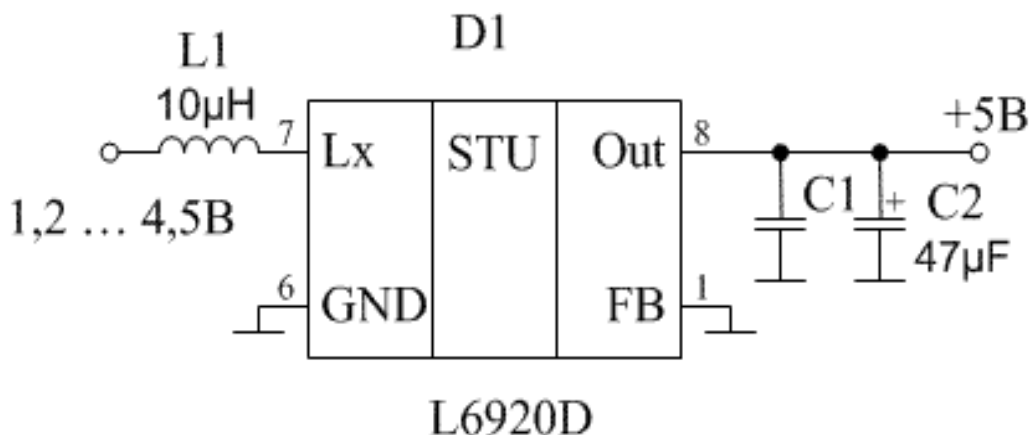
Struktur sxemindəki TE – tənzimləmə elementidir; SCG – sabit cərəyanın gücləndirici bloku, ÖE – ölçü elementi; DGM – yüksək stabilliyə malik dayaq gərginlik mənbəyi; MS – müqayisə sxemi; R_y – çıxışda istifadə edilən yük müqaviməti; R_b – sxemə əlavə qoşulan ballast müqavimətidir. MS müqayisə sxeminin əsas vəzifəsi – çıxışda alınan gərginliyin, verilmiş U_{day} – stabil dayaq gərginliyi qiymətindən fərqlənməsini müəyyən etmək və onu əks-əlaqə dövrəsi üzrə sabit cərəyan gücləndirici blokuna verməkdir. Bu sxem bir və ya bir neçə tranzistor üzərində, hətta əlaqəli tranzistorlardan istifadə etməklə qurula bilər. Gərginlik stabilləşdirici qurğularında onu uzlaşdırılmış siqnal gücləndiricisi və dayaq gərginliyi mənbəyi ilə razılaşdırırlar. Ölçü elementi kimi, əksər hallarda sadə sxemli və stabilləşdirici qurğunun çıxışına qoşulan rezistiv gərginlik bölücüsü istifadə edilə bilər. Ölçü elementinə qoyulan əsas tələb ondan ibarətdir ki, bölmə əmsalının qiyməti dəyişməz olsun. Ölçü elementi dövrəsinə dəyişən və ya tənzimlənə bilən rezistor da qoşmaq olar ki, bu halda çıxış gərginliyini müəyyən interval aralığında dəyişmək imkanı yaranır. Adi stabilləşdirici qurğularında ölçü elementi SCG bloku ilə uzlaşdırılmalıdır.

Stabilləşdirmə əmsalını artırmaq və temperaturun dəyişməsi, elementlərin parametrlərinin müxtəlifliyi səbəbindən yaranan xətanı azaltmaq məqsədilə diferensial SCG sxeminin tətbiqi məqsədəuyğundur.

Darlington cütü sxemi üzrə qoşulmuş bir və ya bir neçə tranzistordan tənzimləmə elementi kimi istifadə etmək mümkündür ki, bu halda böyük qiymətli giriş müqaviməti təmin edilir. Tənzimləmə elementinin cərəyana görə gücləndirmə əmsalının qiyməti, SCG blokunun tələb olunan yük cərəyanı və gücünün qiymətindən asılı olur. Yük cərəyanının qiyməti 300–500 mA-dən böyük olan hallarda tənzimləmə elementi sxemdəki tranzistora radiator vasitəsilə quraşdırılır ki, lazım gələndə istilik rejimi təmin edilsin. Radiatorun həndəsi göstəriciləri tənzimləmə elementinin səpələnmə gücü və radiatorla ətraf mühit arasındakı istilik mübadiləsi şərtinə əsasən təyin edilir.

İmpulstipli gərginlik stabilizatorlarının (DC/DC çeviriciləri) ən böyük üstünlüyü yüksək faydalı iş əmsalının əldə edilə bilməsidir, həmçinin belə stabilizatorlar giriş gərginliyini həm azaltmağa, həm də artırmağa, yəni geniş diapazonda tənzimləməyə, həmçinin müsbət giriş gərginliyindən mənfi gərginlik almağa da imkan verir. İmpuls stabilizatorlarının əsas çatışmayan cəhəti onun çıxışında yüksəksəviyyəli maneələrin yaranmasıdır. Bundan başqa, impuls stabilizatorlarının tərkibində, əsasən, induktiv xarakterli elementlərdən istifadə edilir.

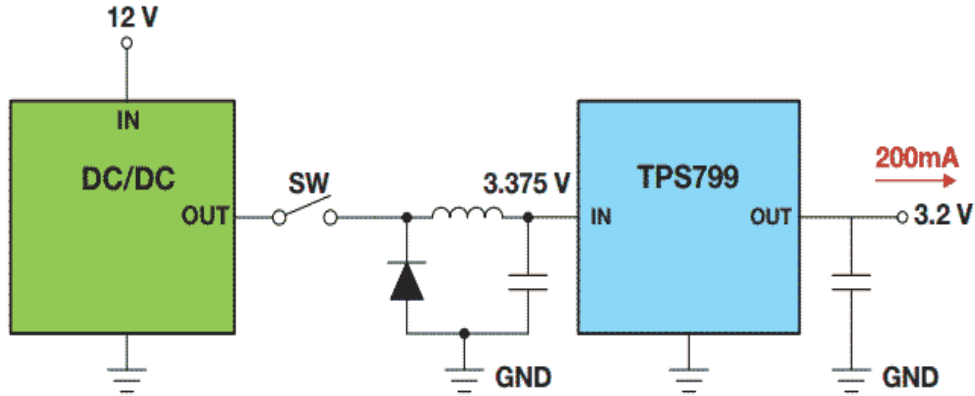
Şəkil 4-də inteqral mikrosxemli və gərginliyin qiymətini +5 voltadək yüksəldən qalvanik qida mənbəyinin impuls stabilizatorunun sxemi verilmişdir.



Şəkil 4. Yüksəldici impuls stabilizatorunun sxemi

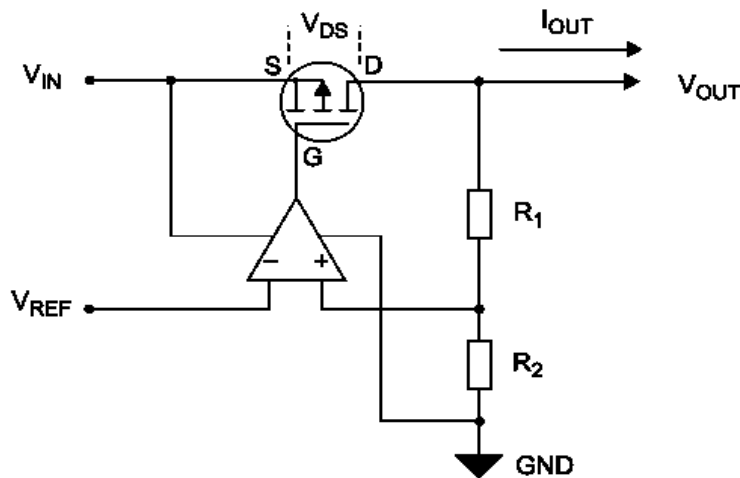
Kompensasiya tipli stabilizatorlar kifayət qədər az maneə və kiçik küy səviyyələrinə malikdir. Lakin bu stabilizatorlar kiçik faydalı iş əmsalına malik olur, çünki bu növ stabilizatorların giriş və çıxışdakı cərəyan praktiki olaraq eynidir. Bu stabilizatorların tənzimləyici elementinin gücü istilik şəklində səpələnir, yəni enerji itkisi artır və belə stabilizatorun düzgün işləməsi üçün zəruri olan çox kiçik gərginlik düşküsi tələb olunur. Bu mənada, 7805, yaxud 142EH5 mikrosxeminin girişindəki və onun çıxışdakı gərginliklərin fərqi 2,5 völdən çox olmalıdır.

Bu məqsədlə kiçik gərginlik düşküsünə malik LDO-tipli gərginlik stabilizatorları yaradılmışdır. Bu stabilizatorlar nisbətən daha yüksək ilkin gərginlikdən zəruri gərginliyin alınmasına problemsiz imkan verir. İndiki dövrdə LDO stabilizatorlarsız GPS qəbuledicilərin, smartfonların, radiostansiyaların və ya peyk rabitə sistemlərinin işləməsini təsəvvür etmək mümkün deyil, çünki radiotezlikli gücləndiricilərin (LNA), dayaq generatorların, tezliklər sintezatorlarının və yaxud qarışdırıcılarının yüksək istismar parametrlərinin əldə olunması üçün telekommunikasiya qurğularının qida sistemlərinin işlənməsində ciddi yanaşma tələb edilir. Şəkil 5-də impuls gərginlik stabilizatorunun və kompensasiyalı LDO gərginlik stabilizatorunun klassik ardıcıl qoşulması göstərilmişdir. Stabilizatorların belə qoşulması zamanı qidalanma sxeminin yüksək faydalı iş əmsalı impuls stabilizatorunun (DC/DC çeviricisi) tətbiqi ilə təmin olunur, LDO stabilizator isə küylərin və təhriflərin səviyyəsini azaltmağa imkan verir. Kiçik gərginlik düşküsünə malik kompensasiyalı gərginlik stabilizatorunu ya metal-oksüd-yarımkeçirici (MOY) tipli sahə tranzistorlarında, ya da ümumi emitterli sxem üzrə qoşulmuş olan bipolyar tranzistorun istifadə olunması zamanı hazırlamaq olar [2].



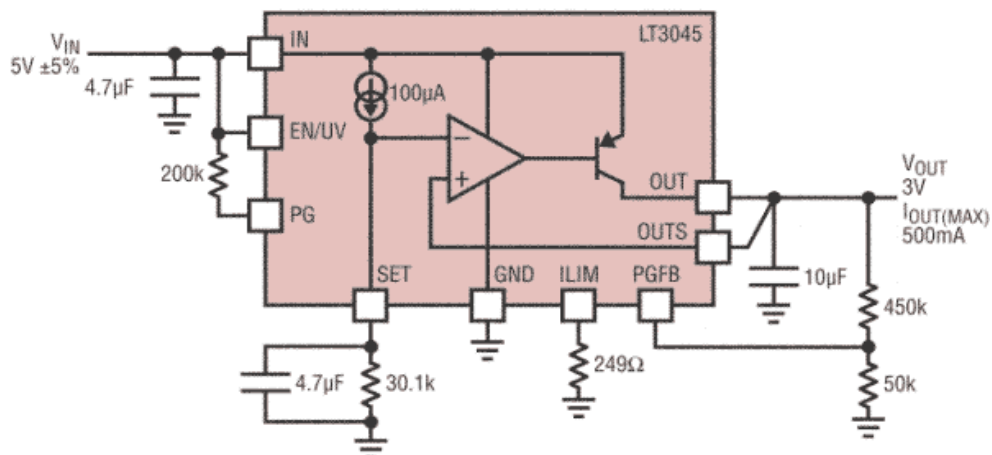
Şəkil 5. İmpuls və LDO-tipli gərginlik stabilizatorlarının ardıcıl qoşulma sxemi

Tənzimləyici MOY sahə tranzistorlu LDO stabilizatorunun sxemi şəkil 6-da verilmişdir.



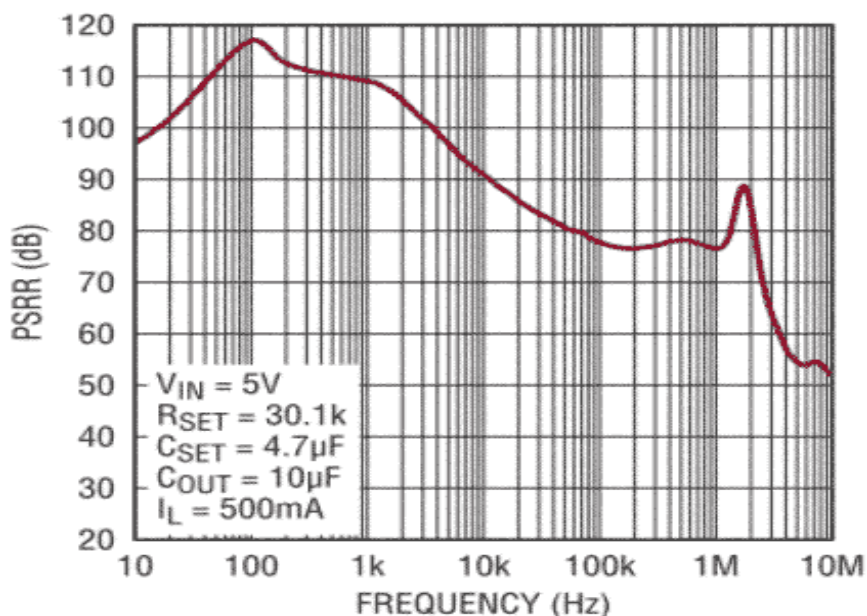
Şəkil 6. Tənzimləyici MOY tranzistorlu LDO-tipli stabilizatorunun sxemi

Şəkil 7-də bipolyar tranzistorda hazırlanan LDO stabilizatora misal olaraq Analog Devices şirkətinin LT3045 tipli kompensasiyalı stabilizatorunun sxemi verilmişdir. Bu sxemdə tranzistorda kollektor və emitter arasında gərginlik düşküsi yaranır. Bu gərginlik nadir hallarda 0,2 Volt dan böyük olur. 7805 tipli stabilizatorlarda gərginlik düşküsi iki emittter keçidlərində və fərq gücləndiricisinin çıxış kaskadında təyin edilir ki, bu da təqribən 2 Volt həddindədir. Qeyd edək ki, bu sxemdə dayaq gərginlik mənbəyi cərəyan stabilizatorunun çıxışından 100 mka cərəyan verilən müqaviməti təsvir edir. Bununla stabiltronun p-n keçidinin deşilməsi zamanı yaranan küylərdən azad olmağa imkan verir. Bundan başqa, belə həll dayaq-gərginlik mənbəyinin cərəyan sərfini kiçiltməyə də imkan verir [3].



Şəkil 7. Tənzimləyici bipolyar tranzistorlu LDO-tipli stabilizatorun sxemi

LDO stabilizatorlar mənfi əks-əlaqə ilə əhatə olunduğundan, onların tətbiqi zamanı qurğunun işləmə stabilliyinin geniş tezliklər diapazonunda təmin edilməsi üçün çıxışda böyük tutuma malik kiçik ekvivalent müqavimətli və induktivlikli keramik kondensator tətbiq olunmalıdır. Şəkil 8-də misal kimi LT3045 tipli mikrosxem üçün döyünmələr əmsalının tezlikdən asılılığı verilmişdir [4].



Şəkil 8. LDO-tipli stabilizatorun çıxışında döyünmələrin zəiflədilməsi əmsalının qrafikləri

Nəticə

LDO-tipli stabilizatorun çıxışında döyünmələrin zəiflədilməsi əmsalının qrafiklərinin analizindən görünür ki, LT3045 tipli mikrosxemlər üçün döyünmələr əmsalının (dB) göstəricisi maksimum qiymətinə tezliyin qiyməti təxminən 100 Hz olduqda malik olur. Tezliyin sonrakı artmaları sayəsində bu kəmiyyətin azalması müşahidə olunur. Bu proses mikrosxemin prinsipial sxeminin tərtibi zamanı istifadə edilmiş olan kaskadlararası tutumların, həmçinin montaj tutumunun sayəsində baş verə bilər. Təklif olunan qida mənbəyi şəbəkə tezlikli qurğular üçün istifadə edilərkən, bu əmsalın qiyməti buraxıla bilən hədlər daxilində olur. Tezliyin işçi qiyməti 10 MHz-dən yuxarı olan sistemlərdə tətbiqi zamanı döyünmələr əmsalının (dB) qiyməti 50 dB-dən aşağı düşür ki, bu da yol verilən məhdudiyətlərdən kənara çıxmalar kimi dəyərləndirilə bilər.

Təklif olunan impuls və LDO-tipli gərginlik stabilizatorlarının ardıcıl qoşulma sxemi ilə tələb olunan keyfiyyət göstəricilərini geniş diapazonda yaxşılaşdırmaq məqsədilə, əlavə olaraq tənzimləyici metal-oksüd-yarımkəçirici tranzistorlu LDO-tipli stabilizatorunun sxemi və tənzimləyici bipolyar tranzistorlu LDO-tipli stabilizatorun göstərilən sxem variantlarını tətbiq etmək olar.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısı

1. Wilson Fwu, Aaron Paxton, Jose, Gonzalez Torres "LDO Basics" Texas Instruments: [Electronic resource] / URL: <https://training.ti.com/back-ldo-basics>
2. Мелешко, Е.А. Быстродействующая импульсная электроника / Е.А.Мелешко – Москва: Физматлит, – 2007. – 320с.
3. Савенко, Н. Усилители с токовой обратной связью // – Современная электроника. – 2006. №2. – с.12.
4. Волович, Г. Современные модели интегральных операционных усилителей // Современная электроника. – 2006. №2. – с.18.

Аннотация**Стабилизированный блок питания с улучшенными показателями качества****Ахмед Мамедов, Афиз Манафов, Асад Рустамов, Хамраз Гурбанов**

Самым большим преимуществом стабилизаторов напряжения импульсного типа является высокий коэффициент полезного действия, причем такие стабилизаторы позволяют как уменьшать, так и увеличивать входное напряжение. При разработке систем электроснабжения объектов телекоммуникации для достижения высоких эксплуатационных параметров радиостанций или систем спутниковой связи требуется серьезный подход. В статье анализируется классическое последовательное соединение импульсного стабилизатора напряжения и стабилизатора напряжения типа LDO с компенсацией. При таком подключении стабилизаторов высокий коэффициент полезного действия схемы питания обеспечивается применением импульсного стабилизатора (DC/DC преобразователя), а стабилизатор LDO снижает уровень шумов и искажений.

Ключевые слова: стабилизаторы напряжения, уровень шума, уровень искажений, источник опорного напряжения, дифференциальный усилитель

Abstract**Stabilized power supply with improved quality indicators****Ahmed Mammadov, Afiz Manafov, Asad Rustamov, Khamraz Gurbanov**

The biggest advantage of switching-type voltage stabilizers is their high efficiency, and such stabilizers allow you to both reduce and increase the input voltage. When developing power supply systems for telecommunications facilities, a serious approach is required to achieve high operational parameters of radio stations or satellite communication systems. The article analyzes the classic serial connection of a switching voltage regulator and an LDO-type voltage regulator with compensation. With this connection of stabilizers, the high efficiency of the power circuit is ensured by the use of a switching regulator (DC/DC converter), and the LDO stabilizer reduces noise and distortion.

Keywords: voltage stabilizers, noise level, distortion level, differential signal amplifier, reference voltage source

Məqalə redaksiyaya daxil olmuşdur: 03.05.2024

Təkrar işlənməyə göndərilmişdir: 08.05.2024

Çapa qəbul edilmişdir: 08.07.2024