



«Հաստատում եմ»

Երևանի Պետական Համալսարանի
պրոռեկտոր,

Ռ.Հ. Բարխուդարյան

2026թ.

ԱՌԱՋԱՏԱՐ ԿԱԶՄԱԿԵՐՊՈՒԹՅԱՆ ԿԱՐԾԻՔ

Ե.27.01 «Էլեկտրոնիկա, միկրո և նանոէլեկտրոնիկա» մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման ներկայացրած Լյուդմիլա Դավթի Հակոբյանի «Արագագործ հաղորդիչ-ընդունիչ հանգույցներում տվյալների կորստի նվազեցման միջոցների մշակումը» թեմայով ատենախոսության վերաբերյալ:

ԹԵՄԱՅԻ ԱՐԴԻԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆԸ

Տվյալների փոխանցման ծավալների աճը արդի թվային ենթակառուցվածքների՝ ամպային հաշվարկների կենտրոնների, արհեստական բանականության մոդելների ուսուցման համար նախատեսված հաշվիչ համակարգերի, արագագործ ցանցային սարքավորումների և բարձր թողունակությամբ պրոցեսոր-հիշողություն ինտեգրեյսների, շարունակական զարգացման հետևանքով արագագործ հաջորդականացնող-զուգահեռականացնող (<Հ>) հանգույցները դարձել են ինտեգրալ սխեմաների ճարտարապետության կրիտիկական ենթահամակարգերից մեկը: Ընդ որում, արդյունաբերության ներկայիս միտումները՝ քառամակարդակ ազդանշանային մոդուլյացիայի (ԱՔՄ) կիրառմամբ մեկ հոսքուղու վրա 112 Գբիթ/վ և ավելի արագությունների ապահովումը, արտակարգ պահանջներ են առաջադրում ինչպես հաղորդիչի, այնպես էլ ընդունիչի սխեմատեխնիկական լուծումների նկատմամբ՝ սահմանափակ թողունակությամբ հոսքուղիների պայմաններում:

Սույն մարտահրավերներն էապես սրվում են ընթացիկ ԿՄՕԿ տեխնոլոգիական գործընթացների՝ 5Նմ և ավելի փոքր տիրույթների, սնուցման լարման 0,9 Վ-ից ցածր մակարդակների և ԱՔՄ-ի դեպքում հարևան լարման մակարդակների միջակայքերի երեք անգամ կրճատման պայմաններում, ինչը զգալիորեն փոքրացնում է թույլատրելի աղավաղումների սահմանները նախագծվող ինտեգրալ սխեմաներում: Արդյունքում, դիֆերենցիալ ուղիների միջև անհավասարակշռությունը, հաղորդչի տակտային ազդանշանի աշխատանքային ցիկլի աղավաղումը, ընդունիչի անալոգային մուտքային հանգույցի ոչ գծայնությունը և փուլի խառնիչի ինտեգրալ ոչ գծայնությունը դառնում են արագագործ ՀՀ համակարգերի ընդհանուր կատարողականությունը որոշող առանցքային սահմանափակող գործոններ: Թեև առաջատար արտադրողները ակտիվորեն մշակում են այս խնդիրների մեղմացման լուծումներ, դրանց մեծ մասը ուղեկցվում է

էներգասպառման զգալի աճով, կիսահաղորդչային բյուրեղի վրա զբաղեցրած մակերեսի մեծացմամբ կամ տրամաչափման ենթահամակարգերի էական բարդացմամբ: Ստեղծված իրավիճակում տվյալների կորստի նվազեցմանն ուղղված սխեմատեխնիկական նոր մոտեցումների մշակումը հանդիսանում է գիտատեխնիկական արդիականություն և գործնական նշանակություն ունեցող խնդիր:

ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ՆՊԱՏԱԿԸ

Էներգասպառման և կիսահաղորդչային բյուրեղի վրա զբաղեցրած մակերեսի նվազագույն աճի հաշվին արագագործ ընդունիչ-հաղորդիչ հանգույցներում տվյալների կորստի նվազեցման և համակարգի արտադրողականության բարձրացման եղանակների, մեթոդների և միջոցների մշակումը:

ԳԻՏԱԿԱՆ ՆՈՐՈՒՅԹԸ

1. Առաջարկվել են սահմանափակ թողունակությամբ հոսքուղիներով 112 Գբիթ/վ և ավելի արագություն ապահովող հաջորդականացնող-զուգահեռականացնող համակարգերի մշակման՝ հաղորդչի ելքում «աչքի» դիարգամի հորիզոնական և ուղղահայաց բացվածքների մեծացման, փուլի խառնիչի գծայնության աճի, ընդունիչ մուտքային հանգույցի գծայնության և կորուստների նվազեցման վրա հիմնված մոտեցումներ, որոնք ապահովում են ժամանակակից պահանջներին բավարարող սարքերի մշակումը:
2. Մշակվել է լարման ռեժիմ տրամաբանությամբ հաղորդչի ելքային հանգույցի համար ներկառուցված անալոգային հավասարեցման մեթոդ, որում P և M ուղիների միջև շրջիչների հիման վրա կառուցված հետադարձ կապի շթղայով դիֆերենցիալ անհավասարակշռության ուղղման և «կրկնակի աչքի» էֆեկտի վերացման շնորհիվ գրոյի չվերադարձող և ազդանշանի քառամակարդակ մոդուլացիաների «աչքերի» դիագրամների հորիզոնական բացվածքները բարելավվել են 5-12%-ով, կախված անկյունային դեպքից, իսկ ուղղահայաց բացվածքները 3-5%-ով, յուրաքանչյուր սեգմենտի համար հզորության ծախսի մինչև 0,315մՎտ և մակերեսի 12,15մկմ² կորստի հաշվին:
3. Ստեղծվել է հաղորդիչի հապաղման համակցման հանգույցի ելքում տակտային ազդանշանի աշխատանքային ցիկլի համամասնության տրամաչափման մեթոդ, որում հաջորդական մոտարկմամբ ռեգիստրների վրա հիմնված ալգորիթմով տրամաչափվող հոսանքի ԹԱՓ-երով կառավարվող անալոգային հետադարձ կապով շրջիչների ներդրման հաշվին ուղղվել է տակտային ազդանշանի ցիկլի համամասնության գործակիցը 54,7%-ից մինչև 49,9% (4,8% բարելավում) տիպային դեպքի համար, և ընդհանուր առմամբ ապահովվել է $\pm 6,5\%$ ուղղման տիրույթ, ինչի շնորհիվ հաղորդիչի ելքային ազդանշանի քառամակարդակ մոդուլացիայի

դիֆերենցիալ «աչքի» դիագրամներն բարելավվել են ինչպես հորիզոնական, այնպես էլ ուղղահայաց բացվածքների համար՝ հատկապես, դանդաղ գործընթացի համար ավելի քան 35%-ով, իսկ արագ գործընթացի համար ավելի քան 70%-ով, մակերեսի 3,8% աճի և 12,3մվտ հավելյալ էներգասպառման շնորհիվ:

4. Առաջարկվել է արագագործ ընդունիչներում մուտքային ճնշող հանգույցի գծայնության մեծացման մեթոդ, որտեղ պասիվ տարրերի կառավարման հաշվին համակարգի գծայնությունը բարելավվել է մինչև 20%-ով՝ հատկապես, 1 դԲ ճնշման կետը տիպային դեպքի համար բարելավվել է 119 մվ-ով, իսկ մակարդակների անհամապատասխանության հարաբերակցության գործակիցը 92,7%-ից դարձել է 98,6, մակերեսի 6,4% աճի շնորհիվ:
5. Մշակվել է փուլի խառնիչների գծայնության բարձրացման համակցված մեթոդ, որում երեք միմյանց փոխլրացնող եղանակների՝ թվային կոդի նախնական աղավաղման, խառնիչի սնուցման ցածր լարմամբ աշխատանքի և խառնիչի մուտքում հանգույցում մուտքային ունակային կապով և ռեգիստրով հետադարձ կապով շրջիչի ներդրման հաշվին առավելագույն ինտեգրալ ոչ գծայնությունը 3,31ԿԿԲ-ից նվազել է մինչև 0,83ԿԿԲ տիպային դեպքի համար, հզորության սպառումը նվազել է 0,29մվտ-ով, իսկ միջին քառակուսային թրթռոցի արժեքը պահպանվել 85ֆվ-ի միջակայքում, մակերեսի ընդամենը 92մկմ² կորստի շնորհիվ:

ԿԻՐԱՌԱԿԱՆ ՆՇԱՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ատենախոսությունում առաջարկված մեթոդները, սխեմատեխնիկական լուծումները, ինչպես նաև HSIO Optimizer ծրագրային միջոցը ներդրվել են «ՍԻՆՈՓՍԻՍ ԱՐՄԵՆԻԱ» ՓԲԸ-ում և լայնորեն կիրառվում են արագագործ հաջորդականացնող-զուգահեռականացնող հանգույցների և մտավոր սեփականությունների հետազոտման և մշակման գործընթացներում, դրանց ստատիկ և դինամիկ պարամետետրի բարելավման նպատակով: Փորձարկումները ցույց են տվել, որ HSIO Optimizer ծրագրային միջոցը թույլ է տալիս 6-8 անգամ նվազեցնել սխեմատեխնիկական նախագծման գործընթացի տևողությունը՝ պահպանելով արդյունքների հավաստիությունը, իսկ առաջարկված սխեմատեխնիկական լուծումներն ու մեթոդները էականորեն բարելավել են նախագծվող արագագործ ինտեգրալ սխեմաների կատարողականությունը, դառնալով 112Գբիթ/վ և ավելի արագությամբ տվյալների հաղորդման ճարտարապետությունների մշակման հիմք:

ԳԻՏԱԿԱՆ ԴՐՈՒՅԹՆԵՐԸ

1. Լարման ռեժիմ տրամաբանությամբ հաղորդչի ելքային հանգույցի աչքի դիագրամի ուղղահայաց և հորիզոնական բացվածքների մեծացման եղանակը:
2. Հաղորդչի հապաղման հանգույցի ելքում տակտային ազդանշանի ցիկլի համամասնության տրամաչափման մեթոդը:
3. Արագագործ ընդունիչներում անալոգային մուտքային հանգույցի գծայնության մեծացման եղանակը:
4. Արագագործ ընդունիչներում փուլի խառնիչի գծայնության մեծացմամբ տվյալների կորստի նվազեցման մեթոդը:

ԱՏԵՆԱԽՈՍՈՒԹՆԱՆ ԾԱՎԱԼԸ ԵՎ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԸ

Աշխատանքը կազմված է ներածությունից, 3 գլուխներից, եզրահանգումից, 103 անուն գրականության ցանկից և 3 հավելվածներից: Ատենախոսության ծավալը կազմում է 123 էջ, իսկ հավելվածների հետ միասին՝ 150 էջ, որում ընդգրկված են 45 նկար և 5 աղյուսակ:

ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԻ ՀԱՎԱՍՏԻՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ

Գիտական արդյունքները հաստատված են ատենախոսությունում ներկայացված մաթեմատիկական հիմնավորումներով և սխեմատեխնիկական նմանակման փորձնական արդյունքներով:

ՆԿԱՏՎԱԾ ԹԵՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

1. Ցանկալի կլիներ երկրորդ գլխի վերջում ունենալ առաջարկվող չորս մեթոդների արդյունքների միասնական ամփոփիչ աղյուսակ՝ դրանց քանակական ցուցանիշների (ինտեգրալ ոչ գծայնության բարելավումը, «աչքի» դիագրամի բացվածքների աճը, էներգասպառման ու մակերեսի փոխզիջումները) ուղղակի համեմատման համար:
2. Երկրորդ գլխում ներկայացված սխեմատեխնիկական նմանակումների արդյունքների գրաֆիկներում (օրինակ՝ ինտեգրալ ոչ գծայնության և տրամաչափման բնութագրերի կորերում) ակնկալվող բնութագրերի համար ցույց տրված չեն համապատասխան վերլուծական հավասարումները:
3. Տեքստում առկա են որոշ ուղղագրական սխալներ:

Եզրակացություն

Լ.Դ. Հակոբյանի «Արագագործ հաղորդիչ-ընդունիչ հանգույցներում տվյալների կորստի նվազեցման միջոցների մշակումը» թեմայով թեկնածուական ատենախոսությունն ավարտուն աշխատանք է, կատարված է բարձր գիտական մակարդակով և ունի կարևոր կիրառական արժեք: Սեղմագիրը ամբողջությամբ համապատասխանում է ատենախոսության բովանդակությանը: Ներկայացված ատենախոսական աշխատանքը իր ծավալով ու գիտական մակարդակով լիովին համապատասխանում է ՀՀ ԲԿԳԿ-ի կողմից թեկնածուական ատենախոսությունների պահանջներին և բովանդակությամբ համապատասխանում է Ե27.01 - «Էլեկտրոնիկա, միկրո և նանոէլեկտրոնիկա» մասնագիտությանը, իսկ հեղինակն արժանի է տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի շնորհմանը:

Ատենախոսությունը զեկուցվել, մանրամասն քննարկվել և հավանության է արժանացել ԵՊՀ Նանոտեխնոլոգիաների և նյութագիտության ամբիոնի 2026 թ. Հունիսի 30-ին կայացած գիտական սեմինարում: Ներկա էին՝ ֆիզ-մաթ. գիտ. դոկտորներ՝ պրոֆ. Կ. Ղամբարյանը, տ.գ.դ. Մ. Ալեքսանյանը, ֆ.մ.գ. Հ. Զաքարյանը, ֆ.մ.գ.թ. Ա. Հունանյան, ֆ.մ.գ.թ. Տ. Զալինյան, տ.գ.թ. Ա. Սայունցը, ամբիոնի այլ աշխատակիցներ, ասպիրանտներ և ուսանողներ:

Նանոտեխնոլոգիայի և նյութագիտության
ամբիոնի վարիչ, պրոֆեսոր՝



Մ.Ս. Ալեքսանյան

ԵՊՀ գիտքարտուղար, Բ.գ.թ՝



Մ.Վ. Հովհաննիսյան

30. 06.

2026թ.

