

«20» огнуутну 2026р.

Աշխատանքի արդիականությունը պայմանավորված է նաև LabVIEW և SDR/USRP հարթակների համատեղ կիրառմամբ: Այդ հարթակները հնարավորություն են տալիս ձևավորել վերահսկվող փորձարարական միջավայր, իրականացնել ազդանշանների ծրագրային գեներացում, սպեկտրալ վերլուծություն և իրական ռադիոհաճախականային տրակտի փորձարկում՝ առանց բարդ և թանկարժեք ամբողջական համակարգերի կառուցման:

Ատենախոսական աշխատանքի հիմնական նպատակն է մշակել և հետազոտել CS-DSB ազդանշանների հիման վրա էլեկտրոնային շղթաների ոչ գծայնության գնահատման մեթոդաբանություն՝ կիրառելով բարձր կարգի սպեկտրալ վերլուծություն, LabVIEW միջավայրում մոդելավորում և SDR փորձարարական հարթակ:

Նպատակին հասնելու համար լուծվել են հետևյալ խնդիրները.

1. ուսումնասիրվել է DSB և CS-DSB ազդանշանների մոդուլյացիոն և դեմոդուլյացիոն առանձնահատկությունները, դրանց սպեկտրալ կառուցվածքը և թողունակության պահանջները,
2. վերլուծվել է էլեկտրոնային շղթաների ոչ գծային մոդելները և միջմոդուլյացիոն աղավաղումների առաջացման մեխանիզմները,
3. մշակվել է երկտոնային և CS-DSB ազդանշանների կիրառմամբ ոչ գծայնության քանակական գնահատման ընթացակարգ,
4. իրականացվել է LabVIEW միջավայրում ազդանշանների գեներացման, քառակուսային և խորանարդային փոխակերպումների ու FFT վերլուծության ծրագրային մոդելներ,
5. կազմակերպվել է SDR/USRP փորձարարական ստենդ և ուսումնասիրվել է ազդանշանի ազդեցությունը ԱԹՍ ընդունիչ-հաղորդիչ տրակտի վրա,
6. գնահատվել է արտաքին մոդուլացված ազդանշանի, երկրորդ և երրորդ կարգի բաղադրիչների ազդեցությունը ընդունիչի զգայունության, ընտրողականության և դինամիկական տիրույթի վրա:

Ատենախոսական աշխատանքի բովանդակությունը

Ատենախոսությունը բացկացած է ներածությունից, երեք գլուխներից, եզրակացություններից, 120 անուն գրականության ցանկից և 4 հավելվածներից: Ատենախոսության ընդհանուր ծավալը 142 էջ է, որում առկա են 46 նկար, 76 բանաձև և մեկ աղյուսակ:

Ներածության մեջ հանգամանորեն հիմնավորված է ընտրված թեմայի արդիականությունը՝ ժամանակակից ռադիոհեռահաղորդակցական համակարգերում էլեկտրոնային շղթաների ոչ գծային հատկությունների ուսումնասիրման և գնահատման տեսանկյունից: Հստակ ձևակերպված են հետազոտության նպատակը և դրան հասնելու համար առաջադրված ու լուծված խնդիրները: Ներկայացված են աշխատանքի գիտական նորույթը, գործնական արժեքը և պաշտպանության ներկայացվող հիմնական դրույթները:

Գլուխ 1-ում ներկայացված են մոդելացված ազդանշանների ձևավորման և մշակման տեսական հիմքերը: Դիտարկվել են DSB և CS-DSB ազդանշանների ձևավորման ու դեմոդուլացման առանձնահատկությունները, դրանց սպեկտրային կառուցվածքը և հիմնական բնութագրերը: Վերլուծվել են էլեկտրոնային շղթաների ոչ գծային մոդելները և ինտերմոդուլյացիոն աղավաղումների առաջացման մեխանիզմները: Ներկայացված են երկրորդ և երրորդ կարգի ոչ գծայնությունների գնահատման մոտեցումները, երկտոնային փորձարկման մեթոդները և IP2 ու IP3 չափանիշները: Դիտարկվել են նաև բարձր կարգի սպեկտրային վերլուծության և բիսպեկտրի կիրառման հնարավորությունները ոչ գծային երևույթների ուսումնասիրման համար:

Գլուխ 2-ում ուսումնասիրվել է CS-DSB ազդանշանի կիրառումը էլեկտրոնային և ռադիոհաճախային շղթաների ոչ գծայնության հետազոտման համար: LabVIEW միջավայրում իրականացվել են ազդանշանների գեներացում, մոդելավորում և սպեկտրային վերլուծություն: Ներկայացված են ԱԹՍ ընդունման ազդանշանների մոդելավորման և խանգարող ազդեցությունների վերլուծության արդյունքները: Ուսումնասիրվել է բիսպեկտրալ վերլուծության և ժամանակա-հաճախականային «վոթերֆոլ» ներկայացման կիրառումը՝ ազդանշաններում առաջացող փոփոխությունների և ոչ գծային երևույթների բացահայտման համար: Ներկայացված է նաև CS-DSB ազդանշանի հիմքով մշակված մոտեցման փորձարարական ստուգումը:

Գլուխ 3-ում ներկայացված են CS-DSB ազդանշանների կիրառմամբ իրական ԱԹՍ ընդունիչ-հաղորդիչ հանգույցի փորձարարական հետազոտությունների արդյունքները: Նկարագրված է LabVIEW միջավայրի և SDR/USRP փորձարարական հարթակի համատեղ կիրառմամբ իրականացված համակարգը: Հետազոտվել է արտաքին CS-DSB ազդանշանի ազդեցությունը ընդունիչի սպեկտրային արձագանքի և աշխատանքային բնութագրերի վրա: Իրականացվել են նաև CS-DSB ազդանշանի քառակուսային և խորանարդային

փոխակերպումների ուսումնասիրություններ՝ երկրորդ և երրորդ կարգի ոչ գծայնությունների հետևանքով առաջացող սպեկտրային բաղադրիչների բացահայտման և գնահատման նպատակով:

Եզրահանգումը բխում է կատարված տեսական, ծրագրային և փորձարարական հետազոտությունների արդյունքներից և համահունչ է ատենախոսության մեջ ներկայացված մոտեցումներին, մեթոդներին ու պաշտպանության ներկայացվող հիմնական դրույթներին:

Ստացված արդյունքների և եզրակացությունների հավաստիությունը հիմնավորված է տեսական և մաթեմատիկական վերլուծությամբ, LabVIEW միջավայրում իրականացված ծրագրային մոդելավորմամբ, ինչպես նաև SDR/USRP հարթակի և իրական ռադիոհաճախային սարքավորումների կիրառմամբ կատարված փորձարարական հետազոտություններով:

Ատենախոսության գիտական արդյունքների նորույթը

- Առաջարկվել է CS-DSB ազդանշանների հիման վրա էլեկտրոնային շղթաների ոչ գծայնության գնահատման մեթոդաբանություն, որը միավորում է տեսական մոդելը, ծրագրային մոդելավորումը և SDR հարթակում իրականացվող փորձարարական չափումները:
- Ցույց է տրվել, որ CS-DSB ազդանշանի քառակուսային և խորանարդային փոխակերպումները կարող են կիրառվել համապատասխանաբար երկրորդ և երրորդ կարգի ոչ գծայնությունների ազդեցության գնահատման համար:
- Մշակվել է LabVIEW միջավայրում ազդանշանների գեներացման և սպեկտրալ գնահատման կառուցվածք, որը թույլ է տալիս մոդելավորել ընդունիչի ոչ գծային ռեժիմները և գնահատել միջմոդուլացիոն բաղադրիչները:
- Փորձարարականորեն հիմնավորվել է, որ USRP-ով գեներացված արտաքին ազդանշանի ներգործությունը կարող է փոխել ընդունիչի սպեկտրալ արձագանքը՝ առաջացնելով տեղային գերբեռնվածություն, աղմուկային ֆոնի աճ և դինամիկական տիրույթի սահմանափակում:

Աշխատանքում ներկայացվում են հետևյալ հիմնական դրույթները

1. CS-DSB ազդանշանների կիրառումը հնարավորություն է տալիս կառավարելի պայմաններում բացահայտել էլեկտրոնային շղթաների ոչ գծային փոխակերպումները:

2. Երկրորդ և երրորդ կարգի ոչ գծայնությունների մոդելավորումը քառակուսային և խորանարդային անդամների միջոցով ապահովում է միջմոդուլյացիոն բաղադրիչների պարզ և դիտարկելի գնահատում:
3. LabVIEW և SDR/USRP հարթակների համադրությունը արդյունավետ փորձարարական միջավայր է ընդունիչների գծայնության և խանգարումների նկատմամբ դիմացկունության հետազոտության համար:
4. ԱԹՍ ընդունիչների դեպքում արտաքին մոդուլացված ազդանշանները կարող են առաջացնել սպեկտրալ կառուցվածքի սրում, աղմուկային ֆոնի բարձրացում և գործնական զգայունության նվազում:

Ստացված արդյունքների կիրառական նշանակությունը

- CS-DSB ազդանշանների միջոցով էլեկտրոնային շղթաների ոչ գծայնության գնահատման մշակված մեթոդաբանությունը ներդրվել և կիրառվում է «ԱՏԳ» ՓԲԸ-ում՝ ռադիոհաճախականային և օպտիկական կապի համակարգերում կիրառվող էլեկտրոնային հանգույցների և մոդուլների հետազոտման ու փորձարկման աշխատանքներում: Մշակված մոտեցումը հնարավորություն է տալիս գնահատել էլեկտրոնային շղթաների ոչ գծային բնութագրերը, վերլուծել հարմոնիկ և միջմոդուլյացիոն աղավաղումները, ինչպես նաև բարձրացնել իրականացվող հետազոտությունների և փորձարկումների արդյունավետությունը:
- CS-DSB ազդանշանների միջոցով էլեկտրոնային շղթաների ոչ գծայնության գնահատման մշակված մեթոդաբանությունը ներդրվել է «Ինտեգրա Թեքնոլոջի Ինթերնեյշնլ» ՍՊԸ-ում՝ գերբարձր հաճախականությունների տիրույթում կիրառվող էլեկտրոնային մոդուլների, այդ թվում՝ հզոր ուժեղարարների և տրանզիստորների, հետազոտման և փորձարկման աշխատանքներում: Մեթոդաբանության կիրառումը հնարավորություն է տալիս գնահատել էլեկտրոնային շղթաների ոչ գծային բնութագրերը, վերլուծել հարմոնիկ և միջմոդուլյացիոն աղավաղումները, ինչպես նաև բարձրացնել փորձարկումների արդյունավետությունն ու գնահատման ճշգրտությունը: Ստացված արդյունքների հետագա զարգացումը կարող է հիմք հանդիսանալ մշակված մոտեցման պատենտավորման համար:

Հրապարակումները

Ատենախոսական աշխատանքի հիմնական դրույթները և արդյունքները հրապարակվել են 9 գիտական աշխատանքներում: Դրանցից 6-ը հրապարակված են Scopus շտեմարանում ընդգրկված միջազգային գիտական

հրատարակությունում: Սեղմագիրը լիովին համապատասխանում է ատենախոսությանը և արտացոլում է դրա հիմնական բովանդակությունը:

Նկատված թերությունները

Բարձր գնահատելով ատենախոսական աշխատանքի գիտական և կիրառական մակարդակը, հարկ ենք համարում նշել հետևյալ նկատառումները և թերությունները

1. Գլուխ 1-ում պատշաճ կերպով ներկայացված է գեներացված ազդանշանը և մաթեմատիկական նկարագիրը, այնուամենայնիվ ցանկալի էր տեսնել զոնդող ազդանշանի ազդեցության համեմատությունը այլ հայտնի ազդանշանների հետ և արտացոլել համեմատության արդյունքները: Վերջինս թույլ կտար ավելի ցայտուն ներկայացնել մոդելավորված ազդանշանի առավելությունները:
2. Գլուխ 2-ում ներկայացված եռաչափ արդյունքները ցանկալի էր տեսնել երկչափ տիրույթում: Ինչպես նշվեց ի պատասխան հարցադրմանը՝ դա հանդիսանում է օգտագործված գործիքակազմի սահմանափակում, այլ ոչ թե թերացում:
3. Ցանկալի էր տեսնել որոշ համեմատություններ նաև առկա խլացման համակարգերի հետ, ինչպես նաև ստուգել համակարգի վրա համատեղ ազդեցությունը:

Սակայն նշված դիտողությունները չեն ստվերում Նաիրա Գասպարյանի կատարած աշխատանքը, որը արդիական է իր էությամբ և կիրառական նշանակությամբ:

Եզրակացություն

Նաիրա Գասպարյանի «Էլեկտրոնային շղթաների ոչ գծայնության ուսումնասիրումը CS DSB ազդանշանների միջոցով» թեմայով թեկնածուական ատենախոսությունն ավարտուն աշխատանք է, որն ունի ամբողջական տեսք, զգալի գործնական արժեք և կատարված է պատշաճ գիտական մակարդակով: Ատենախոսությունն իր ծավալով, գիտական մակարդակով և ձևակերպմամբ լիովին համապատասխանում է ՀՀ ԿԳՄՄՆ բարձրագույն կրթության և գիտության կոմիտեի կողմից թեկնածուական ատենախոսություններին ներկայացվող պահանջներին, բովանդակությամբ համապատասխանում Ե.12.03 - «Հեռահաղորդակցական ցանցեր, սարքավորումներ և համակարգեր» 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 2026թ. օգոստոսի 18-ին կայացած գիտական սեմինարում: Ներկա էին՝ 9 անձ՝ տ.գ.դ. Մ.Մարկոսյանը, տ.գ.թ. Ա.Ահարոնյանը, տ.գ.թ. Է.Սիվիլենկոն, գլխավոր ինժեներ Հ.Մարտիրոսյանը, բաժնի վարիչ Ֆ.Տեր-Ջաքարյանը, լաբ. վարիչ Ա.Զարգարյանը, առաջատար ճարտարագետ Ա.Հովհաննիսյան, ճարտարագետներ Ա. Կայծակովը, Ա. Մակարյանը:

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



Մ. Մարկոսյան

Գիտական քարտուղար՝



Ա. Մակարյան

Ստորագրությունները հաստատում եմ
Կազմակերպության կադրերի բաժնի վարիչ



Ի. Վանդունց