

Կ.Տ. ԽԱՉԻԿՅԱՆ

ԱԶԴԱՆՇԱՆԻ ՃԱԿԱՏՆԵՐԻ ԱՆՀԱՄԱԶՍՓՈԻԹՅԱՆ ԿԱՐԳԱԲԵՐՄԱՆ
ՀԱՄԱԿԱՐԳ

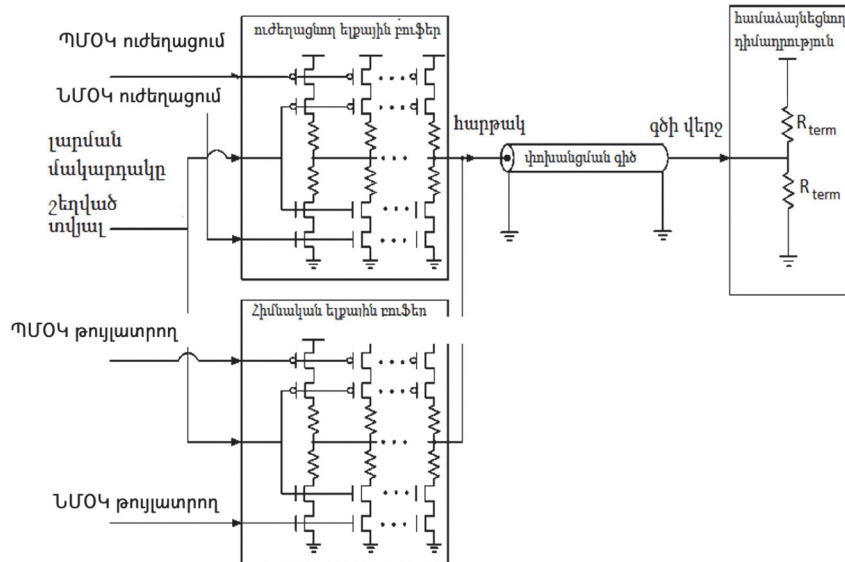
Ներկայացված է ազդանշանի ճակատների անհամաչափության կարգաբերման համակարգ, որը չեզոքացնում է գործընթաց-լարում-ջերմաստիճան (ԳԼՋ) շեղումներով և սնման լարման տատանումներով պայմանավորված ազդանշանի ճակատների անհամաչափությունները: Առաջարկվում է նոր տեսակի հոսանքի աջակցման համակարգ (ՀԱՀ), որը կարգաբերում է ազդանշանի անհամաչափությունները ԻՄ-ի աշխատանքի ընթացում: Համակարգի կիրառման արդյունքում հնարավոր է դառնում նվազեցնել ճակատների անհամաչափությունները՝ հասցնելով 1,2%-ի, ինչպես նաև զգալիորեն մեծացնել համակարգի արագագործությունը:

Առանցքային բառեր. հոսանքի աջակցման համակարգ, ինտեգրալ սխեմա, մուտք/ելք, լցման գործակից:

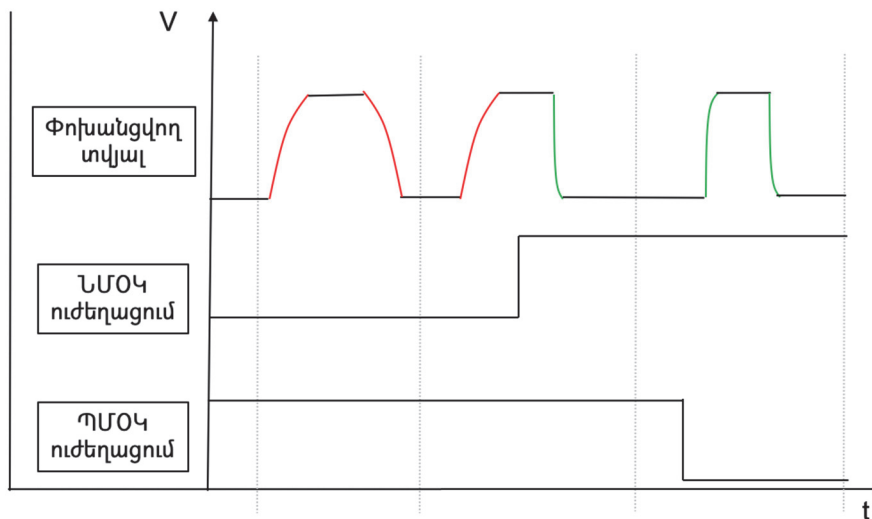
Ներածություն: Ժամանակակից ԻՄ-երի [1] արագագործության մեծացման պարագայում բարդ է դառնում փոխանցվող տվյալների շեղումների կարգաբերումը: Այդ շեղումների առաջացումը կարող է պայմանավորված լինել տարբեր գործոններով, մասնավորապես՝ ԳԼՋ [2] շեղումներով և սնման լարման տատանումներով: Այդ պարագայում չափազանց կարևոր խնդիր է դառնում փոխանցվող տվյալի շեղումների կարգաբերումը, քանի որ բարձր արագությունների դեպքում անգամ չնչին շեղումները կարող են առաջացնել համակարգի աշխատանքի խափանումներ: ԳԼՋ շեղումները կարող են առաջացնել լցման գործակցի շեղումներ, քանի որ դրանց դեպքում տրանզիստորների հաղորդականությունը, հանգույցում առկա դիմադրությունների արժեքները և այլ պարամետրեր կարող են փոփոխվել, ինչն էլ փոխանցվող տվյալի շեղումների պատճառ է դառնում: Ներկայումս նախագծման ընթացքում հաշվի են առնվում բոլոր հնարավոր ԳԼՋ շեղումները, սակայն դա զգալիորեն մեծացնում է նախագծման ժամանակը, ինչպես նաև շատ դեպքերում հնարավոր չի լինում ապահովել դրանց կարգաբերումը բոլոր հնարավոր շեղումների դեպքում: Հարկ է նշել որ այդ շեղումները կարող են առաջանալ ԻՄ-ի աշխատանքի ընթացքում, ինչն էլ կարող է առաջացնել տվյալների կորուստներ:

Ներկայումս գոյություն ունեն նաև գերճշգրիտ ԻՄ-եր, որոնք կիրառվում են բարձր ճշտություն պահանջող միջավայրերում, ինչպիսիք են բժշկական սարքավորումները, ռազմական սարքերը և այլն: Նման պայմաններում ավելի կարևոր է դառնում տվյալի շեղումների կարգաբերումը: Այդ շեղումների կարգաբերման

համար հաղորդչի հանգույցում կիրառվում է հոսանքի աջակցման համակարգը (ՀԱՀ) [3]: Այն ուղղում է ազդանշանի ճակատների շեղումները՝ հավելյալ հոսանք մատակարարելով, ինչ էլ կարգաբերում է ճակատների անհամաչափությունը (նկ. 1, 2):



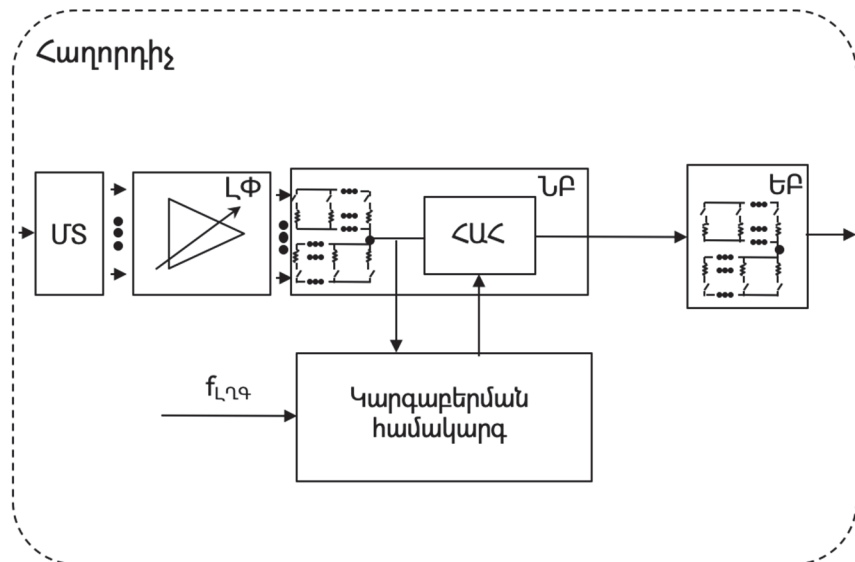
Նկ.1. ՀԱՀ-ի կառուցվածքը



Նկ.2. Ազդանշանի ճակատների կարգաբերումը

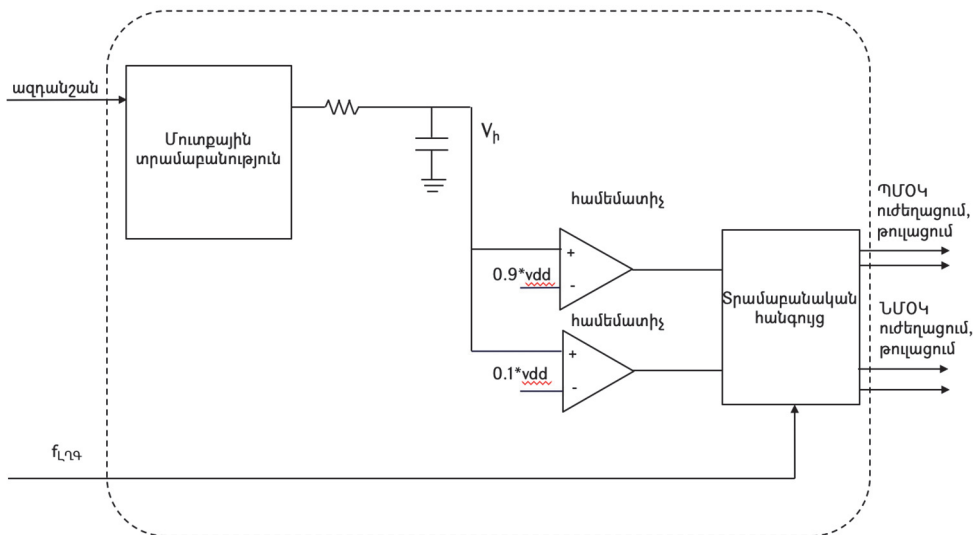
Ներկայումս լայն կիրառություն ունեն ունակային կապով ՀԱՀ-երը [4], ինչպես նաև բաց կապի սկզբունքով աշխատող ՀԱՀ-երը [5]: Ունակային կապով ՀԱՀ-երում հավելյալ ունակային բաղադրիչներ են միացվում ելքային բուֆերի (ԵԲ) ելքում, որպեսզի չեզոքացվի պարազիտային ունակության ազդեցությունը, ինչի արդյուքնում հնարավոր է դառնում բարելավել ելքային ճակատների անհամաչափությունները: Սովորաբար ունակությունների արժեքը լինում է ծրագրավորվող, ինչն էլ թույլ է տալիս ԻՄ-ի արտադրությունից հետո շտկումներ իրականացնել և ընտրել թիրախային ունակության չափը: Բաց կապի սկզբունքով աշխատող ՀԱՀ-երում կարգաբերումն իրականացվում է ազդանշանի համադրման սկզբունքով: Նման ՀԱՀ-երը կազմված են քաշավորված հանգույցներից, որոնք ապահովում են ազդանշանի տարբեր հապաղման արժեքներ: Այսպիսով, կառավարելով հապաղման ժամանակների արժեքները, այնուհետև իրականացնելով ազդանշանի վերադրումը՝ հնարավոր է լինում իրականացնել ազդանշանի ճակատների կարգաբերում: Նշված ՀԱՀ-երի կիրառմամբ ազդանշանի ճակատների կարգաբերումը տեղի է ունենում նախքան ազդանշանի փոխանցումը: Սակայն ԳԼՋ շեղումները և սնման լարման տատանումները կարող են տեղի ունենալ ազդանշանի փոխանցման ընթացքում, ինչն էլ կարող է առաջացնել տվյալի սխալանք:

Առաջարկվող ինքնակարգաբերվող ՀԱՀ-ի կառուցվածքը. Առաջարկվող ՀԱՀ-ը (նկ. 3) թույլ է տալիս ազդանշանի կարգաբերումն իրականացնել տվյալի փոխանցման ամբողջ ընթացքում. այդպիսով հնարավոր է կարգաբերել նաև փոխանցման ընթացքում առաջացած շեղումները:



Նկ. 3. Առաջարկվող ՀԱՀ-ը հաղորդչի հանգույցում

Փոխանցվող ազդանշանը նախաբուժերի (ՆԲ) հանգույցում բաժանվում է երկու ճյուղի, որոնցից մեկը միանում է կարգաբերման համակարգին, իսկ մյուսը՝ ԵԲ-ին: Կարգաբերման համակարգի (նկ. 4) նպատակն է նախաբուժերի հանգույցում հայտնաբերել առկա ազդանշանի շեղումները և ՀԱՀ-ի միջոցով հավելյալ հոսանքի աջակցում տրամադրել շեղումների վերացման համար: Նման կառուցվածքի միջոցով հնարավոր է ազդանշանի փոխանցման ընթացքում ապահովել փոխանցվող տվյալի բարձր հուսալիությունը: Կարգաբերման համակարգը պարունակում է մուտքային տրամաբանության հանգույց, որի միջոցով առանձնացվում է ազդանշանի մեկ պարբերության հատվածը, այնուհետև այդ ազդանշանն ինտեգրվում է: Ինտեգրումն իրականացվում է ճակատների արագությունը նվազեցնելու նպատակով՝ այդպիսով հնարավոր դարձնելով ճակատի տևողության հաշվարկը:

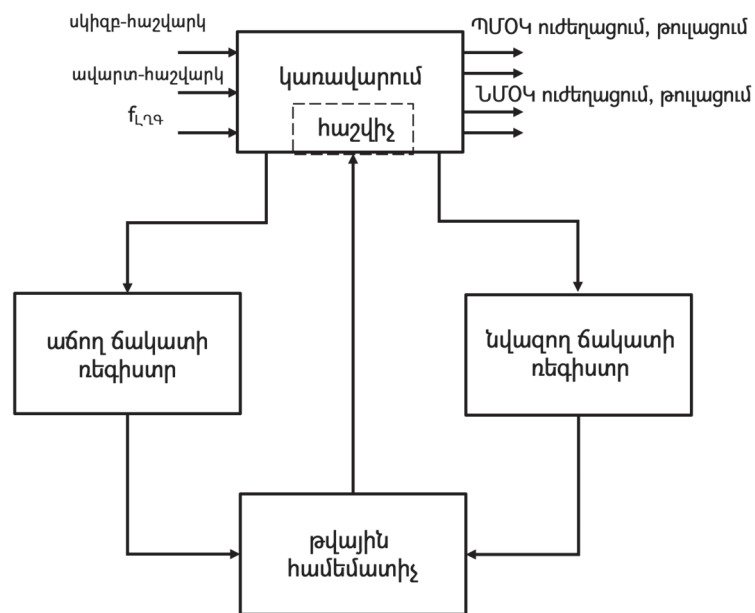


Նկ. 4. Առաջարկվող կարգաբերման համակարգի կառուցվածքը

Համեմատիչների միջոցով տրամաբանական հանգույցին (SՀ) մատակարարվում են ազդանշանի ճակատի սկզբի և վերջի մասին տեղեկացնող ազդանշանները, որոնց միջոցով SՀ-ն հաշվում է ճակատների տևողության ժամանակը: Գնահատի տևողության ժամանակի ճշգրիտ հաշվարկի նպատակով համեմատիչների հենակային լարման մակարդակներն ընտրվել են սնման լարման 90% և 10%-ի չափով: Հաշվարկը կատարվում է f_{L9} տակտային ազդանշանի միջոցով: Այնուհետև SՀ-ն համեմատում է աճող և նվազող ճակատների տևողությունները, և դրա արդյունքում մատակարարվում են ՊՄՕԿ, ՆՄՕԿ ուժեղացումը կամ թուլացումն ապահովող ազդանշանները: Շեղումների հայտնաբերման դեպքում այդ ազդանշան-

ների միջոցով հնարավոր է դառնում ՆԲ-ում ճակատների արագության կառավարումը, ինչը թույլ է տալիս տվյալի փոխանցման ընթացքում վերացնել առաջացած շեղումները: Նշված շեղումների վերացումը զգալիորեն բարելավում է ազդանշանի հուսալիությունը, քանի որ աճող և նվազող ճակատների տևողության կարգաբերումը նվազեցնում է ազդանշանի թրթռոցը և ճոճքը:

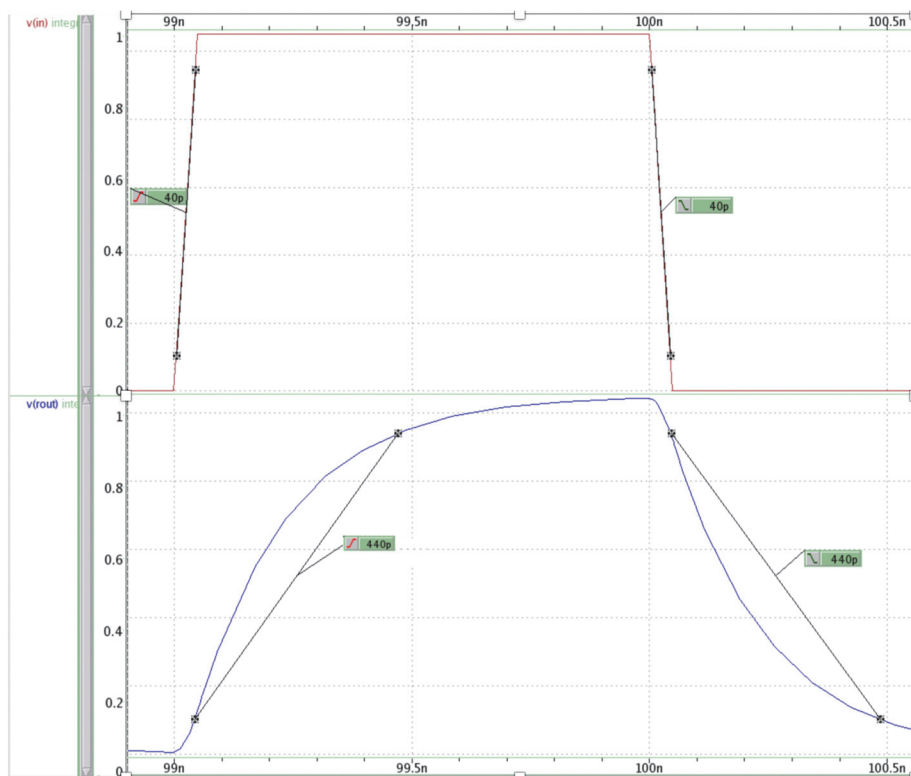
Ինքնակարգաբերվող ՀԱՀ-ի աշխատանքի սկզբունքը. Համեմատիչների ելքում ձևավորված «սկիզբ-հաշվարկ» և «ավարտ-հաշվարկ» ազդանշանների միջոցով կառավարվում է հաշվիչը, որով գնահատվում են նվազող և աճող ճակատների արագությունները (նկ. 5): Այդ կառավարող ազդանշանները ձևավորվում են, երբ փոխանցվող ազդանշանը հասնում է սնման լարման 90 կամ 10 տոկոսին, քանի որ համեմատիչների հենակային լարումներն ունենին $0.9 \cdot VDD$ և $0.1 \cdot VDD$ արժեքները: Հետևաբար, ազդանշանների ճակատի տևողության հաշվարկը կիրականացվի այդ միջակայքում: Այնուհետև հաշվիչը գրանցում է ստացված ճակատի տևողության արժեքները աճող և նվազող ճակատի ռեգիստրներում, որոնք համեմատվում են թվային համեմատիչի միջոցով:



Նկ. 5. Տրամաբանական հանգույցի աշխատանքի սկզբունքը

Համեմատման արդյունքից կախված՝ կառավարման հանգույցը ձևավորում է ՊՄՕԿ/ՆՄՕԿ ուժեղացում կամ թուլացում ազդանշանները: Դրանք միացնում կամ անջատում են նախաբուֆերում գտնվող ելքային ՆՄՕԿ կամ ՊՄՕԿ տրանզիստորները, ինչի արդյուքում նախաբուֆերի ելքային ճակատի արագություն-

ները փոփոխվում են: Այս գործողությունը կատարվում է այնքան ժամանակ, մինչև ազդանշանի ճակատների տևողություններն իրար հավասարվում են: Հարկ է նշել, որ ճակատի տևողության հաշվարկը տեղի է ունենում $f_{\text{ՀՀ}}$ տակտային ազդանշանի միջոցով, որի հաճախության մեծացումը նպաստում է համակարգի ճշտության մեծացմանը: Այդ հաճախության ընտրությունը կախված է նաև ինտեգրված ազդանշանի ճակատների տևողության արժեքից: Մուտքային ազդանշանի ինտեգրման նպատակն է այն հնարավորինս դանդաղեցնել, որպեսզի հնարավոր լինի ճակատի փոփոխության ընթացքում հաշվարկներ կատարել (նկ. 6):



Նկ. 6. Ինտեգրված մուտքային ազդանշանը

Համակարգի կիրառման արդյունքում մի քանի պարբերության ընթացքում հնարավոր է դառնում ազդանշանի ճակատների տևողությունների անհամաչափության կարգաբերումը: Նկ. 7-ում պատկերված է, թե ինչպես է կարգաբերման համակարգը նվազեցնում ճակատների անհամաչափությունները: Հարկ է նշել, որ համակարգի ճշտությունը կարելի է կառավարել նաև նախաբուֆերում ՊՄՕԿ և ՆՄՕԿ նմանակների քանակով, ինչպես նաև միավոր տրանզիստորի հոսանքի կառավարմամբ:

REFERENCES

1. **Behzad Razavi.** Design Of Analog Cmos Integrated Circuits. – 2015. –268p.
2. **Khachikyan Karen, Msryan Levon.** Research of PVT variation influence on PLL system and methodology of control voltage stabilization // 2017 IEEE 37th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO). -2017. -P. 223 -227.
3. **Mathias Blank, Tobias Glück.** Slew rate control strategies for smart power ICs based on iterative learning control // 2014 IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition. -2014. -P. 332-340.
4. **Seng Siong Lee, Ahmed Saad.** On-chip slew-rate control for low-voltage differential signalling (LVDS) driver // 2014 International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems (ISPACS). -2014. -P. 223-227.
5. **Xiaoyan Gui, Kai Li.** A Dual-Path Open-Loop CMOS Slew-Rate Controlled Output Driver with low PVT Variation. -2018. -P. 274-279
6. Hspice Reference Manual, Synopsys Inc.- 2017. -846p.

Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարան: «Մինոփսիս Արմենիա» ուսումնական դեպարտամենտ: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 22.12.2020:

К.Т. ХАЧИКЯН

СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ ВАРИАЦИЙ СКОРОСТЕЙ СИГНАЛОВ

Представлена система обнаружения и самокалибровки вариаций скоростей сигналов, которая компенсирует диспропорции краев сигнала, вызванные вариациями технологического процесса, напряжения и температуры (ПНТ) и изменениями напряжения питания. Предлагаемая система компенсирует диспропорции и искажения сигналов во время работы контура. В результате использования системы асимметрии сигналов были снижены до 1,2%, а также значительно увеличилось быстродействие системы.

Ключевые слова: система управления скоростями, интегральная схема, вход/выход, коэффициент заполнения.

К.Т. KHACHIKYAN

A SYSTEM FOR REGULATING THE VIBRATIONS OF THE SIGNAL SPEEDS

A system of slew rate variation detection and self-calibration of variation of the signal speeds is presented. The proposed system compensates the signal edge disproportions caused by process-voltage-temperature (PVT) variations and supply voltage changes. The proposed system compensates the signal disproportions and distortions during the circuit operation. Using the system, it is possible to reduce the asymmetry of signals up to 1.2%, and significantly increase the system's speed.

Keywords: slew rate control, integrated circuit, input/output, duty cycle.