

ՊԱՇՏՈՆԱԿԱՆ ԸՆԴԴԻՄԱԽՈՍԻ ԿԱՐԾԻՔ

Ե.27.01- «Էլեկտրոնիկա, միկրո և նանոէլեկտրոնիկա» մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման ներկայացրած Մարության Դավիթ Կարենի «Ինտեգրալ սխեմաների կայունացմանը նպատակաուղղված ֆիզիկական նախագծման արհեստական բանականությամբ միջոցների մշակումը» թեմայով ատենախոսության վերաբերյալ

Արդիականությունը և կառուցվածքը

Ժամանակակից ինտեգրալ սխեմաների (ԻՍ) նախագծման բարդությունը հասել է այնպիսի մակարդակի, երբ ավանդական ինժեներական մեթոդները այլևս չեն կարող ապահովել պահանջվող ճշտությունն ու հուսալիությունը: Տեխնոլոգիաների անընդհատ զարգացումը՝ տրանզիստորների չափերի կրճատումը մինչև 3 նմ և սնուցման լարումների իջեցումը մինչև 0,6 Վ՝ միաժամանակ ստեղծում են թե՛ նոր հնարավորություններ արտադրողականության բարձրացման և թե՛ նոր ֆիզիկական սահմանափակումներ:

Վերջին տասնամյակում ԻՍ-երի բարդությունը աճել է հարյուրապատիկ՝ 45 նմ տեխնոլոգիայի 1 միլիարդ տրանզիստորից հասնելով 3 նմ տեխնոլոգիայի 120 միլիարդին: Արդյունքում ԻՍ-ները դառնում են շատ ավելի զգայուն արտաքին և ներքին ազդեցությունների նկատմամբ: Օրինակ՝ եթե 45 նմ տեխնոլոգիայում միջմիացումների փոխազդեցությունը (ՄՄՓ) պատճառում էր ազդանշանի ընդամենը 3-4% աղավաղում, ապա 3 նմ տեխնոլոգիայում այն հասնում է 20-25% ժամանակային սխալների:

Նման բարդ պայմաններում կայունության ապահովումը պետք է սկսվի հենց նախագծման փուլից: Այստեղ է, որ արհեստական բանականության (ԱԲ) մեթոդները դառնում են առանցքային գործիք՝ թույլ տալով ուսումնասիրել նախկին նախագծերի փորձը, կանխատեսել հնարավոր սխալները և ավտոմատ կերպով

օպտիմալացնել նախագիծը՝ հաշվի առնելով բազմաթիվ փոխկապակցված պարամետրեր:

Այսպիսով, ԱԲ միջոցներով ԻՍ-ների ֆիզիկական նախագծման միջոցների մշակումը հանդիսանում է խիստ արդիական և կարևոր գիտատեխնիկական խնդիր:

Ատենախոսությունը բաղկացած է ներածությունից, երեք գլուխներից և հինգ հավելվածներից:

Ներածությունում հիմնավորված է թեմայի արդիականությունը, ներկայացված են հետազոտության խնդիրը, գիտական նորույթը, գործնական արժեքը, պաշտպանության ներկայացվող դրույթները:

Առաջին գլխում ներկայացված են ԻՍ-ների ֆիզիկական նախագծման հիմնական խնդիրները և կայունության ապահովման անհրաժեշտությունը: Մանրամասն քննարկվել են տեխնոլոգիական սահմանափակումները և կայունության վրա ազդող հիմնական գործոնները՝ ՄՄՓ, լարման անկում (ԼԱ), էլեկտրամիգրացիա, ջերմային անկայունություն և ծերացում:

Երկրորդ գլխում ներկայացված են Դ.Կ. Մարուխյանի կողմից մշակված ԱԲ-հիմնված մեթոդները ԻՍ-ների կայունության բարձրացման համար: Առաջարկվել են չորս հիմնական մեթոդներ՝ լարման անկման կանխատեսման գրաֆային նեյրոնային ցանցերի (ԳՆՑ) հիմնքով, ծերացման և էլեկտրամիգրացիայի կանխատեսման մեքենայական ուսուցման (ՄՈւ) հիմնքով, ՄՄՓ-ին զգայուն ծրագծման մոդել և ջերմային դաշտի կանխատեսում կոնվոլյուցիոն նեյրոնային ցանցի (ԿՆՑ) միջոցով:

Առաջարկված մեթոդների կիրառումը գործնականում լուծում է կայունության բարձրացման ժամանակակից ստանդարտների կողմից առաջադրված խնդիրները:

Երրորդ գլխում ներկայացված է մշակված «AIPDR Toolkit» ծրագրային միջոցը, որը ներդրվել է «Սինոփսիս Արմենիա» ՓԲԸ-ում և ապահովում է նախագծման և ստուգման գործընթացի 2-3 անգամ արագացումը:

Կցված հավելվածներում ներառված են ներդրման ակտը, SPICE մոդելավորման հատվածներ, AIPDR ծրագրային միջոցի նկարագրությունը, ինչպես նաև նկարների, աղյուսակների և հապավումների ցանկեր:

Ատենախոսության գիտական արդյունքների նորույթը և հիմնավորվածությունը

Ատենախոսությունում գիտական նորույթները ներկայացվում են հետևյալ դրույթներով՝

1. Առաջարկվել են ԱԲ միջոցով ԻՍ-ների ֆիզիկական նախագծման կայունացման մոտեցումներ, որոնց կիրառումը հնարավորություն է տվել էապես բարելավել ստեղծվող ԻՍ-ների աշխատանքի կայունությունը:
2. Մշակվել է ԱԲ միջոցով ԻՍ-ների սնուցման բաշխման ցանցերում առաջացող լարման անկումների կանխատեսման և լավարկման մեթոդ, որում սնուցման ցանցի գրաֆային ներկայացման շնորհիվ դրա կայունության վերլուծությունը արտադրական նշանակության գործիքային միջոցների համեմատ արագացել է մինչև 785 անգամ՝ միջին հարաբերական սխալը 1,1%-ը չգերազանցող ավելացման հաշվին, պահպանելով այն ընդունելի սահմաններում:
3. Առաջարկվել է ՄՈւ միջոցով ԻՍ-ների ծերացման և էլեկտրամիգրացիայի ազդեցության կանխատեսման մեթոդ, որում ֆիզիկական նախագծի առանձնահատկությունների, հոսանքի բաշխման և ջերմային պայմանների հաշվի առնման շնորհիվ սնման ցանցի բազմակի մոդելավորման առկա միջոցների համեմատությամբ հաշվարկման ժամանակը կրճատվել է ~70 անգամ՝ հարաբերական սխալի ընդամենը 2-3%-ով ավելացման հաշվին:
4. Ստեղծվել է ԻՍ-ներում միջմիացումների փոխազդեցությանը զգայուն ծրագծման մոդելի ուսուցման մեթոդ, որում ծրագծման գործընթացում բարձր ռիսկային գոտիների հայտնաբերման և դրանցից խուսափելու շնորհիվ ստացվել է միջմիացումների փոխազդեցության աղմուկների 18%-ով նվազում, տեղակայման խախտումների 84%-ով փոքրացում և

ժամանակային բնութագրերի 17%-ով բարելավում՝ 2,9%-ով մակերեսի և էներգասպառման 5,1%-ը չգերազանցող աճի հաշվին:

5. Մշակվել է ԿՆՑ-ով ջերմային դաշտի բաշխման կանխատեսման եղանակ, որում հզորության բաշխման քարտեզներից ջերմաստիճանային բաշխումների ստացման միջոցով այն առկա միջոցներից աշխատում է տասնյակ անգամ արագ՝ ճշտության մեջ զիջելով ընդամենը մի քանի տոկոսով, ինչը հատկապես կարևոր է ԻՍ-ների նախագծման վաղ փուլերում

Ներկայացված գիտական դրույթները հավաստի են, ինչը հաստատված է տեսական հիմնավորումներով, HSPICE բարձր ճշտության մոդելավորումներով, Մոնտե Կառլո մեթոդով վերիֆիկացիայով և «Սինոփսիս Արմենիա» ՓԲԸ-ում ներդրումով:

Ստացված արդյունքների կարևորությունը և կիրառական նշանակությունը

Դ.4. Մարուխյանի կողմից մշակված միջոցները միտված են ԱԲ միջոցով ԻՍ-ների ֆիզիկական նախագծման կայունության բարձրացմանը: Տվյալ խնդիրը ներկայումս հանդիսանում է խիստ կարևոր, քանի որ ավանդական մեթոդները պահանջում են 3-6 ամիս նախագծման և վավերացման ժամանակ, մինչդեռ ԱԲ-հիմնված մեթոդները կարող են կրճատել այս ժամանակը մինչև 1-2 ամիս՝ միաժամանակ 10-20%-ով բարելավելով կայունության ցուցանիշները:

Ատենախոսությունում մշակված ԱԲ միջոցով ԻՍ-ների ֆիզիկական նախագծման կայունացման միջոցներն իրագործվել են AIPDR ծրագրային միջոցում, որը ներդրվել է «Սինոփսիս Արմենիա» ՓԲԸ-ում և թույլ է տվել նվազեցնել սնուցման ցանցի վատագույն դեպքերի լարման անկումը մինչև 33,3%-ով՝ ապահովելով ընդամենը 4,2% մակերեսի աճ, իսկ կանխատեսման միջին շեղումը կազմել է 3,8-5,4%: Առաջարկված մեթոդների իրագործումը AIPDR ծրագրային գործիքի միջոցով թույլ է տվել կրճատել նախագծման և վավերացման ժամանակը 2-3 անգամ:

Ատենախոսությունը գերծ չէ նաև թերություններից՝

1. Ատենախոսությունում բավարար ուշադրություն չի դարձվել այն հարցին, թե արդյոք մշակված մոդելները կաշխատե՞ն նաև այլ պայմաններում: Մասնավորապես, հստակ չէ՝ թե որքանով են այդ մոդելները կիրառելի նոր տիպի սխեմաների կամ տարբեր տեխնոլոգիական նորմերի դեպքում:
2. Բացակայում են առաջարկված մեթոդների մանրամասն համեմատությունները ժամանակակից այլ գործիքների հետ՝ ոչ միայն արագության, այլև ճշտության տեսանկյունից:
3. Նկարագրված չեն պահանջվող նվազագույն ուսուցման տվյալների քանակը հայտարարված ճշտության հասնելու համար:
4. Առկա են որոշակի լեզվական անճշտություններ և ոչ հստակ ձևակերպումներ:

Ուսումնասիրելով ատենախոսությունն ու սեղմագիրը գտնում եմ, որ՝

Սեղմագիրը լիովին համապատասխանում է ատենախոսության բովանդակությանը: Ատենախոսությունը ավարտուն գիտական աշխատանք է և կատարված է բարձր մակարդակով, ամբողջությամբ համապատասխանում են ՀՀ ԲԿԳԿ-ի պահանջներին և Ե.27.01- «Էլեկտրոնիկա, միկրո և նանոէլեկտրոնիկա» մասնագիտությանը: Աշխատանքի հեղինակն արժանի է Ե.27.01- «Էլեկտրոնիկա, միկրո և նանոէլեկտրոնիկա» մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի շնորհմանը:

Պաշտոնական ընդդիմախոս՝

տ.գ.դ., պրոֆեսոր



Օ.Լ. Պետրոսյան

Օ.Լ. Պետրոսյանի ստորագրությունը հաստատում եմ՝

ՀԱՊՀ-ի գիտական քարտուղար,



Ծ.Ս. Հովհաննիսյան

02 --- 2026թ.