

Օ.Ա. ЗАДОЯН, М.Т. КАРАПЕТЯН, Г.А. ТОРОСЯН

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МДП
ТРАНЗИСТОРА НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНОЙ НАНОТРУБКИ**

Разработана технологическая последовательность металл-диэлектрик-полупроводникового (МДП) транзистора на основе углеродной нанотрубки. Определены зависимости минимальной длины процесса фотолитографии от длины волны при разных показателях преломления.

Ключевые слова: углеродная нанотрубка, МДП транзистор, длина волны, показатель преломления.

O.A. ZADOYAN, M.T. KARAPETYAN, H.A. TOROSYAN

**DEVELOPING THE PRODUCTION TECHNOLOGY OF A MDS
TRANSISTOR BASED ON THE CARBON NANOTUBE**

A technological sequence of the metal-dielectric-semiconductor (MDS) transistor based on a carbon nanotube has been developed. The dependences of the minimum length of the photolithography process on the wavelength at different indexes have been determined.

Keywords: carbon nanotube, MDS transistor, wavelength, refractive index.

ՀՏԴ 621.382

Ա.Կ. ՀԱՅՐԱՊԵՏՅԱՆ

**ԼԱՐՄԱՆ ԿԱՅՈՒՆԱՐԱՐՈՒՄ ԱՂՄԿԱԿԱՅՈՒՆՈՒԹՅԱՆ ԲԱՐՁՐԱՅՄԱՆ
ԵՂԱՆԱԿ**

Առաջարկվում է լարման կայունարարի ելքային հանգույցի տարբերակ, որը, աշխատելով բացասական հետադարձ կապում, ապահովում է համակարգի կայունությունը և ճնշում է սնուցման դողերից դեպի ելք փոխանցվող աղմուկները:

Առանցքային բառեր. բացասական հետադարձ կապ, լարման կայունարար, սնուցման դող, դիֆերենցիալ ուժեղարար:

Ներածություն: Ժամանակակից ինտեգրալ սխեմաներում սնուցումն իրականացվում է սնուցման դողերի միջոցով: Սնուցման դողերը ներկայացնում են միջմիացումների ցանց, որոնց միջոցով սնուցման լարումը փոխանցվում է համակարգում գտնվող տարբեր հանգույցների [1]: Ներկայիս համակարգերը պարունակում են բազմաթիվ հանգույցներ, որոնք կարող են աշխատել զուգահեռա-

բար: Մեծաթիվ հանգույցների աշխատանքի ընթացքում տեղի են ունենում բազմաթիվ փոխանջատումներ, որոնք ժամանակի տարբեր պահերի տարբեր մեծությամբ հոսանք են սպառում: Վերջինս, անցնելով սնուցման դողերով, առաջացնում է լարման թռիչքներ: Լարման թռիչքները, իրենց հերթին, կարող են փոխանցվել ֆունկցիոնալ հանգույցների ելք և աղավաղել սպասվելիք ազդանշանը: Ժամանակակից մուտք/ելք հանգույցներում, տվյալների փոխանցման արագության աճին զուգընթաց, սնուցման դողերում աղմուկների դերը դառնում է ավելի որոշիչ և պահանջում է հստակ միջոցներ ընդհանուր համակարգի ֆունկցիոնալության ապահովման համար:

Խնդրի դրվածքը և մեթոդիկայի հիմնավորումը.

- Դիտարկել ակունքային կրկնիչ ելքային կասկադով լարման կայունարարում սնուցման դողերից աղմուկների ճնշումը:

- Լավարկել լարման կայունարարի աղմկակայունությունը ակունքային կրկնիչում բացասական հետադարձ կապի ներդրմամբ:

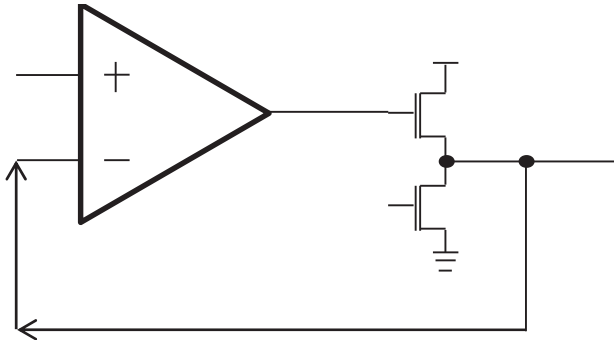
Ինչպես վերևում նշվեց, աղմուկների ազդեցությունը լուրջ խնդիր է ներկայիս մուտք/ելք հանգույցներում: Տվյալ խնդրի լուծմանը նպաստում են լարման կայունարարները, որոնք բացասական հետադարձ կապի միջոցով ստանում են կայուն սնուցման լարում [2], [3]: Սակայն լարման կայունարարները լրացուցիչ հանգույցներ են ընդհանուր համակարգում և ենթադրում են լրացուցիչ սպառվող հզորություն և մակերեսի զբաղեցումը: Այդ պատճառով պետք է ճիշտ գնահատել ֆունկցիոնալ հանգույցի աղմկակայունությունը և միայն կարևորագույն ու զգալի հանգույցներում որպես սնուցման լարման աղբյուր կիրառել լարման կայունարարներ:

Լարման կայունարարի միջոցով սնուցման կայուն լարում ստանալու համար պետք է ունենալ մուտքային հենակային հաստատուն լարում, ինչպես նաև ելքային լարման համեմատ բարձր սնուցում՝ լարման կայունարարում որպես սնուցման լարում կիրառելու համար: Սնուցման տվյալ լարումը կարող է կիրառվել բացառապես լարման կայունարարների սնուցումն ապահովելու համար. այդ կերպ տվյալ լարումը լինում է հնարավորինս պակաս աղմուկներով, քան բուն համակարգը սնող սնուցման դողերը, բայց, միևնույն է, նույնպես զերծ չէ աղմուկներից: Այդ պատճառով կարևորագույն բնութագրիչ է հանդիսանում լարման կայունարարի աղմկակայունությունը:

Սնուցման դողերի աղմուկների ճնշումը չափվում է սնուցման դողերից ճնշման գործակցով ($U_{\Gamma\Delta\Phi}$), որը որոշվում է ստորև բերված բանաձևով՝

$$U_{\text{հաշ}} = \frac{Av}{Add},$$

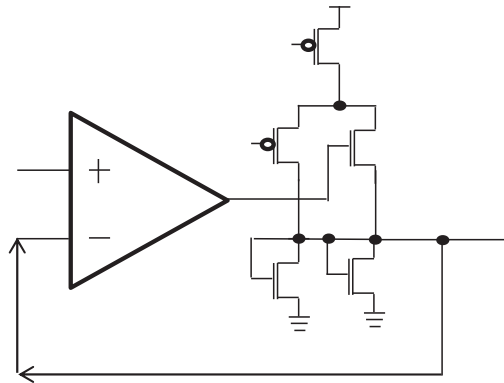
որտեղ Av -ն համակարգի մուտքից ելք ուժեղացման գործակիցն է, իսկ Add -ն սնուցման լարման դողերից դեպի ելք ուժեղացման գործակիցը:



Նկ. 1. Դիտարկվող լարման կայունարարի կառուցվածքը

Դիտարկվող լարման կայունարարը (նկ.1) կազմված է օպերացիոն ուժեղարարից և ակունքային կրկնիչից [4]: Որպես օպերացիոն ուժեղարար ընտրվել է երկկասկադ դիֆերենցիալ ուժեղարարը՝ համակարգում մեծ ուժեղացում ապահովելու համար, իսկ ելքային կասկադը՝ ակունքային կրկնիչ՝ ելքային բեռին անհրաժեշտ հոսանք փոխանցելու համար:

Տվյալ ճարտարապետությունը, չնայած այն հանգամանքին, որ կարող է ապահովել մեծ ուժեղացում և մեծ ելքային հոսանք, բավականին զգայուն է սնուցման դողերում առկա աղմուկների նկատմամբ, քանի որ աղմուկները օպերացիոն ուժեղարարի ելքի վրա (որը հանդիսանում է նաև ակունքի կրկնիչի փականը) նստելու դեպքում առաջացնելու են փական-ակունք լարման փոփոխություն, ինչը չնչին ճնշվածությամբ փոխանցվելու է համակարգի ելք: Որպես տվյալ խնդրի լուծում առաջարկվում է, բացի բուն հետադարձ կապից, ավելացնել ևս մեկ հետադարձ կապ ելքում գտնվող ակունքային կրկնիչում:



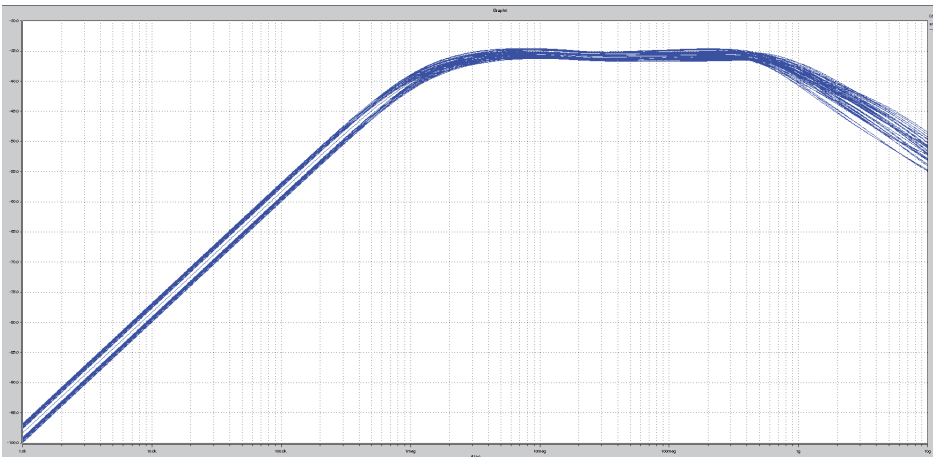
Նկ. 2. Առաջարկվող լարման կայունարարի կառուցվածքը

Առաջարկվող հանգույցը (նկ.2) ներկայացնում է ակունքի կրկնիչի և ընդհանուր ակունքով միակասկադ ուժեղարարի համակցմամբ դիֆերենցիալ ուժեղարար: Քանի որ լարման կայունարարի ելքային հանգույցը պարունակում է թվով պակաս և չափերով փոքր տարրեր՝ համեմատած բուն ուժեղարարի հետ, հետևաբար՝ ստացվում է, որ այն, ունենալով փոքր սեփական ունակություն և դիմադրություն, ապահովում է ավելի արագագործ բացասական հետադարձ կապ, ինչը թույլ է տալիս ճնշել ավելի բարձր հաճախականային տիրույթի աղմուկներ: Բացի այդ, սնուցման լարման աղմուկները, փոխանցվելով հոսանքի աղբյուր տրանզիստորի փական, ոչ թե առաջացնելու, այլ կոմպենսացնելու են փական-ակունք լարման փոփոխությունը, այդ կերպ թույլ չտալով աղմուկների փոխանցումը դեպի կայունարարի ելք:

Կատարվել է հաճախականային մոդելավորում, որի արդյունքները բերված են աղյուսակում:

Հետազոտության արդյունքները: Բերված են ՍԴՃԳ արժեքները հաճախականային տարբեր տիրույթների համար, ինչպես նաև վատագույն ՍԴՃԳ-ն: Աղյուսակում ներկայացված արդյունքներից երևում է, որ առաջարկվող հանգույցն ապահովում է շատ ավելի արդյունավետ աղմուկների ճնշում: Նկ.3-ում բերված է կայունարարի հաճախականային մոդելավորման արդյունքում ստացված ՍԴՃԳ բնութագիրը: Մոդելավորումը կատարվել է 1.6-2.0 Վ լարման, -55-+125 ջերմաստիճանային միջակայքերի, պրոցեսի տիպային, դանդաղագործ և արագագործ դեպքերի համար: Կայունարարի ելքային լարման սխալանքը չի գերազանցում 7մՎ-ը:

Չափում	Սկզբնական հանգույց			Առաջարկվող հանգույց		
	փոքր	մեծ	միջին	փոքր	մեծ	միջին
ՄԴԳ վատագույն (db)	-15.29	-4.82	-10.26	-19.15	-15.12	-17.41
ՄԴԳ 1ՄՀg(db)	-22.88	-4.82	-12.14	-33.86	-30.77	-32.44
ՄԴԳ 10ՄՀg(db)	-16.92	-5.54	-11.06	-37.20	-26.69	-31.87
ՄԴԳ 100ՄՀg(db)	-17.01	-6.08	-11.29	-22.67	-15.62	-19.27
ՄԴԳ 1ԳՀg (db)	-17.88	-8.10	-12.64	-21.19	-17.48	-19.61



Նկ. 3. ՄԴԳ բնութագիրը

Եզրակացություն.

1. Հետազոտվել է լարման կայունարարում աղմկակայունությունը՝ սնուցման դողերի աղմուկների համեմատ: Հայտնաբերվել է, որ կայունարարի ելքային հանգույցն ունի ցածր աղմկակայունություն:
2. Առաջարկվել է աղմկակայունության բարձրացման մեթոդ՝ ելքային հանգույցի կառուցվածքային փոփոխությամբ:
3. Կատարվել են նախնական և առաջարկված տարբերակների մոդելավորում և ստացված արդյունքների համեմատություն:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Zhao F., Liu. L., Sun F.** Analysis of harmonic influence by high-speed electric railway's connection with power grid // CIRED-Open Access Proceedings Journal.-2017.-P.504-508.
2. **Huang W.J., Liu S.I.** PSRR-enhanced low-dropout regulator // Institution of Engineering and technology.-2011.-P.17-18.
3. **Kuo P.Y., Chang C.H.** An Output-Capacitorless Low-Dropout Regulator // IEEE International Conference on Consumer Electronics.–Taiwan (ICCE-TW), 2017.-P.173-174.
4. **Nasrollahpour M., Sotoudeh H.H.** Fast Transient Response and High PSRR Low Drop-Out Voltage Regulator // IEEE Electrical Engineering Department.-San Jose State University, San Jose, 2016.-P.1-4.

Ա.Կ. ԱՅՐԱՊԵՏՅԱՆ

МЕТОД УВЕЛИЧЕНИЯ ШУМОУСТОЙЧИВОСТИ В СТАБИЛИЗАТОРЕ НАПРЯЖЕНИЯ

Предлагается вариант выходного каскада стабилизатора напряжения, работающего с отрицательной обратной связью, который обеспечивает стабильность системы и подавляет выходной шум от шин питания до выхода.

Ключевые слова: отрицательная обратная связь, стабилизатор напряжения, шина питания, дифференциальный усилитель.

A.K. HAYRAPETYAN

NOISE REJECTION IMPROVEMENT IN A VOLTAGE REGULATOR

A variant of the output stage of the voltage regulator, working with negative feedback is proposed, which ensures the stability of the system and rejects the output noise from the power grid to the output.

Keywords: negative feedback, voltage regulator, power grid, differential amplifier.