

## ՊԱՇՏՈՆԱԿԱՆ ԸՆԴԴԻՄԱԽՈՍԻ

### ԿԱՐԾԻՔ

**Ե.27.01- «Էլեկտրոնիկա, միկրո և նանոէլեկտրոնիկա» մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման ներկայացրած Կամո Օլեգի Պեպրոսյանի «Ստատիկ օպերատիվ հիշող սարքերի ցածր էներգասպառմամբ տարրերի մշակումը և մոդելավորումը» թեմայով ատենախոսության վերաբերյալ**

#### Թեմայի արդիականությունը:

Ինֆորմացիոն տեխնոլոգիաների և հեռահաղորդակցության համակարգերի աննախադեպ զարգացումը նոր պահանջներ է առաջադրել ինտեգրալ սխեմաներ (ԻՍ), այդ թվում նաև ստատիկ օպերատիվ հիշող սարքեր (ՍՕՀՍ) նախագծողներին՝ պայմանավորված նախագծման տեխնոլոգիական նորմերի փոքրացմամբ և ցածր սնուցման լարմամբ տարրային հենքի մշակման հետ:

ՍՕՀՍ-ները ունեն լայն կիրառություն միկրոէլեկտրոնիկայի և հաշվողական տեխնիկայի տարբեր բնագավառներում, իսկ վերջին տարիների կիրառության նոր ոլորտները, հատկապես կենցաղային ու ավտոմոբիլային էլեկտրոնիկայում, ավելի են մեծացնում դրանց կիրառական նշանակությունը: Այդ պատճառով մեծանում են պահանջները դրանց տեխնիկական և կոնստրուկտորա-տեխնոլոգիական պարամետրերի նկատմամբ: Անցումը տրանզիստորների ենթամիկրոնային չափերին և աշխատանքային հաճախականությունների բարձրացումը ներկայացնում են նոր և խիստ պահանջներ ՍՕՀՍ-ների հիմնական պարամետրերի նկատմամբ: Այդ պահանջների հետ մեկտեղ, խիստ արդիական է դառնում կոմպլեմենտար մետաղ-օքսիդ-կիսահաղորդիչ (ԿՄՕԿ) կառուցվածքների հիման վրա ՍՕՀՍ-ների ցածր էներգասպառմամբ տարրերի մշակումը և հետազոտումը:

Ատենախոսության թեման արդիական է և համապատասխանում է ՍՕՀՍ-ներին առաջադրվող ժամանակակից տեխնիկական պահանջներին: Ատենախոսությունում առաջադրված հարցադրումները բխում են գործնական պահանջներից, իսկ առաջարկված մեթոդները և սխեմատեխնիկական լուծումները

միտված են նպաստելու ցածր էներգասպառմամբ ՍՕՀՍ-ների նախագծման հետագա առաջընթացին: Առաջարկված լուծումները համապատասխանում են ժամանակակից 14 նանոմետրանոց և ավելի փոքր չափերի տեխնոլոգիական գործընթացներով նախագծվող ԻՍ-երին ներկայացվող պահանջներին:

**Ատենախոսությունը կառուցվածքը:**

Ատենախոսությունը բաղկացած է ներածությունից, երեք գլուխներից, եզրահանգումից, 138 անուն գրականության ցանկից և թվով 6 հավելվածներից:

**Ներածությունում** հիմնավորված է թեմայի արդիականությունը, հետազոտության նպատակը, ներկայացված են ատենախոսության գիտական նորույթը, գործնական նշանակությունը և պաշտպանության ներկայացվող հիմնական գիտական դրույթները:

**Առաջին գլխում** իրականացվել են ԿՄՕԿ ԻՍ-երի ցրման հզորության աղբյուրների վերլուծություն և ցրման հզորության նվազարկման մեթոդների հետազոտում: Հիմնավորվել է ՍՕՀՍ-ների ցածր էներգասպառմամբ տարրերի մշակման անհրաշտությունը: Դիտարկվել են պլանար և եռաչափ ԿՄՕԿ կառուցվածքների հիման վրա ցածր էներգասպառմամբ ՍՕՀՍ-երի բազային տարրերի բնութագրերը: Դիտարկվել և վերլուծվել են ՍՕՀՍ-երի կառուցվածքային սխեմաները և դրանց հիմնական հանգույցները: Կատարվել է ՍՕՀՍ-երի ամենատարածված հիշող բջիջների (<Բ) հետազոտություն և դրանց ցրման հզորությունների կախվածություն սնման լարումից, ջերմաստիճանից և աշխատանքային հաճախականությունից՝ մոդելավորման Hspice ծրագրային գործիքով: Հետազոտվել են փականավորման հիման վրա և ասիմետրիկ <Բ-երի հզորության նվազարկման մեթոդները: Հետազոտվել են ՍՕՀՍ-երի ցածր ցրման հզորությամբ հասցեների վերծանիչների (<ՎԾ) կառուցման սկզբունքները: Կատարվել է զգայուն ուժեղարարների (ԶՈՒԺ) սխեմատեխնիկական լուծումների հետազոտություն՝ դրանց էներգասպառման նվազարկման նպատակով: Հետազոտությունների արդյունքների հիման վրա առաջարկվել են ցածր էներգասպառմամբ տարրերի մշակման և մոդելավորման սկզբունքներ:

**Երկրորդ գլխում** մշակվել են ՍՕՀՍ-երի ցածր սպառման հզորությամբ, բարձր արագագործությամբ, նաև մեծ կարգայնությամբ ՀՎԾ-երի կառուցման և ՍՕՀՍ-երի տրամաբանական շղթաներում դինամիկ հզորության փոքրացման, հարթակի երևույթի կիրառմամբ ՍՕՀՍ-երի ստատիկ հզորության նվազարկման մեթոդներ, որոնց արդյունավետությունը հիմնավորվել է ժամանակակից տեխնոլոգիական գործընթացներով իրականացված մոդելավորումների արդյունքներով: Մշակվել է ցածր էներգասպառմամբ ՍՕՀՍ-ների սինքրոազդանշանի տարածման ծառի կառուցման արդյունավետ մեթոդ: Առաջարկվել է 8TM ՀԲ-ի նոր սխեմատեխնիկական լուծում, որն ապահովում է ելքային ազդանշանի բացվածքի մոտավորապես 2 անգամ մեծացում՝ ապահովելով ԶՈԽԺ-երի զգայնության նկատմամբ պահանջների կտրուկ փոքրացում: Արդյունքում ապահովվում է ՍՕՀՍ-ի էներգասպառման ավելի քան 1,7 անգամ նվազեցում՝ առանց կիսահաղորդչային բյուրեղի վրա զբաղեցրած մակերեսի էական մեծացման: Հետազոտվել են ցածր ցրման հզորությամբ առաջարկված լավարկված ստեկային սիմետրիկ և ասիմետրիկ ՀԲ-երի սխեմատեխնիկական լուծումները, կատարվել է դրանց համեմատական վերլուծություն, մոդելավորում և ժամանակային բնութագրերի գնահատում:

**Երրորդ գլխում** առաջարկվել է ՍՕՀՍ-ների էներգասպառման նվազեցմանը միտված կառուցվածքային պարամետրերի հաշվարկման մեթոդ, որը թույլ է տալիս գնահատել սպառման հզորության բաշխումը դրանց տարբեր հանգույցներում և իրականացնել էներգասպառման նվազարկում նախագծման վաղ փուլում, կառուցվածքային օպտիմալ պարամետրերի ընտրությամբ, MATLAB միջավայրում մշակված ծրագրային միջոցով: Հաստատվել է, որ ՍՕՀՍ-ի մեկ գործողության վրա ծախսվում է 6,5 մկՎտ հզորություն, որը մոտավորապես 1,5 անգամ ավելի փոքր է հայտնի արդյունքների համեմատ: Մշակվել է ցածր էներգասպառմամբ ՍՕՀՍ-ների սինքրոազդանշանի տարածման ծառի կառուցման նոր մեթոդ, որի կիրառությունը թույլ է տալիս բարելավել տվյալների հապաղման ժամանակահատվածը և նվազեցնել ծախսվող հզորությունը մոտ 10%-ով: Կիսահաղորդչային բյուրեղի վրա զբաղեցրած մակերեսի աճը չի գերազանցում ՍՕՀՍ-ի ամբողջ մակերեսի 1%-ը, ինչը կարելի է համարել բավարար արդյունք: Մշակվել է ցածր սպառման հզորությամբ

ՀՎԾ-երի ասիմետրիկության նվազեցման մեթոդ և մշակվել է AsimmetryOptimizer ծրագրային միջոց: Վերջինիս կիրառման արդյունքում ապահովվում է էներգասպառման էական նվազեցում:

**Ատենախոսության 6 հավելվածներում** բերված են ներդրման ակտը, 6T, 8T, 9T, 10T ՀԲ-ների մոդելավորման ժամանակային դիագրամները և ցրման հզորության կախվածությունը սնման աղբյուրի լարումից, աշխատանքային ջերմաստիճանից և հաճախությունից դանդաղ և արագ պրոցեսների դեպքում, խնդրի լուծման ծրագրային կոդը, AsimmetryOptimizer գործիքի ծրագրային կոդից որոշ հատվածներ, ինչպես նաև նկարների, նշանակումների և հապավումների ու աղյուսակների ցանկերը:

**Ատենախոսության գիտական արդյունքների նորույթը և հիմնավորման աստիճանը:**

Հեղինակի կողմից կատարված հետազոտությունները և առաջարկված լուծումներն ամփոփված են հետևյալ գիտական դրույթներում:

1. Ցածր էներգասպառմամբ ՍՕՀՍ-ների մշակման մեթոդը՝ հիմնված կուտակիչի տողերի և սյուների արդյունավետ հաշվարկների վրա:

2. Ելքային լարման լայն բացվածքով 8TM հիշող բջջի սխեման:

3. Հաղորդման փականների կիրառմամբ ցածր էներգասպառմամբ հասցեների վերծանիչների նախագծումը:

4. Ցածր էներգասպառմամբ և մեծ կարգայնությամբ ՀՎԾ-երի ասիմետրիկության նվազեցման մեթոդը:

5. Ցածր էներգասպառմամբ և մեծ կարգայնությամբ ՀՎԾ-երի մշակման մեթոդը:

6. ՍՕՀՍ-ների տրամաբանական շղթաներում դինամիկ սպառվող էներգիայի նվազեցման մեթոդը:

7. Հարթակի էֆեկտի կիրառմամբ ՍՕՀՍ-ների ստատիկ ցրման հզորության նվազեցման մեթոդը:

8. Ցածր էներգասպառմամբ ՍՕՀՍ-ների սինթրոազդանշանի տարածման ծառի կառուցման մեթոդը:

Ատենախոսության հիմնական դրույթները հրատարակված են բարձր վարկանիշ ունեցող միջազգային և տեղական հրատարակություններում: Հրատարակված գիտական տասներեք աշխատանքներում առկա հետազոտությունները, սխեմատեխնիկական լուծումները և մոդելավորման արդյունքները լիարժեքորեն ընդգրկված են ներկայացված աշխատանքում

**Գիտական դրույթների հավաստիությունը:** Ատենախոսության գիտական դրույթների հավաստիությունը հիմնավորված են տեսական հետազոտություններով և մոդելավորման արդյունքների համապատասխանությամբ ՍՕՀՍ-ներին առաջադրվող արդի տեխնիկական պահանջների հետ, ինչպես նաև «ՍԻՆՈՓՍԻՍ ԱՐՄԵՆԻԱ» ՓԲԸ-ում ներդրման ակտով:

**Հեղինակի կողմից ստացված արդյունքների կարևորությունը գիտության և արդյունաբերության ոլորտներում:**

Կ.Օ. Պետրոսյանի կողմից ատենախոսության շրջանակներում կատարված հետազոտությունների արդյունքում առաջարկվել են ցածր էներգասպառմամբ ՍՕՀՍ-ների նախագծման մեթոդներ, ծրագրային միջոցներ և սխեմատեխնիկական լուծումներ: Մշակված AsimmetryOptimizer ծրագրային միջոցը ներդրված է «ՍԻՆՈՓՍԻՍ ԱՐՄԵՆԻԱ» ՓԲԸ-ում և կիրառվում է թվային և խառը ազդանշանային ինտեգրալ սխեմաների նախագծման գործընթացում՝ դրանց կազմում առկա ստատիկ օպերատիվ հիշող սարքերի ցածր էներգասպառմամբ տարրերի մշակման և մոդելավորման նպատակով: Ժամանակակից մուտք/ելք հանգույցների նախագծման ժամանակ իրականացված փորձարկումները ցույց են տվել վերջիններիս բարձր արդյունավետությունը: Գրանցվել է սպառվող հզորության մինչև 1,5 անգամ նվազեցում՝ առանց կիսահաղորդչային բյուրեղի վրա զբաղեցրած մակերեսի էական մեծացման՝ բավարարելով այդ հանգույցներին առաջադրվող տեխնիկական պահանջները:

