

Ա.Ս. ՏՐԴԱՏՅԱՆ

ԼԱՐՄԱՍԲ ՂԵԿԱՎԱՐՎՈՂ ԳԵՆԵՐԱՏՈՐԻ ԵԼՔԱՅԻՆ ՀԱՃԱԽՈՒԹՅԱՆ
ԻՆՔՆԱՀԱՐՄԱՐՄԱՆ ՄԵԹՈՂ

Ներկայացված է լարմամբ ղեկավարվող գեներատորի (ԼՂԳ) ջերմաստիճանային փոփոխություններից առաջացած էլքային ազդանշանի հաճախության շեղման փոքրացման ինքնահարմարման մեթոդ: Ինտեգրալ սխեմաների (ԻՄ) մուտք/ելք (Մ/Ե) հանգույցներում փոխանցվող տվյալի հոսսայի ընթերցման գործում մեծ է ԼՂԳ ենթահանգույցի դերը: Հոսսայի ընթերցումը հիմնականում պայմանավորված է ԼՂԳ-ի էլքային ազդանշանի հաճախության կայունությամբ: Աշխատանքի ընթացքում վերջինիս շեղումը հիմնականում պայմանավորված է լարմամբ ղեկավարվող հոսանքի աղբյուրում (ԼՀՀԱ) բազմաբյուրեղ սիլիցիումային դիմադրության ջերմաստիճանային կախվածությամբ, ուստի առաջարկվում է լրացուցիչ հոսանքի աջակցման շղթայի կիրառմամբ փոքրացնել վերոնշյալ շեղումը:

Առանցքային բառեր. լարմամբ ղեկավարվող գեներատոր, ինտեգրալ սխեմա, մուտք/ելք, լարմամբ ղեկավարվող հոսանքի աղբյուր:

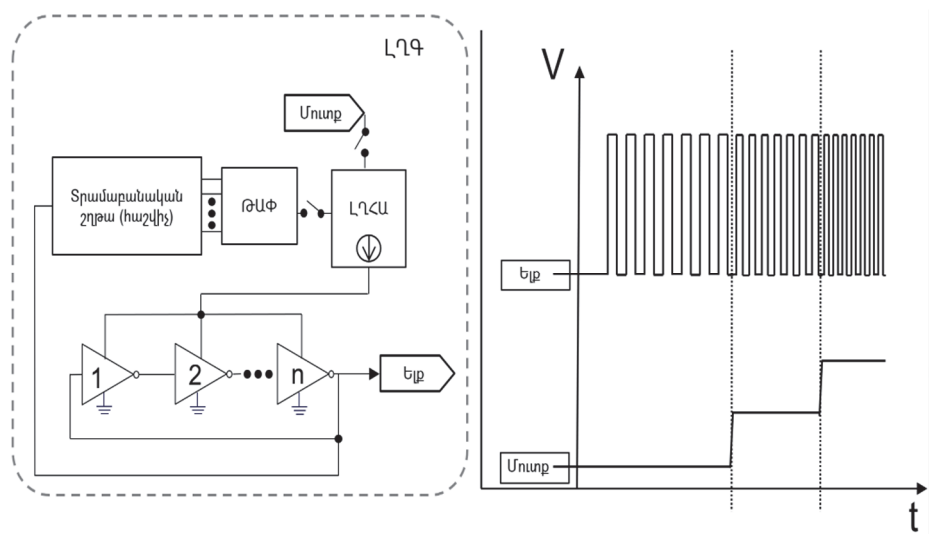
Ներածություն: Ժամանակակից մի շարք Մ/Ե տարատեսակներում լայն տարածում է ստացել տակտավորվող համեմատիչներով (ՏՀ) ընդունիչ հանգույցը: Վերջինս, բացի աշխատանքային բարձր հաճախության ապահովումից, հնարավորություն է տալիս կիրառել հետադարձ կապով համահարթեցման համակարգերը: Մ/Ե հանգույցում ՏՀ-ի կիրառման համար անհրաժեշտ է համակարգում ունենալ կայուն տակտային ազդանշան (ՏԱ): Գոյություն ունի ՏԱ-ի ստացման երկու եղանակ, երբ ՏԱ-ն փոխանցվում է հաղորդիչ հանգույցից, և ընդունիչ հանգույցում գեներացվում է ՏԱ-ն ԼՂԳ-ի միջոցով: Այն Մ/Ե տարատեսակները, որոնցում տվյալի փոխանցումը կատարվում է երկար հոսքուղիների միջով (20 սմ և ավելի), ՏԱ-ի հաղորդիչ փոխանցման տարբերակը կիրառելի չէ, քանի որ հոսքուղին հանդիսանում է ցածր հաճախականային գոտի, ուստի ՏԱ-ն հոսքուղով անցնելիս կաղավաղվի: Միաժամանակ, լրացուցիչ հոսքուղիների կիրառումն ավելացնում է Մ/Ե տարբերում մուտքերի և ելուստների քանակը, ինչը զգալիորեն մեծացնում է ԻՄ-ի ինքնարժեքը:

Մ/Ե հանգույցներում տվյալը փոխանցվում և ընթերցվում է հստակ հաճախությամբ, որը կախված է Մ/Ե տարատեսակից: Այսպիսով, որպեսզի փոխանցված տվյալը անկորուստ ընթերցվի, անհրաժեշտ է համակարգում օգտագործել

տակտային ազդանշանի փուլի վերականգման համակարգը (ՏԱՓՎՀ): Վերջինս նախատեսված է ՏԱ-ի և փոխանցված տվյալի համընկեցման համար:

ԼՂԳ ենթահանգույցը (նկ. 1) բաղկացած է տրամաբանական շղթայից, թվաանալոգային ձևափոխիչից (ԹԱՓ), ԼՂՀԱ-ից և շրջիչներից բաղկացած օղակաձև գեներատորից: Օղակաձև գեներատորի առավելագույն աշխատանքային հաճախությունը կախված է շրջիչների հապաղումից և դրանց քանակից (1):

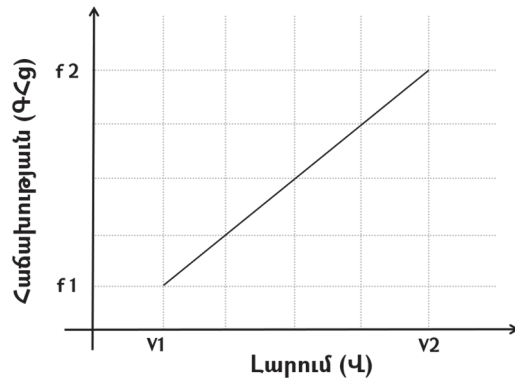
$$F = \frac{1}{2nT} : \quad (1)$$



Նկ. 1. ԼՂԳ ենթահանգույցը և աշխատանքի սկզբունքը

Ինչպես երևում է նկարից, ԼՂԳ ենթահանգույցում առկա է ՏԱ-ի ստացման երկու եղանակ: Առաջին եղանակով ԼՂՀԱ-ին կիրառվում է լարում, որի արդյունքում ելքում ստացված ՏԱ-ի հաճախությունը կախված է միայն այդ լարումից: Երկրորդ եղանակով հետադարձ կապի միջոցով ստուգվում է օղակաձև գեներատորի ելքային ազդանշանի հաճախությունը, այնուհետև դեկավարող կողը փոքրանում կամ մեծանում է: Եթե ելք-ում ստացված հաճախությունը փոքր է անհրաժեշտ հաճախությունից, մեծանում է ԹԱՓ-ի մուտքային դեկավարող կողը, ինչից հետո՝ նաև ԹԱՓ-ի ելքային լարումը, արդյունքում՝ մեծանում է օղակաձև գեներատորի ելքային հաճախությունը, իսկ ելքային հաճախության փոքր լինելու դեպքում սխեման կկատարի հակառակ տրամաբանությունը:

ԼՂԳ-ի հիմնական բնութագրող պարամետրն է K_{vco} -ն (նկ. 2)[1], որը հաճախության փոփոխության կախվածությունն է մուտքային հոսանքի կամ լարման փոփոխությունից:

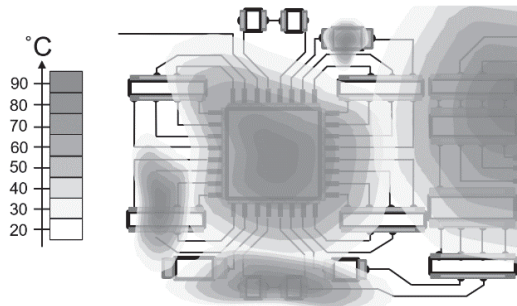


Նկ.2. Kvco կախվածությունը

Kvco գծային կախվածության կտրուկ աճը ցանկալի չէ, քանի որ սնուցման դողերում առաջացած չնչին աղմուկները կազդեն ԼՂԳ-ի ելքային հաճախության վրա, իսկ դանդաղ աճի դեպքում անհրաժեշտ է օգտագործել մեծ կարգայնություն ունեցող ԹԱՓ, որը կապահովի պահանջվող ելքային հաճախությունը, ինչը նույնպես ցանկալի չէ: Նշված երկու անցանկալի երևույթները խուսափելու համար անհրաժեշտ է, որ Kvco գծային կախվածության բացվածքը իդեալական դեպքում լինի 45°:

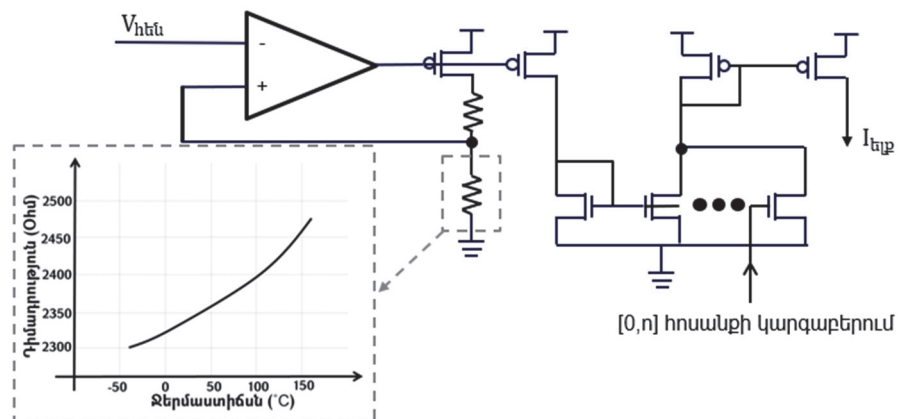
ԼՂԳ ենթահանգույցը զգայուն է ջերմաստիճանային փոփոխությունների նկատմամբ: Վերջինիս ելքային հաճախության փոփոխությունը, կախված ջերմաստիճանից, չպետք է շեղվի իդեալական հաճախության նկատմամբ 5%-ից ավելի: Վերոնշյալ խնդիրը չափազանց կարևոր է ԻՍ-երի Մ/Ե հանգույցներում, քանի որ փոխանցված տվյալի ընթերցման ժամանակ ՏԱ-ի հաճախության շեղումը կհանգեցնի վերջինիս կորստին:

ԼՂԳ-ի ելքային հաճախության շեղման պատճառը. Ժամանակակից ԻՍ-երի կիրառությունները բազմազան են: Դրանք ներառված են բջջային հեռախոսներում, համակարգիչներում, մեքենաներում, նաև խելացի քաղաքների փողոցներում և այլուր: Այդ համակարգերում աշխատանքային ջերմաստիճանը կարող է լինել -40°C մինչև 125°C, ինչը պայմանավորված է կիրառության վայրով: Մյուս կողմից՝ ԻՍ-երի շրջակա ենթահանգույցների աշխատանքի ընթացքում առաջացած սեփական ինքնատաքացումը ջերմահաղորդականության պատճառով կարող է շեղել ընդունիչ ենթահանգույցի ջերմաստիճանը (նկ. 3):



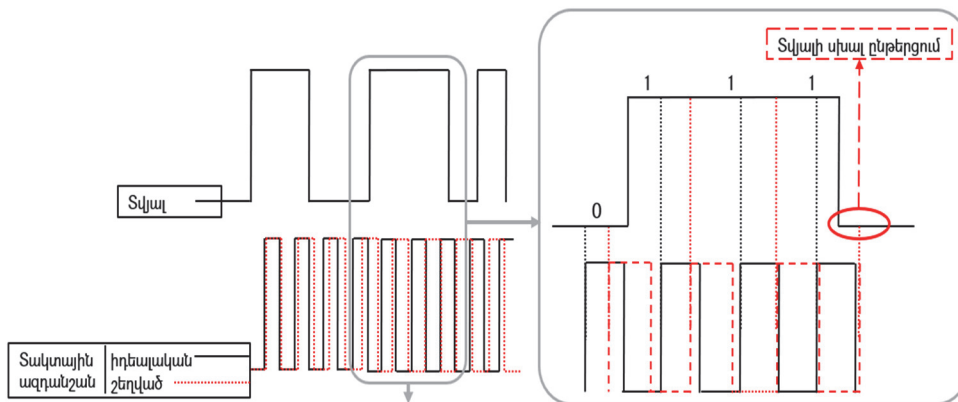
Նկ. 3. ԻՄ-երում ջերմահաղորդականությունը

Նշված ջերմաստիճանային փոփոխությունները մեծ ազդեցություն ունեն ԼՂԳ ենթահանգույցի ելքային ազդանշանի հաճախության վրա: Վերջինիս շեղումը պայմանավորված է ԼՂՀԱ-ում (նկ. 4) [2] բազմաբյուրեղ սիլիցիումի դիմադրության ջերմաստիճանային կախվածությամբ, իսկ դիմադրության փոփոխությունը հանգեցնում է ելքային հոսանքի փոփոխության:



Նկ. 4. ԼՂՀԱ-ի կառուցվածքը

Այսպիսով, շեղվում է ԼՂԳ ենթահանգույցի ելքային հաճախությունը, և ընդունիչ հանգույցը ընթերցում է սխալ տվյալ: ՏԱ-ի շեղված հաճախության դեպքում ընդունիչ հանգույցը կընթերցի 0110 տվյալը, սակայն ճիշտ տվյալը 0111 է (նկ. 5):



Նկ. 5. Ելքային հաճախության շեղման առաջացրած խնդիրը

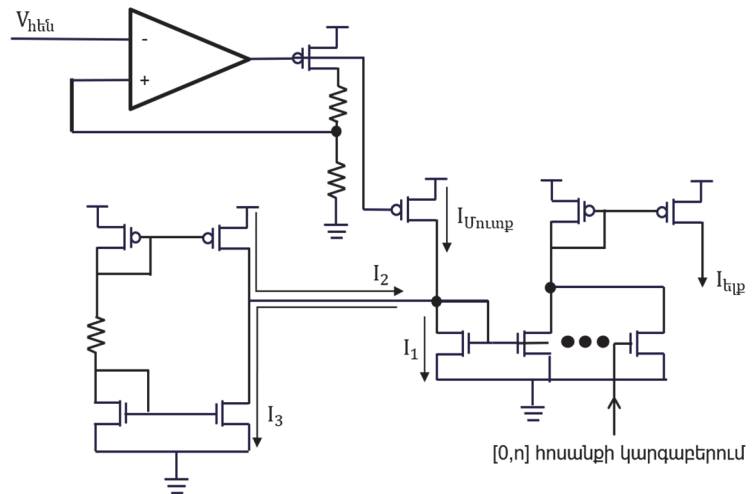
Վերոնշյալ խնդիրները զգալի ազդեցություն ունեն տվյալի հուսալի ընթերցման վրա: Ակնհայտ է դառնում, որ առկա ԼՂԳ ճարտարապետությունները ջերմաստիճանային լայն տիրույթում կիրառելի չեն: ԼՂԳ-ի ելքային հաճախությունը չպետք է շեղվի առավել, քան 5%, հակառակ դեպքում՝ ընթերցման ժամանակ կլինեն տվյալի կորուստներ:

ԼՂԳ-ի ելքային հաճախության շեղման փոքրացման առաջարկվող մեթոդը. Ինչպես արդեն նշվեց, ԻՄ-երի Մ/Ե հանգույցներում սեփական ինքնատաքացման կամ այլ տարրերի ջերմահաղորդականության պատճառով շեղվում է ԼՂՀԱ-ում սիլիցիումային դիմադրության արժեքը, որը հանգեցնում է ելքային հոսանքի փոփոխության, արդյունքում փոխվում է նաև ԼՂԳ-ի ելքային հաճախությունը, ինչը տվյալի ընթերցման ժամանակ հանգեցնում է վերջինիս կորստին: ԼՂՀԱ-ում առաջացած հոսանքի փոփոխությունը առաջարկվում է կոմպենսացնել լրացուցիչ սիլիցիումային դիմադրության և հոսանքի հայելիների միջոցով: Առաջարկվող մեթոդով ԼՂՀԱ-ի հիմնական ճյուղի հոսանքը կորոշվի հետևյալ բանաձևով (2).

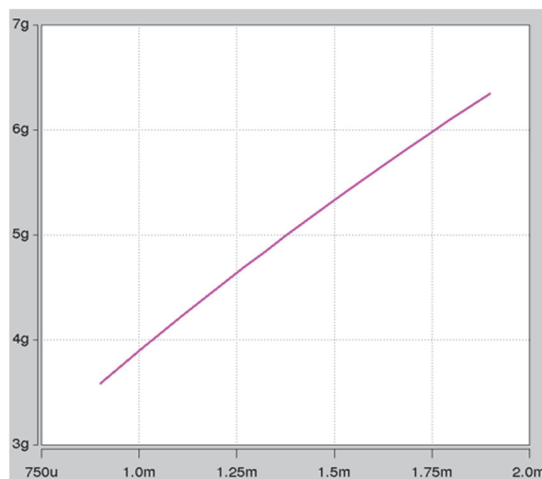
$$I_1 = I_2 - I_3 + I_{\text{Մուտք}} \quad (2)$$

Բանաձևից երևում է, որ չդիտարկելով ջերմաստիճանային փոփոխությունը I_2 և I_3 հոսանքների հավասարության դեպքում, I_1 -ով կհոսի մուտքային հոսանքը: Ջերմաստիճանի աճի դեպքում կմեծանա R_2 դիմադրությունը, արդյունքում $I_{\text{Մուտք}}$ -ի հոսանքի փոքրացմանը զուգընթաց կմեծանա I_2 հոսանքը, քանի որ վերջինս կախված է R_1 դիմադրությունից, որի արժեքը ջերմաստիճանի աճից նույնպես մեծանում է: Ջերմաստիճանի փոքրացման դեպքում դիմադրությունների արժեքները կնվազեն, ինչը կհանգեցնի $I_{\text{Մուտք}}$ և I_3 հոսանքների մեծացման: Այսպիսով, I_2 և I_3 հոսանքների ճիշտ կարգաբերման արդյունքում ջերմաստիճանային փոփոխությունների արդյունքում առաջացած ելքային հոսանքի շեղումը

Նկ. 6-ում պատկերված մեթոդը նախագծվել է Custom Compiler, իսկ նմանակումը՝ HSPICE ծրագրային միջոցով [3]:

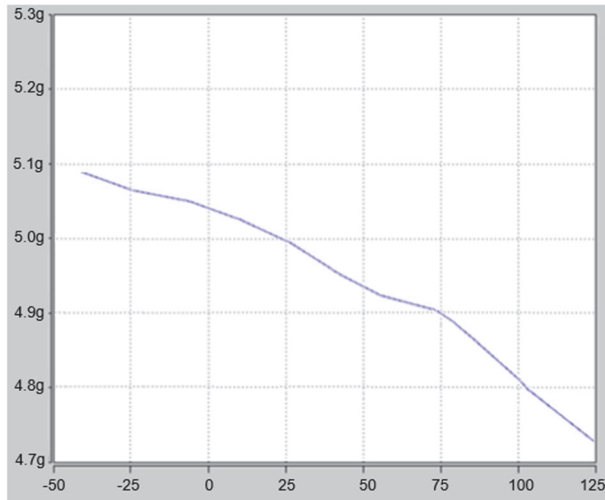


Նկ. 7-ում ներկայացված է նախագծված ԼՂԳ ենթահանգույցի Kvc0 կախվածությունը: Kvc0-ից երևում է, որ ԼՂԳ-ն կարող է ապահովել 4-ից 6 ԳՀց հաճախություն ունեցող SU:



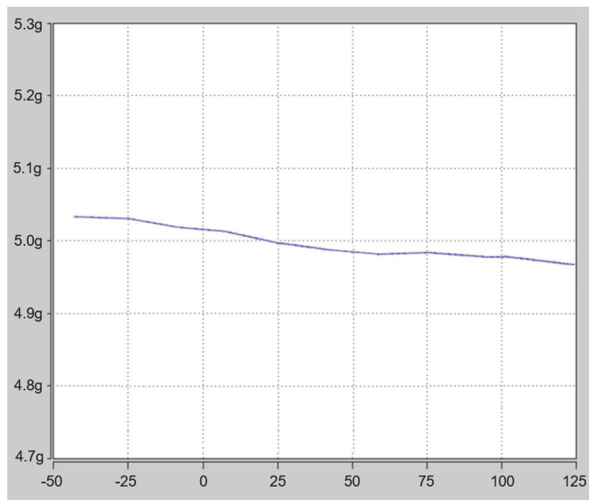
406

Նկ. 8-ում պատկերված է առանց ինքնահարմարման մեթոդի կիրառության
ԼՂԳ-ի էլքային հաճախության կախվածությունը ջերմաստիճանից:



Նկ. 8. ԼՂԳ-ի էլքային հաճախության կախվածությունը ջերմաստիճանից

Նկ. 9-ում պատկերված է առաջարկվող ինքնահարմարման մեթոդի կիրառությամբ ստացված ԼՂԳ-ի էլքային ազդանշանի հաճախության շեղումը 5 հիմնական ԳԼՋ դեպքերից վատագույնի համար՝ ջերմաստիճանից կախված: Ինչպես երևում է նկարից, էլքային ազդանշանի շեղումը փոքր է 2,5%-ից (աղ.):



Նկ. 9. Մեթոդի կիրառությամբ ստացված հաճախության կախվածությունը ջերմաստիճանից

Առաջարկվող մեթոդով ստացված արդյունքները

Պարամետր	Առանց մեթոդի կիրառության		Մեթոդի կիրառությամբ	
	նվազագույն	առավելագույն	նվազագույն	առավելագույն
Ելքային հաճախություն (ԳՀԳ)	4,720	5,110	4,982	5,023
Սպառվող հոսանք (մԱ)	-	3,12	-	3,32

Եզրակացություն: Լարմամբ դեկավարվող գեներատորի ելքային հաճախության ինքնահարմարման մեթոդի կիրառման դեպքում ելքային հաճախության շեղվածությունը փոքրանում է 5%-ով (աղ. 1):

Առաջարկվող մեթոդի կիրառման դեպքում սպառվող հոսանքը մեծանում է 3%-ով:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Zhang H., Xue P., Hong Z.** A 4.6–5.6 GHz constant KVCO low phase noise LC-VCO and an optimized automatic frequency calibrator applied in PLL frequency synthesizer // 43rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society. - 2017. -P. 8337-8342.
2. **Behzad Razavi,** Design Of Analog Cmos Integrated Circuits. – 2015. –268p.
3. Hspice Reference Manual, Synopsys Inc.- 2017. -846p.

Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարան: «Մինոփսի Արմենիա» ուսումնական դեպարտամենտ: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 17.09.2019:

А.С. ТРДАТЯН

МЕТОД САМОНАСТРАИВАЮЩЕЙСЯ ВЫХОДНОЙ ЧАСТОТЫ
ГЕНЕРАТОРА, УПРАВЛЯЕМОГО НАПРЯЖЕНИЕМ

Представлен метод самонастраивающейся выходной частоты генератора, управляемого напряжением (ГУН). В частности, выходная частота ГУН меняется в зависимости от температурных изменений. Роль узла ГУН велика в надежном считывании данных, передаваемых в узлах входа/выхода интегральных схем. Надежное считывание данных во многом определяется стабильностью частоты выходного сигнала ГУН. Последнее в основном связано с температурной зависимостью поликремниевого резистора, который находится в управляемом напряжением источнике тока. Рекомендуется уменьшить вышеуказанное отклонение за счет дополнительной цепи поддержки тока.

Ключевые слова: управляемый напряжением генератор, интегральная схема, вход/выход, управляемый напряжением источник тока.

A.S. TRDATYAN

**A METHOD OF A SELF-CONFIGURABLE OUTPUT FREQUENCY
OSCILLATOR CONTROLLED BY A VOLTAGE**

A method for self-configurable output frequency of voltage controlled oscillator (VCO) is presented. The output signal frequency variation of VCO mainly depends on the temperature changes. The role of the VCO sub-circuit is great in the reliable reading of data transmitted in the nodes of integrated circuits. Reliable reading is largely determined by the stability of the VCO output signal frequency. The latter is mainly due to the temperature dependency of the polysilicon resistance which is used in voltage-controlled current source (VCCS), so it is recommended to reduce the above mentioned deviation by adding an additional current support chain.

Keywords: voltage-controlled oscillator; integrated circuit; input/output; voltage-controlled current source.