



ՀԱՍՏԱՏՈՒՄ ԵՄ

«Երևանի Կապի միջոցների ԳՀԻ» ՓԲԸ

Տնօրեն՝

Հ.Գ. Մարտիրոսյան

« 23 » մայիսի 2025թ.

**ԱՌԱՋԱՏԱՐ ԿԱԶՄԱԿԵՐՊՈՒԹՅԱՆ ԿԱՐԾԻՔ**

**Վահան Ապրեսի Սահակյանի «Բարձր ճշտության հոսանքի աղբյուրների նախագծման միջոցների մշակումը և հեղափոխումը» թեմայով, Ե.27.01 - «Էլեկտրոնիկա, միկրո և նանոէլեկտրոնիկա» մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման արենախոսության վերաբերյալ:**

**Ատենախոսության թեմայի արդիականությունը**

Կիսահաղորդչային արդյունաբերության աճը հանգեցնում է միավոր մակերեսի վրա էլեկտրական կոմպոնենտների քանակի մեծացմանը, ինչպես նաև խստացվում են ինտեգրալ սխեմային (ԻԱ) ներկայացվող տեխնիկական պահանջները: Հատկանշական է փաստել, որ ժամանակակից տեխնոլոգիաները հնարավորություն են տալիս փոքրացնել ԻԱ-երի տրանզիստորների հոսքուղու երկարությունը, հասցնելով այն մինչև 2 նմ-ի: Չափերի նման փոքրացման հաշվին մեկ ԻԱ-ում տրանզիստորների քանակը հասել է միլիարդների:

Չարգացման նշված միտումներն առաջացրել են նախագծման բազմաթիվ բարդություններ. մասնավորապես, էականորեն մեծացել է տեխնոլոգիական շեղումների ազդեցությունը տրանզիստորների պարամետրերի վրա:

Այդ հիմնախնդիրները դիտարկելով ԻԱ-երի նախագծման բնագավառի առաջատար կազմակերպությունները իրականացնում են մի շարք ռազմավարական միջոցառումներ, որոնք նպատակաուղղված են ԻԱ-երի ճշտության բարելավմանը և ներառում են նոր տեխնոլոգիաների ներդրում, գործընթացների օպտիմալացում, որակի վերահսկման համակարգերի զարգացում, որոնք ընդհանուր առմամբ նպաստում են նախագծերի ընդհանուր արդյունավետության բարձրացմանը: Նոր մեթոդները, եղանակները և մշակումները զգալիորեն բարձրացրել են հոսանքի աղբյուրների ճշտությունը, սակայն տակավին առկա են խնդիրներ, որոնք, մնում են արդիական և պահանջում են նոր մոտեցումների և գաղափարների իրագործում:

Ատենախոսությունում մշակված են ԻՍ-երում օգտագործվող բարձր ճշտության հոսանքի աղբյուրների սխեմաներ, սխեմատեխնիկական լուծումներ, որոնք կբարձրացնեն ընդհանուր զգայուն համակարգերի ճշտությունը և կայունությունը:

Այսպիսով, Վ.Ա. Սահակյանի ատենախոսությունում առաջադրված բարձր ճշտության հոսանքի աղբյուրների նախագծման և մշակման խնդիրները արդիական են:

### Ատենախոսական աշխատանքի բովանդակությունը

Ատենախոսությունը բաղկացած է ներածությունից, երեք գլուխներից, եզրահանգումից, 127 անուն գրականության ցանկից և թվով 4 հավելվածներից: Ատենախոսության ծավալը կազմում է 141 էջ, իսկ հավելվածների հետ միասին 182 էջ:

Ներածությունում հիմնավորված է ատենախոսության արդիականությունը, ներկայացված են աշխատանքի նպատակներն ու խնդիրները, ինչպես նաև ստացված արդյունքների գիտական նորույթը, կիրառական արժեքը և պաշտպանության ներկայացվող հիմնական դրույթները:

Գլուխ 1-ում ներկայացվել են ԻՍ-երում բարձր ճշտության ներբյուրեղային հոսանքի աղբյուրների ճշտության բարձրացման առկա միջոցները և մեխանիզմները: Դրանց միջոցով հիմնավորվել է տվյալ ատենախոսության արդիականությունը: Դիտարկվել են ԻՍ-երում ներբյուրեղային հոսանքի աղբյուրների բարձրացման առկա եղանակներում թերությունները, քննարկվել բացասաբար ազդող գործոնների նվազեցման մեխանիզմները: Առաջարկվել են ԻՍ-երում ներբյուրեղային հոսանքի աղբյուրների ճշտության բարձրացմանն ուղղված սկզբունքներ, որոնք թույլ են տալիս նվազեցնել ճշտության վրա բացասաբար ազդող գործոնները:

Գլուխ 2-ում առաջարկվել են ԻՍ-երում բարձր ճշտությամբ ներբյուրեղային հոսանքի աղբյուրների նախագծման մեթոդներ, որոնք վերացնում են առկա մեթոդներում որոշ թերություններ, ինչպես նաև առաջարկում են նախագծման նոր մոտեցումներ: Դրանք թույլ են տալիս բարելավել ԻՍ-երում ներբյուրեղային հոսանքի աղբյուրների ճշտությունը ի հաշիվ կիսահաղորդչային բյուրեղի վրա զբաղեցրած մակերեսի աճի:

Ատենախոսությունում առաջարկվել է ինտեգրալ սխեմաներում կիրառվող հոսանքի աղբյուրների ճշտության բարձրացման մոտեցումներ, որոնք կարգաբերման համակարգի աշխատանքի վրա տեխնոլոգիական գործընթացի փոփոխությունների ազդեցության նվազարկման շնորհիվ՝ բավարարում են ժամանակակից պահանջները: Վերջիններս հնարավորություն են ընձեռում՝ նաև տեխնոլոգիական գործընթացի, սնման լարման և ջերմաստիճանի տարբեր արժեքների դեպքում ավելի մեծ ճշտությամբ կանխատեսելու համակարգի վարքը:

Ներկայացված է ԻՍ-ներում օգտագործվող հոսանքի աղբյուրի նոր սխեմատեխնիկական լուծում, որում ընդունիչ-հաղորդիչ հանգույցների հոսանքի արժեքի

սխալանքը չի գերազանցել  $\pm 7\%$ ՝ կիսահաղորդչային բյուրեղի վրա զբաղեցրած մակերեսի  $3,0 \times 10^{-9}$  մ<sup>2</sup>-ից ավելի արժեքով մեծացման հաշվին:

Ներկայացված է ԻՍ-ներում կիրառվող ներբյուրեղային դիմադրության կարգաբերման եղանակ, որի դեպքում, դիմադրության սխալանքը հասցվել է մինչև  $4,5\%$ ՝ կիսահաղորդչային բյուրեղի վրա զբաղեցրած մակերեսի ընդամենը  $1,4 \times 10^{-9}$  մ<sup>2</sup>-ով մեծացման հաշվին:

Ներկայացված է ԻՍ-երում կիրառվող ներբյուրեղային հոսանքի աղբյուրի սխեմայի կառուցման եղանակ, որի դեպքում ընդունիչ-հաղորդիչ հանգույցների հոսանքի արժեքի սխալանքը կազմել է  $7\%$ ՝ կիսահաղորդչային բյուրեղի վրա զբաղեցրած մակերեսի  $5,3 \times 10^{-9}$  մ<sup>2</sup> -ով աճի հաշվին:

Ներկայացված է ԻՍ-երում կիրառվող ծերացումից պաշտպանված բարձր ճշտությամբ ներբյուրեղային հոսանքի աղբյուրի սխեմատեխնիկական լուծում, որի դեպքում ընդունիչ-հաղորդիչ հանգույցների հոսանքի արժեքի սխալանքը կազմել է  $\pm 5\%$ ՝ կիսահաղորդչային բյուրեղի վրա զբաղեցրած մակերեսի  $3,3 \times 10^{-9}$  մ<sup>2</sup> չգերազանցող արժեքով մեծացման հաշվին:

Առաջարկված մեթոդների, եղանակների և սխեմատեխնիկական լուծման արդյունավետությունը հիմնավորված են իրականացված մոդելավորումների արդյունքներով:

**Գլուխ 3-ում** ներկայացված է մշակված «FARADEYIC» ծրագրային միջոց, որը նախատեսված է ինտեգրալ սխեմաների նախագծման փուլում դրանց պարամետրերի ճշտության և արդյունավետության բարձրացման համար: Ծրագրային միջոցը փորձարկվել է «ՍԻՆՈՓՍԻՍ ԱՐՄԵՆԻԱ» ՓԲԸ-ում: Բազմաթիվ հոսանքի աղբյուրների մշակումները ցույց են տվել ծրագրային միջոցի բարձր արդյունավետությունը:

**Եզրահանգումը** բխում է փորձարարական արդյունքներից և լրիվ համահունչ է այն մոտեցումներին, դրույթներին ու մեթոդներին, որոնք ներկայացվել են ատենախոսության մեջ: Առաջարկված մեթոդները շարադրված են պարզ ու հասկանալի լեզվով բացահայտելով աշխատանքի հիմնական նպատակը, համապարփակ հիմնավորված են ատենախոսական աշխատանքի բովանդակությամբ և ունեն կարևոր կիրառական նշանակություն:

Արդյունքների և եզրակացությունների հավաստիությունն ապացուցված է գիտափորձարարական հիմնավորումներով:

### **Ատենախոսության գիտական արդյունքների նորույթը և հիմնավորվածությունը**

1. Մշակվել է ինտեգրալ սխեմաներում կիրառվող հոսանքի աղբյուրի սխեմատեխնիկական լուծում, որում դրական ջերմաստիճանային գործակցով լարման աղբյուրի և տրիոդային ռեժիմում գտնվող ԿՄՕԿ տրանզիստորի համատեղ կիրառման շնորհիվ՝ ընդունիչ-հաղորդիչ հանգույցների հոսանքի արժեքի սխալանքը չի գերազանցել  $\pm 7\%$ -ը՝ կիսահաղորդչային բյուրեղի վրա զբաղեցրած մակերեսի  $3,0 \times 10^{-9}$  մ<sup>2</sup>-ից ավելի արժեքով մեծացման հաշվին:

2. Ստեղծվել է ներբյուրեղային դիմադրության կարգաբերման եղանակ, որի դեպքում, հենակային հաճախության գեներատորի և ԿՄՕԿ կոնդենսատորի համատեղ կիրառման հետևանքով, դիմադրության սխալանքը հասցվել է մինչև 4,5% կիսահաղորդչային բյուրեղի վրա զբաղեցրած մակերեսի ընդամենը  $1,4 \times 10^{-9}$  մ<sup>2</sup>-ով մեծացման հաշվին:

3. Մշակվել է ներբյուրեղային հոսանքի աղբյուրի սխեմայի կառուցման եղանակ, որի դեպքում, հենակային հոսանքի գեներատորի և առաջարկվող կարգաբերման համակարգի համատեղ աշխատանքով պայմանավորված, ընդունիչ-հաղորդիչ հանգույցների հոսանքի արժեքի սխալանքը կազմել է 7%՝ կիսահաղորդչային բյուրեղի վրա զբաղեցրած մակերեսի  $5,3 \times 10^{-9}$  մ<sup>2</sup>-ով աճի հաշվին:

4. Առաջարկվել է ծերացումից պաշտպանված բարձր ճշտությամբ ներբյուրեղային հոսանքի աղբյուրի սխեմատեխնիկական լուծում, երբ հաստատուն հենակային և դրական ջերմաստիճանային գործակցով լարման աղբյուրների համատեղ կիրառմամբ՝ ընդունիչ-հաղորդիչ հանգույցների հոսանքի արժեքի սխալանքը կազմել է  $\pm 5\%$ ՝ կիսահաղորդչային բյուրեղի վրա զբաղեցրած մակերեսի  $3,3 \times 10^{-9}$  մ<sup>2</sup> չգերազանցող արժեքով մեծացման հաշվին:

#### **Աշխատանքում ներկայացվում է հետևյալ հիմնական դրույթները**

- անալոգային ինտեգրալ սխեմաներում ծերացումից պաշտպանված բարձր ճշտությամբ ներբյուրեղային հոսանքի աղբյուրի սխեմատեխնիկական լուծումը;
- անալոգային ինտեգրալային սխեմաներում ներբյուրեղային դիմադրության կարգաբերման եղանակը;
- անալոգային ինտեգրալ սխեմաներում ներբյուրեղային հոսանքի աղբյուրի սխեմայի կառուցման եղանակը;
- անալոգային ինտեգրալ սխեմաներում կիրառվող հոսանքի աղբյուրի սխեմատեխնիկական լուծումը:

Ատենախոսության գիտական դրույթների հավաստիությունը հիմնավորված է տեսական հետազոտություններով, մաթեմատիկական հիմնավորումներով և փորձնական տվյալներով, որոնք ստացվել են սխեմատեխնիկական նմանակման միջոցով, ինչպես նաև «ՍԻՆՈՓՍԻՍ ԱՐՄԵՆԻԱ» ՓԲԸ-ում ներդրմամբ:

#### **Ստացված արդյունքների կիրառական նշանակությունը**

Ատենախոսության շրջանակներում առաջարկված մեթոդները և սխեմատեխնիկական լուծումը համապատասխանում են ժամանակակից ԻՍ-երի նախագծմանն առաջադրվող տեխնիկական պահանջներին: Ի տարբերություն հոսանքի աղբյուրների ճշտության բարձրացման առկա լուծումների, հեղինակին հաջողվել է ստեղծել այնպիսի լուծումներ, որոնք ապահովում են ավելի բարձր ճշտություն:

Ատենախոսությունում մշակված եղանակները, մեթոդները, սխեմատեխնիկական լուծումները հիմք են հանդիսացել առաջարկված հոսանքի աղբյուրների ճշտության բարձրացման FARADAYIC ծրագրային միջոցի համար: Այն ներդրվել է «ՍԻՆՈՓՍԻՍ

ԱՐՄԵՆԻԱ» ՓԲԸ-ում և օգտագործվել է տարաբնույթ ինտեգրալ սխեմաների համար բարձր ճշտությամբ հոսանքի աղբյուրների նախագծման ժամանակ: Բազմաթիվ հոսանքի աղբյուրների մշակումները ցույց են տվել ծրագրային միջոցի բարձր արդյունավետությունը, քանի որ ներբյուրեղային հոսանքի աղբյուրի սխալանքը հասցվել է 7%-ի՝ կիսահաղորդչային բյուրեղի վրա զբաղեցրած մակերեսի  $5,3 \times 10^{-9}$  մ<sup>2</sup>-ով աճի հաշվին:

### Հրապարակումները

Ատենախոսության հիմնական գրույթները հրապարակվել են հեղինակի 7 գիտական աշխատանքներում: Սեղմագիրը լիովին համապատասխանում է ատենախոսությանը և արտացոլում է դրա հիմնական բովանդակությունը:

### Նկատված թերությունները

1. Ատենախոսությունում ցանկալի կլիներ իրականացնել առաջարկվող եղանակների համեմատությունը բոլոր առկա եղանակների հետ:
2. Ներկայում տրանզիստորների նվազագույն չափերը հասել են մինչև 2 նմ-ի: Ատենախոսության շրջանակներում կատարված որոշ հետազոտությունների համար հիմք է ընդունվել 14 նանոմետրանոց տեխնոլոգիաները: Առաջարկվում է շարունակել կատարված հետազոտությունները նաև 2 նմ տեխնոլոգիաներով արտադրվող ԻՍ-երի համար:
3. Սեղմագրում ցանկալի կլիներ ներկայացնել բոլոր առաջարկվող եղանակների տոպոլոգիական քաղվածքները:
4. Ատենախոսությունում և սեղմագրում բերված որոշ գրաֆիկների առանցքները դժվար ընթերնելի են:  
Սակայն նշված դիտողությունները չեն ստվերում Վ.Ա. Սահակյանի կատարված աշխատանքը, որը արդիական է իր էությամբ և կիրառական նշանակությամբ:

### Եզրակացություն

Վ.Ա. Սահակյանի «Բարձր ճշտության հոսանքի աղբյուրների նախագծման միջոցների մշակումը և հետազոտումը» թեմայով թեկնածուական ատենախոսությունն ավարտուն գիտական աշխատանք է, որը ունի ավարտուն ամբողջական տեսք, զգալի գործնական արժեք և կատարված է պատշաճ գիտական մակարդակով: Ատենախոսությունը իր ծավալով, գիտական մակարդակով և ձևակերպմամբ լիովին համապատասխանում է ՀՀ ԿԳՄՍՆ բարձրագույն կրթության և գիտության կոմիտեի կողմից թեկնածուական ատենախոսություններին ներկայացվող պահանջներին, բովանդակությամբ համապատասխանում է Ե.27.01 - «Էլեկտրոնիկա, միկրո և նանոէլեկտրոնիկա» մասնագիտությանը, իսկ հեղինակն արժանի է տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի շնորհմանը:

Ատենախոսությունը զեկուցվել, մանրամասն քննարկվել և հավանության է արժանացել «Երևանի կապի միջոցների գիտահետազոտական ինստիտուտ» ՓԲԸ-ի 2025թ. մայիսի 21-ին կայացած գիտական սեմինարում: Ներկա էին՝ 8 անձ՝ տ.գ.դ. Ա. Մարկոսյանը, տ.գ.թ. Ա. Ահարոնյանը, տնօրեն Հ. Մարտիրոսյանը, բաժնի վարիչներ՝ Ֆ. Տեր-Ջաքարյանը, Ա. Մակարյանը, լաբ. վարիչ՝ Ա. Ջարգարյանը, առաջատար ճարտարագետ Լ.Մանուչարյանը, ճարտարագետ ծրագրավորող Ա. Կայծակովը:

ԵրԿՄԳՀԻ-ի գիտխորհուրդի նախագահ,  
տ.գ.դ., պրոֆեսոր՝



Ա. Մարկոսյան

Գիտական քարտուղար՝



Ա. Մակարյան

Ստորագրությունները հաստատում եմ՝  
կազմակերպության կադրերի բաժնի վարիչ



Ի. Վանդունց