

ՊԱՇՏՈՆԱԿԱՆ ԸՆԴԴԻՄԱԽՈՍԻ ԿԱՐԾԻՔ

Ե.27.01 «Էլեկտրոնիկա, միկրո և նանոէլեկտրոնիկա» մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման ներկայացված

Տիգրան Դավիդի Գրիգորյանի «Եռաչափ ինտեգրալ սխեմաների մուտք/ելք հանգույցների աշխատանքային ռեժիմների կայունացման միջոցների մշակումը» ատենախոսության վերաբերյալ

Արդիականությունը և կառուցվածքը:

Արդի ինտեգրալ սխեմաներում (ԻՍ), տեխնոլոգիական գործընթացով պայմանավորված, սնման լարման շարունակական փոքրացումը, տրանզիստորների պարամետրերի ցրվածությունը և ջերմաստիճանից կախվածության աճը հանգեցնում են օգտակար ելքի գործակցի նվազման: Այդ իսկ պատճառով, ներկայումս կիրառվում են եռաչափ ինտեգրալ սխեմաներից (ԵԻՍ) կազմված բազմաբյուրեղ կառուցվածքները (ԲԿ):

ԲԿ-երում տարբեր գործառույթներ իրականացնող ենթահամակարգերը պատրաստվում են առանձին կիսահաղորդչային բյուրեղների վրա, այնուհետև միացվում են միևնույն պատյանի ներսում՝ կարճ միջմիացումների միջոցով: Այս մոտեցումը օգնում է թե՛ նվազեցնել արտադրական դժվարությունները, թե՛ յուրաքանչյուր բյուրեղը նախագծել իր գործառույթին ավելի համապատասխան ձևով:

Տվյալների փոխանակումը կատարվում է մուտք/ելք (Մ/Ե) հանգույցների միջոցով, որոնք պարունակում են հաղորդիչ և ընդունիչ սարքեր՝ նախատեսված բարձր արագագործությամբ տվյալների հաղորդման համար: Ժամանակակից ԵԻՍ-ներում, Մ/Ե հանգույցների նախագծումն ավելի է դժվարանում, մասնավորապես, երբ տվյալների փոխանցման արագությունը գերազանցում է 10 Գբիթ/վ-ը: Դրա ժամանակ անհրաժեշտություն է առաջանում առաջադեմ համահարթեցման, սինքրոազդանշանների վերականգնման և դիմադրությունների համաձայնեցման մեթոդների իրականացում, որոնք նպաստում են էներգասպառման մեծացմանը և նախագծման բարդությանը: Դրանից բացի, ցածր նանոչափական տեխնոլոգիաներում խնդրահարույց է դառնում ծերացման երևույթների ազդեցությունը: Հետևաբար, բարձր արագագործությամբ ԵԻՍ-ների Մ/Ե հանգույցների աշխատանքային ռեժիմների կայունացման միջոցների մշակումը ներկայումս հանդիսանում է արդիական հիմնահարց:

Ներածությունում հիմնավորվում է թեմայի արդիականությունը, բերված են հետազոտության նպատակը, գիտական նորույթը, գործնական կիրառության հնարավորությունը, պաշտպանության ներկայացվող մեթոդները:

Առաջին գլխում ներկայացված են ԵԻՄ-ների Մ/Ե հանգույցների աշխատանքային ռեժիմների կայունացման միջոցների մշակման անհրաժեշտությունը, դրանցում կիրառվող առկա լուծումները, ինչպիսիք են լցման գործակցի շեղման ուղղումը և հաղորդչի ելքային ազդանշանի ճակատի փոխանցման արագության կարգաբերումը: Հետազոտվել են առկա մոտեցումների խնդիրները, ինչպես նաև ներկայացված է առաջարկվող մեթոդների հակիրճ նկարագրությունը:

Երկրորդ գլխում բերված են ԵԻՄ-ների Մ/Ե հանգույցների աշխատանքային ռեժիմների կայունացման միջոցների առաջարկվող մեթոդները, որոնք բավարարում են նախագծման արդի պահանջները: Առաջարկվել է մեթոդ, որում հաշվի առնելով ծերացման երևույթները, հայտնաբերվում և շտկվում է լցման գործակցի սխալանքը և անկախ գործընթացից, լարումից ու ջերմաստիճանից (ԳԼՋ) ապահովում է $50 \pm 1,2\%$ լցման գործակցից: Մշակվել է զգայուն ուժեղարարի զգայնության բարելավման մեթոդ՝ հիմնված հետադարձ կապի կիրառության վրա, որը, հիստերեզիսի երևույթի և հավելյալ շղթաների ներդրման միջոցով, հնարավորություն է տալիս տվյալների փոխանցման 20 Գբիթ/վ արագության դեպքում բարելավելու սխեմայի զգայնությունը և մեծացնել դրա ճշտությունը: Առաջարկվել է ընդունիչ հանգույցի աշխատանքային ռեժիմների բարելավման մեթոդ, որում հաշվի է առնվել ԳԼՋ-ից կախված կարգաբերման ընդհանուր դիմադրության փոփոխությամբ պայմանավորված ազդանշանի ամպլիտուդի փոփոխությունը: Դրա միջոցով մեծացվել է սխեմայի ճշտությունը և նվազեցվել ելքային ազդանշանի թրթռոցը մոտավորապես 5,5 անգամ: Մշակվել է հաղորդիչ հանգույցի ելքային ազդանշանի ճակատի փոխանցման արագության կարգաբերման մեթոդ, որում n և p տիպի թվաանալոգային ձևափոխիչների ինտեգրումը մեծացնում է հաղորդչի ճշտությունը:

Երրորդ գլխում ներկայացված է նախագծված “3DIC IO Optimizer” ծրագրային միջոցը, որը հնարավորություն է տալիս կիրառել առաջարկված մեթոդները, իրականացնել նմանակումներ և դիտարկել ստացված արդյունքները: Ծրագրային միջոցը ներդրված է «Միկոփսիս Արմենիա» ՓԲԸ-ում և գործնականում կիրառվում է ԵԻՄ-ների Մ/Ե հանգույցների նախագծման գործընթացում:

Ատենախոսությանը կից բերված են 4 հավելվածներ, որոնցից առաջինում ներկայացված է ատենախոսության ներդրման ակտը, երկրորդում՝ հաղորդչի ելքային ազդանշանի ճակատի փոխանցման արագության կարգաբերման մեթոդի նմանակման շղթայի Spice նկարագրության հատված, երրորդում՝ ստեղծված 3DIC IO

Optimizer ծրագրային գործիքի նկարագրության հատված, իսկ չորրորդում՝ օգտագործված նկարների, աղյուսակների և հապավումների ցանկերը:

Աշխատանքի գիտական նշանակությունը:

Ատենախոսությունում գիտական նորույթները բերված են հետևյալ դրույթներով.

1. Մշակվել են եռաչափ ինտեգրալ սխեմաների մուտք/ելք հանգույցների նախագծման՝ լցման գործակցի ուղղման, զգայուն ուժեղարարի զգայնության բարելավման, ընդունիչ հանգույցի ազդանշանի ամպլիտուդի փոփոխության հայտնաբերման և փոխհատուցման, ինչպես նաև հաղորդիչ հանգույցի ազդանշանի ճակատների փոխանցման արագության կարգաբերման մեթոդներ՝ 5նմ և ավելի փոքր տեխնոլոգիական գործընթացներով, որոնք կայունացնում են մուտք/ելք հանգույցների աշխատանքային ռեժիմները:
2. Մշակվել է սինքրոնազդանշանի լցման գործակցի սխալանքի հայտնաբերման և շտկման մեթոդ՝ հիմնված փոխանջատման փականների և կոնդենսատորների կիրառության վրա: Այս մեթոդը՝ էներգասպառման 10% մեծացման հաշվին, հնարավորություն է տալիս մինչև 16ԳԲիթ/վ արագագործության դեպքում ապահովել $50 \pm 1,2\%$ լցման գործակից՝ անկախ գործընթացից, լարումից և ջերմաստիճանից:
3. Առաջարկվել է եռաչափ ինտեգրալ սխեմաների մուտք/ելք հանգույցներում կիրառվող զգայուն ուժեղարարի զգայնության բարելավման մեթոդ, որում օգտագործվում է հետադարձ կապի շղթա: Տվյալների փոխանցման 20ԳԲիթ/վ արագության դեպքում, սխեմայում հավելյալ շղթաների և հիստերեզիսի երևույթի ներդրման շնորհիվ, մեծացվել է սխեմայի հուսալիությունը, և բարելավվել դրա զգայնությունը՝ կիսահաղորդչային բյուրեղի վրա զբաղեցրած մակերեսի 16% մեծացման հաշվին: Երկարատև աշխատանքի ընթացքում հնարավոր է եղել ապահովել զգայնության առավելագույնը 4% շեղվածություն:
4. Մշակվել է եռաչափ ինտեգրալ սխեմաների մուտք/ելք հանգույցների ընդունիչների աշխատանքային ռեժիմների կայունացման մեթոդ՝ հիմնված հետադարձ կապի շղթայի կիրառության վրա: Այս մեթոդը կոմպենսացնում է գործընթացից, լարումից և ջերմաստիճանից կախված կարգաբերման ընդհանուր դիմադրության փոփոխությամբ պայմանավորված ազդանշանի ամպլիտուդի փոփոխությունը և տվյալների փոխանցման 16ԳԲիթ/վ արագության դեպքում, էներգասպառման ընդամենը 21% մեծացման հաշվին՝

հնարավորություն է տալիս ելքային ազդանշանի թրթոցը նվազեցնել մոտավորապես 5,5 անգամ:

5. Առաջարկվել է եռաչափ ինտեգրալ սխեմաների մուտք/ելք հանգույցների հաղորդիչ սխեմայում ազդանշանի ճակատների փոխանցման արագությունների կարգաբերման մեթոդ՝ ունի տիպի թվաանալոգային կերպափոխիչների ինտեգրմամբ: Մեթոդը տվյալների փոխանցման 16 ԳԲԻթ/վ արագության դեպքում հաղորդիչ հանգույցի ելքային ազդանշանի ճակատների միջև ապահովում է առավելագույնը 1,3% շեղում, և թույլ է տալիս նվազեցնել ազդանշանի թրթոցը մոտավորապես 3 անգամ՝ էներգասպառման 17,2% ու մակերեսի 15,4% մեծացման հաշվին:

Ստացված արդյունքների հավաստիությունն ու կիրառական նշանակությունը:

Ատենախոսության գիտական նորույթների հավաստիությունը հիմնավորված է առկա 10 գիտական հրապարակումներով, տեսական հիմնավորումներով, մոդելավորման արդյունքներով, ինչպես նաև ներդրման ակտով: Ստեղծված ծրագրային միջոցը ներդրված է «Սիևոփսիս Արմենիա» ՓԲԸ-ում, ինչը վկայում է առաջարկված մեթոդների արդյունավետության ու գործնական կիրառելիության մասին:

Տ. Դ. Գրիգորյանի «Եռաչափ ինտեգրալ սխեմաների մուտք/ելք հանգույցների աշխատանքային ռեժիմների կայունացման միջոցների մշակումը» թեմայով ատենախոսությունում մշակված մեթոդները բավարարում են ԵԻՄ-ների նախագծման ժամանակակից պահանջները: Դիտարկված խնդիրները ներկայումս խիստ կարևոր են, քանի որ առկա լուծումները չեն բավարարում արդի տեխնոլոգիական գործընթացներում կիրառմանը և ԵԻՄ-ների նկատմամբ սահմանվող պահանջները:

Ատենախոսական աշխատանքում նկատված թերությունները:

1. Աշխատանքի գիտական արդյունքներում մի քանի անգամ կրկնվող «զգայուն ուժեղարարի զգայնության բարելավում» բառակապակցությունը հաջող չի ձևակերպված: Կարելի էր ուղղակի չգրել առաջին «զգայուն» բառը:
2. ԵԻՄ-ների Մ/Ե հանգույցների ընդունիչ շղթաների արդյունավետության բարձրացման առաջարկվող մեթոդում բացակայում են ֆիզիկական նախագծման արդյունքները:
3. Աշխատանքի արդյունքում ստացվել է էներգասպառման մեծացում, սակայն չի կատարվել մշակված նոր մեթոդների կիրառության շնորհիվ

ձեռք բերված ընդհանուր դրական տեխնիկա-տնտեսական գնահատական:

4. Ցանկալի կլիներ առավել մանրամասն պարզաբանվելին մշակված ծրագրային գործիքի հնարավորությունները, ինչպես նաև նշվելին դրա սահմանափակումները:

Ուսումնասիրելով ատենախոսությունն ու սեղմագիրը՝ գտնում եմ.

Տ. Դ. Գրիգորյանի «Եռաչափ ինտեգրալ սխեմաների մուտք/ելք հանգույցների աշխատանքային ռեժիմների կայունացման միջոցների մշակումը» ատենախոսությունը լիովին համապատասխանում է Հայաստանի Հանրապետության Բարձրագույն կրթության և գիտության կոմիտեի կողմից թեկնածուական ատենախոսությանը ներկայացվող պահանջներին, իսկ հեղինակն արժանի է Ե.27.01 «Էլեկտրոնիկա, միկրո և նանոէլեկտրոնիկա» մասնագիտության տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի շնորհմանը:

Պաշտոնական ընդդիմախոս՝

տ.գ.դ. պրոֆեսոր՝

Ռ. Ռ. Վարդանյան

«24» 06 2026

Տեխնիկական գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր, Ռ. Ռ. Վարդանյանի ստորագրությունը հաստատում եմ՝

ՀԱՊՀ-ի գիտական քարտուղար

30.06.26p.



Ս. Հովհաննիսյան