

«ՀԱՍՏԱՏՈՒՄ ԵՄ»

Երևանի պետական համալսարանի
 Բնական և ճշգրիտ մասնագիտությունների
 ֆակուլտետի պրոռեկտոր, ֆ.-մ.գ.թ.



Ռ. Բարխուդարյան

29 հունվար 2020 թ.

ԱՌԱՋԱՏԱՐ ԿԱԶՄԱԿԵՐՊՈՒԹՅԱՆ

ԿԱՐԾԻՔԸ

Մարտին Յուլակի Այվազյանի «Տերահերցային տիրույթի բարձր հզորությամբ պասիվ սարքավորումների մշակման տեսական եվ տեխնոլոգիական հիմունքներ» թեմայով Ե.12.01 թվանիշով «Ռադիոտեխնիկա, ռադիոհաճախականային սարքավորումներ, համակարգեր, տեխնոլոգիաներ» մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների դոկտորի գիտական աստիճանի հայցման ատենախոսության վերաբերյալ

Ատենախոսության թեմայի արդիականությունը

Տերահերցային հաճախականային տիրույթի կիրառումը բացում է նոր հնարավորություններ գերարագ տվյալների փոխանցման համար: Դա հիմնականում պայմանավորված է լայնաշերտ կապուղիներ տրամադրելու հնարավորությամբ: Հայտնի է, որ 4K ֆորմատով չսեղմված պատկերի հոսքային հաղորդման համար օրինակ՝ «անլար պրոյեկտորից» էկրանին, պահանջվում է մոտ 15 Գբ/վրկ արագություն տվյալների փոխանցման համար: Նման հաղորդումն ապահովելու համար, կախված մոդուլյացիայի ինդեքսից, անհրաժեշտ է կապուղի, որի հաճախականային տիրույթը կազմում է մի քանի գիգահերց:

Տերահերցային տիրույթի ճառագայթումն ունի շատ օգտակար հատկություն՝ ռենտգենյան ճառագայթման պես այն թույլ է տալիս թափանցել նյութի ներսը, լրսավորել այն: Սա հանգեցնում է արտադրության մեջ թերությունների

հայտնաբերման և որակի վերահսկման նոր մեթոդների մշակման անհրաժեշտությանը: Մեծ հեռանկարներ են բացվում նաև կենսաբանների և բժիշկների համար, քանի որ տերահերցի ճառագայթումը, ի տարբերություն ռենտգենյան ճառագայթմանը, չի վնասում կենդանի հյուսվածքները: Այստեղ լուսանկարելու համար բավարար է շատ թույլ և կարճ իմպուլս: Բայց, չնայած նկարահանման իմպուլսի ցածր ինտենսիվությանը և կարճ տևողությանը, պատկերի որակն այս դեպքում շատ ավելի բարձր է, քան ավանդական ռենտգենյան կամ ուլտրաձայնային հետազոտության ժամանակ:

Հարկ է նշել, որ տերահերցային ալիքները գործնականում չեն ուսումնասիրվել այն պատճառով, որ այս հաճախականային տիրույթում աշխատելու համար ներկայումս գոյություն չունեն ուղղորդող համակարգեր, որոնց հիման վրա ստեղծվել են ֆունկցիոնալ տարրերի ամբողջական հավաքածուն: Տերահերցային տիրույթի համար ընդունելի էլեկտրական բնութագրերով հայտնի ուղղորդող համակարգերի հիման վրա, մինչ այժմ ստեղծվել են մի քանի ֆունկցիոնալ տարրեր: Հայտնի ուղղորդող համակարգերի հիման վրա ալիքատարային ֆունկցիոնալ տարրերի ամբողջական փաթեթի ստեղծմանը և նրանց արտադրության տեխնոլոգիային խոչընդոտում են սկզբունքային բնույթի դժվարություններ:

Տերահերցային տիրույթի հաջող յուրացման համար կարևոր գիտատեխնիկական խնդիր է դառնում պահանջվող բնութագրերով նշված տիրույթում ուղղորդող համակարգերի և ֆունկցիոնալ տարրերի, ինչպես նաև դրանց արտադրության տեխնոլոգիայի ստեղծումը:

Այսպիսով, հաշվի առնելով վերը նշվածը, կարելին է փաստել, որ ատենախոսության թեմայի արդիականությունը կասկած չի հարուցում:

Ատենախոսության բովանդակությունը

Ատենախոսությունը գրված է ռուսերեն լեզվով, բաղկացած է ներածությունից, յոթ գլուխներից, եզրահանգումից, 172 անուն գրականության ցանկից և հավելվածից: Հիմնական տեքստը կազմում է 250 էջ, որում ընդգրկված են 100 նկար և 9 աղյուսակ:

Ներածությունում ներկայացված է հարցի ընդհանուր վիճակը, ձևակերպված են հետազոտության հիմնական խնդիրները և նպատակները, հիմնավորված են՝ թեմայի արդիականությունը, գիտական նորոյթը և գործնական արժեքը: Թվարկված են պաշտպանության ներկայացվող հիմնական դրույթները: Բերված են աշխատանքի հիմնական արդյունքները:

Առաջին գլխում դիտարկված են տերահերցային տիրույթում աշխատելու համար առաջարկվող տարբեր ուղղորդող համակարգեր: Ուսումնասիրված են՝ ուղղանկյուն և կլոր կտրվածքով մետաղական միամող և բազմամող, գոգավոր զուգահեռ թիթեղներով, դիէլեկտրիկական և իմպեդանսային պատերով ալիքատարների բնութագրերը տերահերցային տիրույթում: Այս գլխի վերջում ձևակերպվել է խնդրի դրվածքը:

Երկրորդ գլխում մանրամասն ուսումնասիրվել են «սնամեջ դիէլեկտրիկական կապուղի» դասի ալիքատարների (ԴԿ-ալիքատարներ) բնութագրերը տերահերցային տիրույթում կիրառման տեսանկյունից: Ցույց է տրված, որ մետաղական պատի վրա գտնվող հակառեզոնանսային հաստությամբ դիէլեկտրիկական թաղանթն էապես նվազեցնում է մետաղական պատերի վրա գրգռվող մակերեսային հոսանքները, դրանով իսկ նվազում են ալիքատարում տարածվող աշխատանքային մողի կորուստները: Կորուստների հաշվարկային և փորձնական արժեքները տալիս են լավ համընկնում ինչպես ուղղանկյուն (քառակուսի), այնպես էլ շրջանաձև կտրվածքով ալիքատարներում: Հիմնավորված է ալիքատարի հզորության մեծ մակարդակ փոխանցելու ունակությունը:

Երրորդ գլուխը նվիրված է ուղղանկյուն և կլոր կտրվածքով մետաղ-դիէլեկտրիկական (ՄԴԱ) ալիքատարներում աշխատանքային ալիքի գրգռման հետազոտմանը: Առաջարկվում է բարձր արդյունավետությամբ աշխատանքային ալիքի գրգռման յուրօրինակ եղանակ: Հիմնավորված է գրգռող մետաղական փողի ելքային մասում երկու մետաղական թիթեղների կիրառումը, որոնց շնորհիվ ձևավորվում է գրգռող դաշտի աստիճանաձև բաշխվածություն, ինչն ապահովում է աշխատանքային մողի գրգռման բարձր արդյունավետություն: Աշխատաքային մողի գրգռման փորձնական արդյունքները լավ համաձայնություն են տալիս հաշվարկվածների հետ:

Չորրորդ գլխում դիտարկված են տերահերցային տիրույթում ազդանշանի գումարման և բաժանման եղանակները: Ուսումնասիրված են սարքեր, որոնցում որպես հզորության բաժանիչ օգտագործվում է դիէլեկտրիկական թաղանթ կամ հաճախարբերական ցանց: Հատկանշական է հեղինակի կողմից առաջարկվող, լայնաշերտ երեք դեցիբելային բաժանարարի աշխատանքը: Այստեղ հզորության բաժանումը կախված չէ ազդանշանի հաճախականությունից և բևեռացումից: Առաջարկվում է օգտագործել այդպիսի բաժանարարը, որպես լայնաշերտ մուլտիպլեքսեր:

Հինգերորդ գլխում օգտագործելով Սիվոլ-Վայնշտեյնի սահմանային պայմանները, լուծվել է հարթ էլեկտրամագնիսական ալիքի, կամայական քանակից բաղկացած, հաճախարբերական ցանցերի համակարգի միջով անցման խնդիրը: Նման համակարգի փոխանցման և անդրադարձման գործակիցների համար ստացվել են անալիտիկ արտահայտություններ, որոնք հնարավորություն են տալիս հաշվարկել այդ գործակիցները ցանցերի միջև կամայական հեռավորությունների և դրանց հաղորդիչ լարերի ուղղությունների միջև:

Վեցերորդ գլխում դիտարկվում են երկայնական մագնիսացված անիզոտրոպ միջավայրի համաձայնեցման եղանակներն ազատ տարածության հետ: Ցույց է տրված, որ տերահերցային տիրույթում մինչև հազեցվածության աստիճանի մագնիսացված ֆերիտային նմուշի մագնիսական թափանցելիության տենզորի ոչ անկյունագծային բաղադրիչների արժեքները փոքր են: Սա թույլ է տալիս օգտագործելով քառորդ ալիքային դիէլեկտրիկական շերտեր իրականացնել համաձայնեցում: Առաջարկվում է ֆերիտային նմուշի ճշգրիտ համաձայնեցման նոր մեթոդ: Ստեղծվել են բարձր էլեկտրական բնութագրերով մի շարք ոչ փոխադարձ ֆունկցիոնալ տարրեր:

Յոթերորդ գլխում դիտարկվում են դիէլեկտրիկական կապուղի տեսակի ալիքատարների հիման վրա, տերահերցային տիրույթի համար, պասիվ սարքերի ստեղծման տեխնոլոգիական առանձնահատկությունները: Ցույց է տրվել, որ պատերի մոտ, ուղղանկյուն մետաղ-դիէլեկտրիկական ալիքատարի աշխատանքային ալիքի հոսանքներն իջնում են գրեթե մինչև զրոյի, դրանով իսկ նվազեցնելով աշխատանքային ալիքի կորուստները: Առաջին անգամ առաջարկվում

է ՄԴԱ ալիքատարների կիրառմամբ տերահերցային տիրույթի սխեմաները պատրաստել մոդուլային սկզբունքով:

Եզրակացությունում բերված են աշխատանքի հիմնական արդյունքները:

Հավելվածում բերված են երեք ձեռնարկություններում ատենախոսության արդյունքները փաստող ներդրման ակտերը:

Այսպիսով կարելի է **Եզրակացնել**, որ աշխատանքում ստացված են տեսական և կիրառական բնույթի նոր և արժեքավոր արդյունքներ:

Ատենախոսության սեղմագիրը և հեղինակի հրատարակած գիտական աշխատանքները լիովին արտացոլում են ատենախոսության հիմնական բովանդակությունը:

Ատենախոսության գիտական դրույթները

1. ԴԿ-ալիքատարների հիման վրա ֆունկցիոնալ տարրեր ստեղծելու համար ալիքատարի լայնական կտրվածքի չափսը պետք է առնվազն յոթ անգամ գերազանցի ալիքի երկարությունը ($2a \geq 7\lambda$):
2. ԴԿ-ալիքատարով փոխանցվող հզորության մակարդակը համաչափ է մետաղական ալիքով փոխանցվող հզորությանը, եթե երկու ալիքատարների լայնական կտրվածքի չափսերը համընկնում են:
3. Ալիքատարներում և ֆունկցիոնալ տարրերում բևեռացման կայունությունն ապահովվում են այն ԴԿ-ալիքատարներում, որոնք ունեն ուղղանկյուն (քառակուսի) լայնական կտրվածք:
4. Կլոր ՄԴԱ-ում հնարավոր չէ ապահովել «զուտ հակառեզոնանսային պայմաններ», քանի որ այս պայմանները տարբեր են դաշտի տարբեր բևեռացումների համար:
5. Ինչպես ուղղանկյուն (քառակուսի), այնպես էլ կլոր կտրվածքով ԴԿ-ալիքատարների գրգռման համար պետք է օգտագործվեն երկու մետաղական թիթեղներով գրգռիչներ:
6. Քվազիօպտիկական անկյունակներով ալիքատարային բաժանիչը թույլ է տալիս իրականացնել լայնաշերտ էներգիայի բաժանարար անկախ ալիքի բևեռացումից:
7. Լայնաշերտ մուլտիպլեքսավորում իրագործելու համար պետք է օգտագործվեն քվազիօպտիկական անկյունակներով հզորության բաժանարարներ:

8. Աշխատանքային ալիքի բևեռացման շրջադաճը օգտագործող սարքավորումներում պետք է օգտագործվեն ալիքատարներ, որոնց աշխատանքային ալիքն ունի «բևեռածության անտարբերություն»:
9. ՄԴԱ պատերի փոքր հոսանքները հնարավորություն են տալիս դրա հիման վրա ստեղծել ԳԲՀ սխեմաներ մոդուլային սկզբունքով:
10. ՄԴԱ հիման վրա ֆունկցիոնալ տարրերի կցիչների պատրաստման ճշգրտության պահանջներն երկու կարգ ցածր են, քան մետաղական ալիքատարների համար:
11. ՄԴԱ ալիքատարները թույլ են տալիս ստեղծել ֆունկցիոնալ տարրերի ամբողջական հավաքածու:

Գիտական դրույթների հավաստիությունը

Թեզուս ստացված արդյունքներն ապահովվում են իրական ֆիզիկական օբյեկտներին համարժեք մաթեմատիկական մոդելների ընտրությամբ, ինչպես նաև էլեկտրոդինամիկական խնդիրների լուծման համար խիստ մաթեմատիկական մեթոդների կիրառմամբ: Աշխատանքի արդյունքները հաստատվում են փորձերի տվյալների համեմատությամբ, ինչպես նաև կազմակերպությունների կողմից տրված ներդրման ակտերով, ինչպես նաև 24 տպագրված գիտական աշխատանքներով և գիտաժողովներում, սիմպոզիումներում և գիտական սեմինարներում կատարված շուրջ 14 զեկուցումներով:

Հետազոտությունների և ստացված արդյունքների նորոգյալը

Ատենախոսությունում մշակված են նոր մեթոդներ, չափանիշներ, մոդելներ, և ալգորիթմներ, որոնց գիտական նորոգյալը հանգում է հետևյալին.

– Որպես տերահերցերի տիրույթի հիմնական ուղղորդող համակարգ, հիմնավորված է «սնամեջ դիէլեկտրիկական կապուղի» դասի ալիքատարի ընտրությունը, ինչպես ֆունկցիոնալ տարրերի ստեղծման, այնպես էլ հզորության մեծ մակարդակների փոխանցման համար:

- Տեսականորեն և փորձարարորեն ապացուցվել է, որ երկու թիթեղներով կոնաձև գրգռիչն ապահովում է ԴԿ-ալիքատարի աշխատանքային ալիքի գրգռման բարձր արդյունավետություն:

- Առաջին անգամ, կիրառելով Սիվովի-Վայնշտեյնի սահմանային պայմանները, լուծվել է կամայական քանակի հաճախ-պարբերական ցանցերից բաղկացած համակարգի միջոցով էլեկտրամագնիսական ալիքի անցման խնդիրը:

- Առաջարկվում է հաճախ-պարբերական ցանցերով համակարգեր օգտագործող ֆունկցիոնալ տարրերի հիմնական էլեկտրական բնութագրերը հաշվարկելու նոր եղանակ:

- Տեսականորեն և փորձնականորեն ապացուցվել է, որ տերահերցային տիրույթում լայնաշերտ ազդանշանների մուլտիպլեքսավորումն ապահովվում է քվազի-օպտիկական անկյունակների կիրառմամբ: Մշակված սարքավորումներում ազդանշանների մուլտիպլեքսավորումը կախված չէ աշխատանքային ալիքների հաճախականություններից և բևեռացումներից:

Ցույց է տրված, որ դիէլեկտրիկական համաձայնեցնող շերտերն ապահովում են երկայնական մագնիսացված ֆերիտի նմուշների ճշգրիտ համաձայնեցում, Ֆարադայի էֆեկտի վրա հիմնված լայնաշերտ տարրերում օգտագործելու համար:

- Մշակվել է բարձր էլեկտրական բնութագրերով տերահերցային տիրույթի պասիվ ֆունկցիոնալ տարրերի ամբողջական շարք, հզորության բարձր մակարդակների դեպքում շահագործման համար:

- Առաջարկվել է «սնամեջ դիէլեկտրիկական կապուղի» դասի ալիքատարի հիման վրա գերբարձր հաճախականային սխեմաների պատրաստման մոդուլային տեխնոլոգիա:

Աշխատանքի գործնական նշանակությունը

Մշակված «սնամեջ դիէլեկտրիկական կապուղի» դասի քառակուսի և կլոր կտրվածքով ալիքատարների աշխատանքային մոդի գրգռման բարձր արդյունավետությամբ մեթոդը, թույլ է տալիս էապես նվազեցնել բարձր մոդաների գրգռման մակարդակը և աշխատանքային մոդի կորուստները:

Օգտագործելով Սիվոլի-Վայնշտեյնի և Վլադիմիրսկու սահմանային պայմանները՝ լուծվել է հաճախապարբերական ցանցերից բաղկացած համակարգերի միջով էլեկտրամագնիսական ալիքի անցման խնդիրը: Նման համակարգերը օգտագործվում են ՄԴԱ Ֆհիման վրա ֆունկցիոնալ տարրեր ստեղծելու համար: Ստացված անալիտիկ բանաձևերը թույլ են տալիս հաշվել համակարգի անդրադարձման և փոխանցման գործակիցները ցանցերի միջև եղած հեռավորությունների և հաղորդալարերի ուղղությունների կամայական անկյունների դեպքում:

Առաջարկվել և փորձնականորեն հաստատվել է ֆերիտային տարրերի յուրաքանչյուր երեսի առանձին համաձայնեցման մեթոդը, որը թույլ է տալիս ֆերիտի նմուշից ստանալ աննշան անդրադարձում:

Տեսականորեն առաջարկվել և փորձնականորեն ապացուցվել է տերահերցային տիրույթում ազդանշանների լայնաշերտ մուլտիպլեքսավորման եղանակ քվազիօպտիկական անկյունակների օգնությամբ: Մշակված սարքերումներում մուլտիպլեքսավորումը կախված չէ աշխատանքային ալիքների բևեռացումից:

Հետազոտությունների հիման վրա մշակվել է տերահերցային տիրույթի համար բարձր էլեկտրական բնութագրերով պասիվ ֆունկցիոնալ տարրերի լիարժեք շարք, հզորության բարձր մակարդակներում շահագործման համար: Դա հնարավոր է դարձնում իրականացնել ԳԲՀ սխեմաներ տարբեր կիրառությունների համար:

Առաջարկվել է ԳԲՀ սխեմաների ինտեգրալ պատրաստման տեխնոլոգիա, որում բացառվում են ֆունկցիոնալ տարրերի միջև կցորդ միացումները:

Աշխատանքի արդյունքները կարող են զգալի ներդրում ունենալ տերահերցային տիրույթի ուսումնասիրման և զարգացման հարցերում:

Աշխատանքի վերաբերյալ նկատված թերությունները

1. Աշխատանքում դիտարկված են տերահերցային տիրույթի տարբեր տեսակի ուղղորդող համակարգերի հատկությունները, սակայն այդ համակարգերի հիման վրա ֆունկցիոնալ տարրերի վերաբերյալ տեղեկատվություն չկա:
2. Աշխատանքում բացակայում են ԴԿ-ալիքատարներում կորուստների վերաբերյալ փորձնական տեղեկությունները բարձր հզորություններ հաղորդելու պարագայում:

- 3. Ցանկալի կյիներ մանրամասնել ԳԲՀ սխեմաների մոդուլային սկզբունքով պատրաստելու տեխնոլոգիայի նկարագրումը:
- 4. Գրականության ցանկում՝ առավելապես սկսած երկրորդ գլխից ժամանակակից տպագրությունների չափաբաժինը փոքր է, ինչը դժվարեցնում է ամբողջական պատկերացում ստանալ տվյալ ոլորտի ներկա վիճակի և ձեռքբերումների մասին:
- 5. Ատենախոսությունում առկա են որոշ վրիպումներ և անհաջող ձևակերպումներ:

Նշված թերությունները չեն նվազեցնում ատենախոսության գիտական արժեքը: Աշխատանքի սեղմագիրը և հեղինակի կողմից առաջատար գիտական հանդեսներում հրատարակված և գիտաժողովներում ներկայացված մեծ թվով աշխատանքները և զեկույցները լիովին արտացոլում են ընտրված թեմայի արդիականությունը, կատարված աշխատանքների գիտական և գործնական նշանակությունը:

Եզրակացություն

Այսպիսով, ընդհանրացնելով կատարված աշխատանքի վերաբերյալ ներկայացված գնահատականներն՝ արդիականությունը, գիտական նորույթը, ստացված արդյունքների կարևորությունը, Մ.Ց. Այվազյանի «Տերահերցային տիրույթի բարձր հզորությամբ պասիվ սարքավորումների մշակման տեսական և տեխնոլոգիական հիմունքներ» թեմայով Ե.12.01 «Ռադիոտեխնիկա, ռադիոհաճախականային սարքավորումներ, համակարգեր, տեխնոլոգիաներ» մասնագիտությամբ ատենախոսությունն իրենից ներկայացնում է ինքնուրույն կատարված, գիտական որակավորման ավարտուն աշխատանք: Հեղինակի կողմից կատարված հետազոտությունների հիման վրա մշակված են գիտական դրույթներ, որոնց ամբողջությունը կարելի է գնահատել որպես գիտականորեն հիմնավորված այնպիսի լուծում, որը կնպաստի տվյալ բնագավառի գիտատեխնիկական առաջընթացին, ինչը համապատասխանում է ՀՀ ԲՈԿ-ի կողմից դոկտորական ատենախոսություններին ներկայացվող պահանջներին, իսկ նրա հեղինակն իրավմամբ արժանի է նշված մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների դոկտորի գիտական աստիճանի շնորհմանը:

Կարծիքը կազմված է Երևանի պետական համալսարանի Ռադիոֆիզիկայի ֆակուլտետի գիտական սեմինարի 17 հունվարի 2020թ. նիստում՝ ատենախոսության և սեղմագրի քննարկման արդյունքների հիման վրա:

Նիստին ներկա էին՝ պրոֆեսորներ Ֆ.մ.-գ.դ. Խ. Ներկարարյանը, Ֆ.մ.-գ.դ. Յու. Ավետիսյանը, Ֆ.մ.-գ.դ. Ա. Բաբաջանյանը, դոցենտներ Ֆ.մ.-գ.թ. Ա. Մակարյանը, տ.գ.թ. Հ. Հարոյանը, Ֆ.մ.-գ.թ. Վ. Թադևոսյանը, Ֆ.մ.-գ.թ. Վ. Քալանթարյանը և այլն:

Կարծիքը կազմել և ամփոփել է՝

ԵՊՀ Ռադիոֆիզիկայի ֆակուլտետի

Հեռահաղորդակցության և ազդանշանների

մշակման ամբիոնի վարիչ, դոցենտ. տ.գ.թ.  Հ. Ս. Հարոյան

Ռադիոֆիզիկայի ֆակուլտետի Հեռահաղորդակցության և ազդանշանների մշակման ամբիոնի դոցենտ. տ.գ.թ. Հ. Ս. Հարոյանի ստորագրությունը հաստատում եմ՝

Երևանի պետական համալսարանի
գիտական քարտուղար, պ.գ.թ.



կ.տ.

 L. Ս. Հովսեփյան