

ՊԱՇՏՈՆԱԿԱՆ ԸՆԴԻՄԱԽՈՍԻ ԿԱՐԾԻՔ

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

Արդիականությունը և կառուցվածքը:

Ինտեգրալ սխեմաների շարունակական զարգացմանը զուգընթաց, որը պայմանավորված է ինչպես տեխնոլոգիական հանգույցների փոքրացմամբ, այնպես էլ տվյալների փոխանցման արագությունների պարբերական կրկնապատկմամբ, արագագործ հաջորդականացնող-զուգահեռականացնող (ՀՀ) համակարգերը դարձել են ժամանակակից թվային էկոհամակարգի անբաժանելի մասը: Այս հանգույցների կատարողականությունն ուղղակիորեն ազդում է տվյալների կենտրոնների, արհեստական բանականության արագացուցիչների, արագագործ ցանցային սարքավորումների և բարձր արագագործ պրոցեսոր-հիշողություն հաղորդակցության ինտերֆեյսների արտադրողականության վրա: Ընդ որում, մեկ հոսքուղու վրա տվյալների փոխանցման արագության աճը մինչև 112 Գբիթ/վ և ավելի՝ քառամակարդակ ազդանշանային մոդուլյացիայի (ԱՔՄ) կիրառմամբ, արտակարգ պահանջներ է առաջադրում ինչպես հաղորդիչի, այնպես էլ ընդունիչի սխեմատեխնիկական լուծումների նկատմամբ:

ԿՄՕԿ տեխնոլոգիական գործընթացների փոքրացումը մինչև 5նմ տիրույթ, սնուցման լարման իջեցումը մինչև 0,9Վ և ավելի ցածր մակարդակների, ինչպես նաև ԱՔՄ-ի դեպքում հարևան լարման մակարդակների միջակայքի երեք անգամ կրճատումը էապես սահմանափակում են սխեմատեխնիկական լուծումների թույլատրելի շեղման սահմանները: Այս պայմաններում նույնիսկ չնչին ոչ իդեալականությունները՝ դիֆերենցիալ անհավասարակշռությունը, տակտային ազդանշանի աշխատանքային ցիկլի աղավաղումը, ընդունիչի մուտքային հանգույցի ոչ գծայնությունը և փուլի խառնիչի ինտեգրալ ոչ գծայնությունը, դառնում են արագագործ ՀՀ համակարգերի կատարողականությունը սահմանափակող կարևորագույն գործոնները: Հետևաբար, տվյալների կորստի նվազեցմանն ուղղված նոր սխեմատեխնիկական մոտեցումների մշակումը ներկայումս բավականին արդիական է և գիտատեխնիկական լայն հետաքրքրություն է ներկայացնում: Ընդ որում, ներկայումս առաջատար կազմակերպությունները մշակում են նմանատիպ լուծումներ, սակայն դրանք շարունակում են աչքի ընկնել մի շարք սահմանափակումներով՝ կապված էներգասպառման, մակերեսի աճի և տրամաչափման ենթահամակարգերի բարդացման հետ, ինչը անհրաժեշտություն է ստեղծում նոր և համալիր մոտեցումների մշակման:

Ատենախոսությունը նվիրված է արագագործ հաղորդիչ-ընդունիչ հանգույցներում տվյալների կորստի նվազեցման եղանակների, մեթոդների և միջոցների մշակմանը՝ էներգասպառման և կիսահաղորդչային բյուրեղի վրա զբաղեցրած մակերեսի նվազագույն աճի հաշվին:

Ներածությունում հիմնավորված է թեմայի արդիականությունը. ներկայացված են հետազոտության առարկան ու նպատակները, գիտական նորույթը, գործնական արժեքը և պաշտպանության ներկայացվող դրույթները:

Առաջին գլխում ներկայացված և վերլուծված են արագագործ ՀՀ համակարգերի ազդանշանային ուղու հիմնական հանգույցների՝ լարման ռեժիմ տրամաբանությամբ (ԼՌՏ) հաղորդչի ելքային հանգույցի, քառորդ արագությամբ (4:1) հաջորդականացման հանգույցի, ընդունիչի անալոգային մուտքային հանգույցի (ԱՄՀ) և փուլի խառնիչի (ՓԽ) ժամանակակից ճարտարապետությունները, ինչպես նաև քննարկվել են դրանց բնորոշ թերություններն ու սահմանափակումները ԱՔՄ ազդանշանավորման և ԳԼԶ տատանումների պայմաններում:

Երկրորդ գլխում ներկայացված են Լ.Դ. Հակոբյանի կողմից մշակված նոր լուծումները՝ ԼՌՏ հաղորդչի ելքային հանգույցի համար ներկառուցված անալոգային հավասարեցման մեթոդը, հաղորդչի հապաղման հանգույցի ելքում տակտային ազդանշանի աշխատանքային ցիկլի համամասնության տրամաչափման մեթոդը, արագագործ ընդունիչներում մուտքային ճնշող հանգույցի գծայնության մեծացման մեթոդը և ՓԽ-ի գծայնության բարձրացման համակցված մեթոդը: Նշված լուծումները հիմնված են անալոգային հետադարձ կապի, հաջորդական մոտարկման ալգորիթմի, պասիվ տարրերի կառավարման և թվային ու անալոգային մոտեցումների փոխլրացման սկզբունքների վրա, ինչն ապահովել է մշակվող ՀՀ ինտեգրալ սխեմաների մի շարք առանցքային պարամետրերի էական բարելավումը:

Երրորդ գլխում ներկայացված է «HSIO Optimizer» ծրագրային միջոցը, որը ներդրվել է «Սինոփսիս Արմենիա» ՓԲԸ-ում: Ծրագրային միջոցը հնարավորություն է տալիս կանոնակարգված կերպով կիրառել մշակված մոտեցումները՝ «netlist»-ի ավտոմատացված փոփոխման, անկյունային դեպքերի ընտրության և ներդրումից առաջ ու հետո արդյունքների համեմատման հնարավորություններով, ինչն էլ նպաստում է նախագծման ժամանակի էական կրճատմանը:

Կցված 3 հավելվածներում բերված են մշակված ծրագրային միջոցի ներդրման ակտը, «HSIO Optimizer» ծրագրային միջոցի նկարագրության մի հատվածը, նկարների, աղյուսակների և հապավումների ցանկերը:

Ծանոթանալով ատենախոսության և նրա սեղմագրի հետ՝ կարծում եմ հետևյալը.

Սեղմագիրը հիմնականում ճիշտ արտահայտում է ատենախոսությունում մշակված դրույթները, մեթոդները և ստացված արդյունքների լուսաբանումը:

Ատենախոսությունը՝

- լիովին համապատասխանում է ՀՀ ԲԿԳԿ-ի պահանջներին,
- արդիական է և հանդիսանում է տվյալ ասպարեզի գիտնականների հետազոտության առարկա,
- համապատասխանում է Ե.27.01 «Էլեկտրոնիկա, միկրո և նանոէլեկտրոնիկա» մասնագիտությանը,
- ձևավորված է բարձր մակարդակով՝ առանց վրիպումների և սխալների, բացառությամբ մի քանի ոչ էական բնույթ կրող վրիպակներից:

Ատենախոսությունում ստացված արդյունքների գիտական նորույթը և հիմնավորվածությունը:

Ատենախոսության գիտական նորույթ են հանդիսանում հետևյալ դրույթները՝

- Սահմանափակ թողունակությամբ հոսքուղիներով 112 Գբիթ/վ և ավելի արագություն ապահովող ՀՁ համակարգերի մշակման՝ հաղորդչի ելքում «աչքի» դիագրամի հորիզոնական և ուղղահայաց բացվածքների մեծացման, փուլի խառնիչի գծայնության աճի, ընդունիչ մուտքային հանգույցի գծայնության և կորուստների նվազեցման վրա հիմնված մոտեցումները.
- ԼՌՏ հաղորդչի ելքային հանգույցի համար ներկառուցված անալոգային հավասարեցման մեթոդը, որում P և M ուղիների միջև շրջիչների հիման վրա կառուցված հետադարձ կապի շղթայով դիֆերենցիալ անհավասարակշռության ուղղման և «կրկնակի աչքի» էֆեկտի վերացման շնորհիվ ՀՁՄ և ԱՔՄ մոդուլյացիաների «աչքերի» դիագրամների բացվածքները բարելավվել են առանց տրամաչափման լրացուցիչ ենթահամակարգերի անհրաժեշտության.
- Հաղորդչի հապաղման համակցման հանգույցի ելքում տակտային ազդանշանի աշխատանքային ցիկլի համամասնության տրամաչափման մեթոդը, որում հաջորդական մոտարկման ռեգիստրների վրա հիմնված ալգորիթմով տրամաչափվող հոսանքի թվա-անալոգային փոխակերպիչներով կառավարվող անալոգային հետադարձ կապով շրջիչների ներդրման հաշվին ապահովվել է $\pm 6,5\%$ ուղղման տիրույթ.
- Արագագործ ընդունիչներում մուտքային ճնշող հանգույցի գծայնության մեծացման մեթոդը, որտեղ պասիվ տարրերի կառավարման հաշվին համակարգի 1 դԲ ճնշման կետը և մակարդակների անհամապատասխանության հարաբերակցությունը էապես բարելավվել են՝ առանց հավելյալ էներգասպառման.
- ՓԽ-ի գծայնության բարձրացման համակցված մեթոդը, որում երեք միմյանց փոխլրացնող եղանակների՝ թվային կոդի նախնական աղավաղման, խառնիչի սնուցման ցածր լարմամբ աշխատանքի և

մուտքային ունակային կապով ու ռեզիստիվ հետադարձ կապով շրջիչի ներդրման հաշվին առավելագույն ինտեգրալ ոչ գծայնությունը իջեցվել է մինչև մեկ ԿԿԲ-ից ցածր մակարդակի.

- Արագագործ ՀՁ համակարգերում առաջարկվող մեթոդների կիրառման ավտոմատացված ծրագրային գործիքը՝ «HSIO Optimizer»-ը:

Ատենախոսության գիտական դրույթները և եզրակացությունները հիմնավորված են գիտական առկա հրապարակումներով, սխեմատեխնիկական նմանակման համապարփակ արդյունքներով՝ տիպային, արագ և դանդաղ գործընթացների համար, ինչպես նաև ծրագրային միջոցի «Սինոփսիս Արմենիա» ՓԲԸ-ում ներդրումով:

Հեղինակի կողմից ստացված արդյունքների կարևորությունը գիտության և արդյունաբերության համար:

Աշխատանքի գործնական արժեքը պայմանավորված է նրանով, որ առաջարկվող սխեմատեխնիկական լուծումները և «HSIO Optimizer» ծրագրային գործիքը ներդրվել են «Սինոփսիս Արմենիա» ՓԲԸ-ում և լայնորեն կիրառվում են արագագործ ՀՁ հանգույցների ու մտավոր սեփականությունների մշակման գործընթացում: Ստացված քանակական արդյունքները վկայում են, որ առաջարկվող մեթոդները էապես ընդլայնում են ներկայիս ՀՁ ճարտարապետությունների կարողությունները:

Աշխատանքում նկատված թերություններն են.

1. Ցանկալի կլիներ ներկայացնել «HSIO Optimizer» ծրագրային միջոցի կիրառման ամբողջական աշխատանքային սցենարի օրինակ՝ կոնկրետ նախագծման իրավիճակում:
2. ՀՀՀ-ի ելքում տակտային ազդանշանի աշխատանքային ցիկլի համամասնության տրամաչափման մեթոդում ինտեգրացման համար օգտագործվող ցածր հաճախականային ֆիլտրի ժամանակային հաստատունի ընտրությունը մանրակրկիտ չի ներկայացված:
3. ՓԽ-ի գծայնության բարելավման համակցված մեթոդում խառնիչի սնուցման լարման 0,85Վ-ից 0,7Վ իջեցումը էապես բարելավում է ինտեգրալ ոչ գծայնությունը, սակայն ուղեկցվում է միջին քառակուսային թրթռոցի մոտ 29% աճով (63 ֆվ-ից մինչև 81 ֆվ). ատենախոսությունում մանրամասն չի հիմնավորված հենց 0,7Վ արժեքի ընտրությունը՝ որպես գծայնության և թրթռոցի միջև իդեալական փոխզիջման կետ:
4. Նկատվել են որոշակի ուղղագրական, շարահյուսական և մտքի ձևակերպման սխալներ, ինչպես նաև մի շարք նկարների (հատկապես «աչքի» դիագրամների և սխեմաների) մակագրությունների ընթեռնելիության հետ կապված խնդիրներ:

Ուսումնասիրելով ատենախոսությունն ու սեղմագիրը՝ գտնում եմ.

Լ.Դ. Հակոբյանի «Արագագործ հաղորդիչ-ընդունիչ հանգույցներում տվյալների կորստի նվազեցման միջոցների մշակումը» թեմայով ատենախոսությունն ավարտուն աշխատանք է: Սեղմագիրը ճիշտ է արտացոլում ատենախոսության բովանդակությունը և ներառում է դրա հիմնական դրույթները: Աշխատանքը կատարված է բարձր գիտատեխնիկական մակարդակով և ունի կարևոր գործնական նշանակություն, իսկ հեղինակն արժանի է Ե.27.01 «Էլեկտրոնիկա, միկրո և նանոէլեկտրոնիկա» մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի աստիճանի շնորհմանը:

Պաշտոնական ընդդիմախոս՝
տ.գ.դ, պրոֆեսոր

Օ.Հ. Պետրոսյան

Օ.Հ. Պետրոսյանի ստորագրությունը բացատրում եմ՝
ՀԱՊՀ-ի գիտական քարտեզարկ



Ծ.Ս. Հովհաննիսյան

“ 03 ” 07 2026թ.