

Ա.Հ. ՍՏԵՓԱՆՅԱՆ, Տ. Շ. ՄԱՆՈՒԿՅԱՆ, Ս.Գ. ԷՅՐԱՍՋՅԱՆ

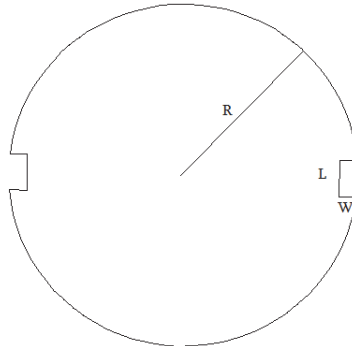
ՌԻԴՂՈՐԴՎԱԾ ՇՐՋԱՆԱԶԵՎ ԲԵՎԵՌԱՑՄԱՍԲ ԱՆՏԵՆԱՅԻ ՆԱԽԱԳԾՄԱՆ
ԵՂԱՆԱԿ

Նախագծվել է WIFI-5.0 տիպի շրջանաձև բևեռացմամբ ուղղորդված անտենա: Օգտագործվել են երկու տարբեր հարթություններ, որոնք միևնույն դիէլեկտրիկից են: Առաջին հարթության վրա նախագծվել է սնուցման շղթան, որը հզորության հավասար բաժանիչ է 1:4 բաժանման զարծակցով: Երկրորդ հարթությունում նախագծվել է շրջանաձև 2x2 միկրոշերտավոր անտենա: Որպես դիէլեկտրիկ օգտագործվել է FR4 մոդելը: Հարթությունների չափերը՝ 5x5 սմ: FEKO ծրագրային միջավայրում իրականացվել է անտենայի պարամետրերի հաշվարկ: Անտենայի բնութագրերի չափումներն իրականացվել են NI PXIe-5630 վեկտորային համակարգերի անալիզարար և USRP-2901 սարքերի միջոցով:

Առանցքային բառեր. շրջանաձև բևեռացմամբ ուղղորդված անտենա, 2-2 միկրոշերտավոր անտենա, սնուցման շղթա:

Ներածություն: Շրջանաձև բևեռացմամբ անտենաները լայնորեն կիրառվում են արբանյակային կապի համակարգերում, գլոբալ տեղորոշման համակարգում: Այդպիսի համակարգերում կիրառելու հիմնավորումն այն է, որ շրջանաձև բևեռականության ալիքի բնութագրերը վերացնում են ալիքի բազմադի տարածման էֆեկտը և հաղորդչի ու ընդունիչի միջև ապահովում են ֆիքսված դիրքորոշման անկյուն: Կան բազմաթիվ շրջանաձև բևեռացմամբ անտենաների տեսակներ: Հայտնի տեսակ են համարվում միկրոշերտային անտենաները, որոնք ունեն փոքր չափեր: Շրջանաձև բևեռականության առավելություններն են. ընդունիչ անտենան միշտ ընդունում է ազդանշանի որևէ բաղադրիչ՝ անկախ նրա դիրքորոշման անկյունից, այն ավելի կայուն է մթնոլորտային մարումների նկատմամբ, չկա ուղիղ տեսանելիության անհրաժեշտություն, այն հեշտությամբ շրջանցում է արգելքները [1]:

Ուսումնասիրվել և դիտարկվել է միկրոշերտային շրջանաձև բևեռացմամբ անտենան, կառուցվել է ցանց՝ այդ տարրերով, և ցանցի սնուցման շղթան: Ցանցի տարրի կառուցվածքը պատկերված է նկ. 1-ում: Միկրոշերտային անտենան շատ բարակ թիթեղ է, որը տեղադրված է հողանցման հարթությամբ դիէլեկտրիկի շերտի վրա: Սնուցման շղթան Վիլկինսոնի հզորության հավասար բաժանիչ է, որի միջոցով սնուցման կետից ազդանշանը բաժանվում է ցանցում տարրերի միջև: Այս բաժանիչի առավելություններն է. համաձայնեցման դեպքում այն անկորուստ է, կորուստները պայմանավորված են միայն մետաղում և դիէլեկտրիկում առկա կորուստներով, ելքերը միմյանցից մեկուսացված են:



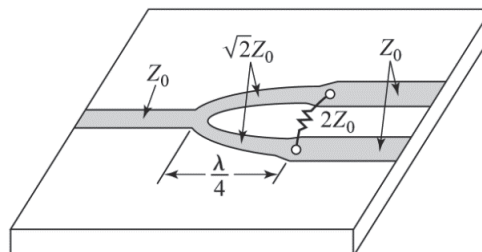
Նկ. 1. Ուղղանկյուն կտրվածքով շրջանաձև միկրոշերտային անտենան

Վիլկինսոնի բաժանիչի կառուցվածքը պատկերված է նկ. 2-ում: Այն բաղկացած է միկրոշերտային գծերից: Միկրոշերտային գծերը բնութագրվում են ալիքային դիմադրությամբ՝

$$Z_0 = \frac{60}{\sqrt{\varepsilon_{\text{էֆ}}}} \ln \left(\frac{8d}{w} + \frac{w}{4d} \right), \text{ երբ } \frac{w}{d} \leq 1,$$

$$Z_0 = \frac{120\pi}{\sqrt{\varepsilon_{\text{էֆ}}} \left(\frac{w}{d} + 1.393 + 0.667 \ln \left(\frac{w}{d} + 1.444 \right) \right)}, \text{ երբ } \frac{w}{d} \geq 1,$$

որտեղ $\varepsilon_{\text{էֆ}} = \frac{\varepsilon_r + 1}{2} + \frac{\varepsilon_r - 1}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + 12d/w}}$ -ը արդյունավետ դիէլեկտրիկական թափանցելիությունն է [2]:



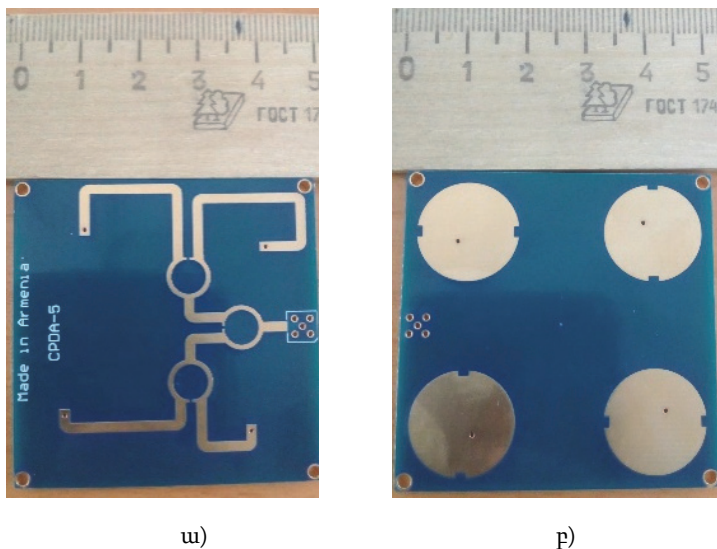
Նկ. 2. Վիլկինսոնի բաժանիչը

Խնդրի դրվածքը: Նկ.1-ում պատկերված է ուղղանկյուն կտրվածքով միկրոշերտային անտենան, որը, ինչպես մյուս տիպի շրջանաձև բևեռացմամբ միկրոշերտային անտենաները, հակված է հիբրիդային բևեռականության: Այսպիսի անտենաներից դիտարկվել է համափուլ անտենային ցանցը, որը գրգռվում է հավասար ամպլիտուդով լարմամբ: Ամենապարզ կառուցվածքում տարրերի քանակը 4 է: Այս դեպքում տարրերը միմյանց նկատմամբ դասավորված են 90°-ով պտտված: Այս կառուցվածքը կբարելավի առանցքային հարաբերությունը, արդյունքում հիբրի-

դային բևեռականությունից կստանանք շրջանաձև բևեռականությամբ անտենա: Կարելի է օգտագործել նաև ավելի բարդ կառուցվածք, օրինակ՝ տարրերը, դրանց քանակի 8-ի հավասար լինելու դեպքում, դասավորված կլինեն միմյանց նկատմամբ 45° -ով պտտված: Ցանցում տարրերի միջև հեռավորությունը $\frac{\lambda}{2}$ է, որտեղ λ -ն դիէլեկտրիկում ալիքի երկարությունն է [3]: Առանցքային հարաբերությունը ավելի բարելավելու նպատակով կառուցվել է սնուցման շղթա, որի միջոցով փոխվել է անտենային ցանցի տարրերի փուլային բաշխվածությունը՝ $0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$: Այսպիսի բաշխվածություն ստացվել է՝ փոխելով սնուցման շղթայում գծերի երկարությունները:

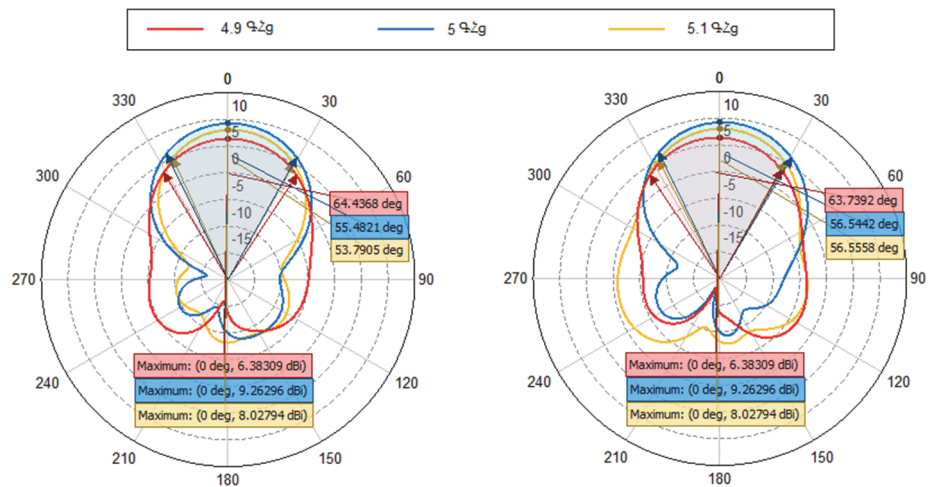
Հետազոտության արդյունքները.

1. Անտենայի մեխանիկական կառուցվածքը. Անտենայի մեխանիկական մոդելը և էլեկտրական բնութագրերը նախագծվել են Feko էլեկտրամագնիսական ծրագրային միջավայրում: Անտենան ունի շրջանաձև տեսք, որի շառավիղը՝ 8 սմ (նկ.1): Այն կողային հատվածներում ունի ուղղանկյուն կտրվածք, որի չափերը՝ $1,7 \times 0,8 \text{ սմ}$: Նկ. 3-ում պատկերված է անտենային ցանցի տեսքը վերին և ստորին շերտերում: Վերին շերտում տեղադրված են անտենային ցանցի տարրերը, իսկ ստորինում՝ սնուցման շղթան: Անտենային ցանցում տարրերը դասավորված են միմյանց նկատմամբ 90° շրջված: Վերին և ստորին դիէլեկտրիկ շերտերի միջև տեղավորված է $0,4 \text{ սմ}$ հաստությամբ մեկ այլ դիէլեկտրիկ շերտ, որը էլեկտրական բնութագրերի վրա ազդեցություն չունի: Անտենայի չափը՝ $5 \times 5 \text{ սմ}$:

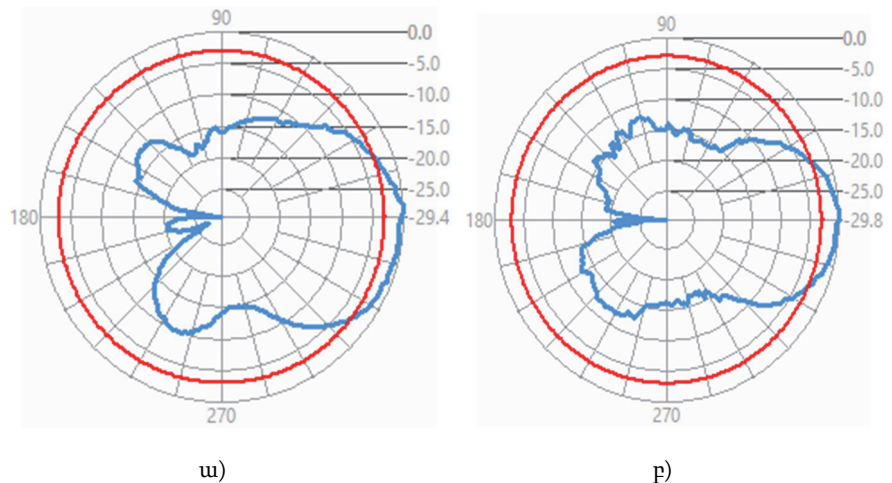


Նկ. 3. Անտենայի կառուցվածքը. ա) ստորին շերտ, բ) վերին շերտ

2. Ուղղվածության դիագրամը. Անտենայի ուղղվածության դիագրամը չափվել է 5 Φ Հց հաճախության տիրույթում՝ հեռավոր գոտու մեթոդով, USRP-2901 սարքի միջոցով (սարքը բաղկացած է հաղորդչից և անալիզարարից): Նկ. 4-ում պատկերված են անտենայի ծրագրային միջավայրում սինուլյացիոն տվյալները, նկ. 5-ում՝ չափված արդյունքները: 5 Φ Հց հաճախության համար ուղղվածության դիագրամի լայնությունը E հարթությունում՝ $2\varphi_{0.5} = 57^\circ$, H հարթությունում՝ $2\theta_{0.5} = 59^\circ$: Անտենայի ուժեղացման գործակիցը՝ $G \cong 9$ դԲ:



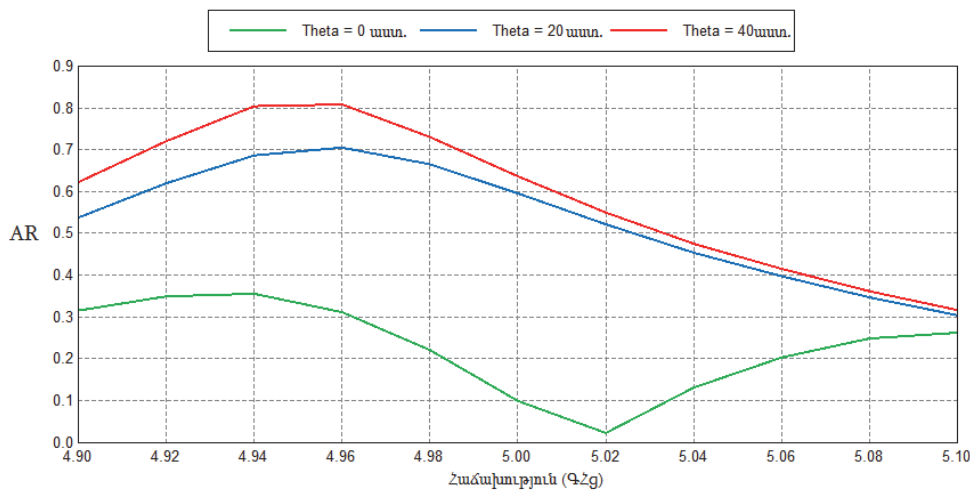
Նկ. 4. Անտենայի ուղղվածության դիագրամը ծրագրային միջավայրում



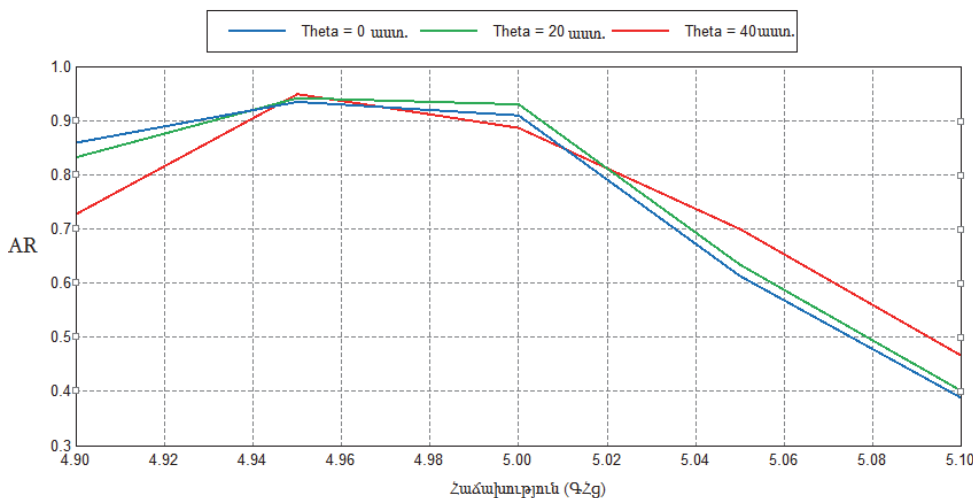
Նկ. 5. Չափված ուղղվածության դիագրամը. ա) E հարթություն, բ) H հարթություն

Համափուլ անտենային ցանցի և փուլավորված ցանցի առանցքային հարաբերակցության գործակիցների հաճախային կախվածությունը բերված է նկ. 6...7-ում:

Փուլավորված ցանցի տիրույթում առանցքային հարաբերակցության գործակիցը 5 Q -ի հաճախության դեպքում ճառագայթման առավելագույն ուղղությամբ 0,92 է, համափուլ ցանցի դեպքում՝ 0,1, առավելագույն արժեքը՝ 0,56:

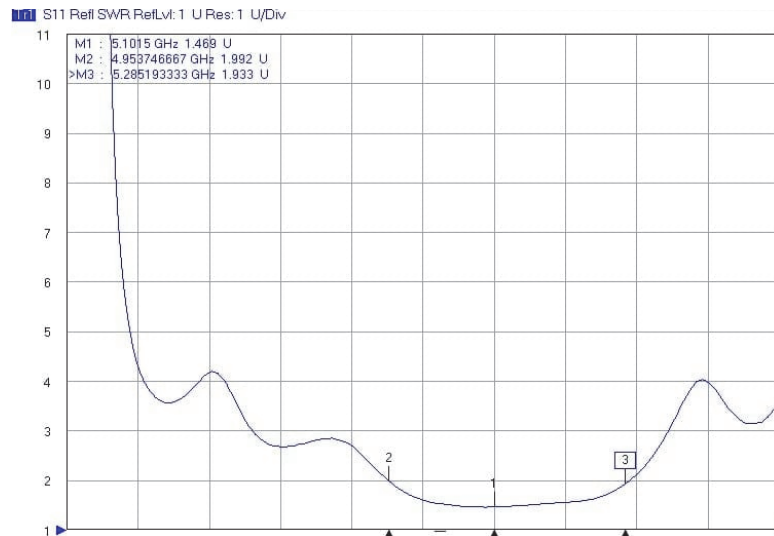


Նկ. 6. Համափուլ ցանցի AR-ի հաճախային կախվածությունը



Նկ. 7. Փուլավորված ցանցի AR-ի հաճախային կախվածությունը

3. Անտենայի անդրադարձման բնութագիրը. Անտենայի կանգուն ալիքի գործակիցը չափվել է NI PXIe-5630 VNA սարքի միջոցով (S պարամետրերի չափիչ սարք). Անտենայի ԿԱԳ-ը 4,95...5,28 Q -ի տիրույթում տատանվում է 1,4...2 արժեքների միջև (նկ. 8): Չափված և ծրագրային սիմուլացիոն արժեքները համընկնում են:



Նկ. 8. Անտենայի ԿԱԳ-ը

Եզրակացություն: Հետազոտվել է 2x2 միկրոշերտային անտենան, այդպիսի կառուցվածքից ստացվել է շրջանաձև բևեռացման անտենային ցանց, բարելավվել է առանցքային հարաբերակցության գործակիցը: Մնուցման շրջան ապահովում է ցանցի տարրերի փուլային հետևյալ բաշխվածությունը՝ 0°, 90°, 180°, 270°, որի արդյունքում ճառագայթած ռադիոալիքի բևեռականությունը շրջանաձև է՝ ավելի մեծ առանցքային հարաբերակցության գործակցով: Անտենայի ԿԱԳ-ը 4,95...5,28 ԳՀց տիրույթում տատանվում է 1,4...2 արժեքների միջև, ուստի անտենան կարող ենք կիրառել IEEE 802.11a ստանդարտի համար: Այդ տիրույթում անտենայի ուղղվածության դիագրամի գլխավոր թերթիկի լայնությունը տատանվում է 53° ... 64° E հարթությունում և 56° ... 63° H հարթությունում: Անտենայի ուժեղացման գործակիցը՝ $G \approx 9 \text{ dB}$: Վերջնական արդյունքում ստացվել է մինի-լայնաշերտ ուղղորդված շրջանաձև բևեռացմամբ անտենա:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **MILLIGAN THOMAS A.** Modern antenna design.- 2nd edition.- John Wiley & Sons, 2005.- 313p.
2. **Pozar David M.** Microwave Engineering. - 4th edition.- John Wiley & Sons, 2011. -147p.
3. **M L S N S Lakshmi, Habibulla Khan, B T P Madhav,** Novel Sequential Rotated 2x2 Array Notched Circular Patch Antenna// Journal of Engineering Science and Technology Review.- 21 November, 2015.- 73p.

Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարան, «SE Tech» ՍՊԸ: Նյութը ներկայացվել է խմբագրության 25.09.2019:

А.Г. СТЕПАНЯН, Т.Ш. МАНУКЯН, С.Г. ЭЙРАМДЖЯН
МЕТОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ НАПРАВЛЕННОЙ АНТЕННЫ С
КРУГОВОЙ ПОЛЯРИЗАЦИЕЙ

Направленная круговая поляризованная антенна предназначена для диапазона WiFi-5.0 и состоит из двух подложек. В первой подложке спроектирована схема питания антенны, которая делит мощность на 1:4 равные части. Во второй подложке спроектирована антенная решетка 2-2. Элементы решетки представляют собой микрополосковые круглые антенны. В качестве диэлектрика была использована диэлектрическая подложка FR4 размером 5x5 см. Антенна и ее параметры были спроектированы и смоделированы в программной среде FEKO. Параметры измерялись с помощью приборов NI PXIe-5630 VNA и USRP-2901.

Ключевые слова: круговая поляризованная направленная антенна, антенна 2-2, микрополосковые круглые антенны, схема питания.

A.H. STEPANYAN, T.SH. MANUKYAN, S.G. EYRAMJYAN
A METHOD OF DESIGNING A CIRCULAR POLARIZED DIRECTIONAL
ANTENNA

The circular polarized directional antenna is designed for the WiFi-5.0 band and consists of 2 substrates. In the first substrate, the antenna's feeding circuit, dividing the power into 1:4 equal parts is designed. In the second substrate an antenna array 2:2 is designed. The array elements are microstrip circular patch antennas. A FR4 dielectric for substrates whose size is 5x5 cm has been used. The antenna and its parameters are designed and simulated in the FEKO software environment. The parameters have been measured through the NI PXIe-5630 VNA and USRP-2901 devices.

Keywords: circular polarized directional antenna, 2 by 2 antenna, circular patch, feeding circuit.