

Հ.Ա. ԱՎԵՏԻՍՅԱՆ

**ԴԻԷԼԵԿՏՐՈՒԿԱԿԱՆ ՇԵՐՏՈՎ ՀՆՈՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԲԱԺԱՆՈՒՄԸ
ՏԵՐԱՀԵՐԳԱՅԻՆ ՏԻՐՈՒՅԹՈՒՄ**

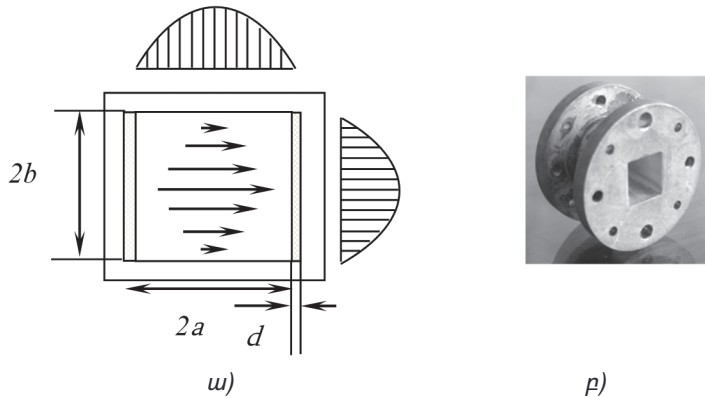
Ներկայացված է տերահերցային տիրույթի ընդունիչ - հաղորդիչ համակարգերի համար մետաղ-դիէլեկտրիկական ալիքատարների հիմքով դիէլեկտրիկական շերտի միջոցով հզորությունների բաժանումը: Տույց է տրված, որ նշված տիրույթի համար կարելի է լայնաշերտ հզորությունների բաժանում կատարել, ունենալով անդրադարձման և անցման գործակիցների ընդունելի արժեքներ:

Առանցքային բառեր. տերահերցային տիրույթ, դիէլեկտրիկական բաժանիչ, կորուստներ, անդրադարձման գործակից:

Ներածություն. Տերահերցային (ՏՀ) տեխնոլոգիայի բուռն զարգացմանը զուգահեռ՝ մեծացավ նաև լայնաշերտ և նվազագույն կորուստներով ուղղորդող համակարգերի՝ ալիքատարների պահանջը, որոնց հիման վրա հնարավոր կլինի ստեղծել տարբեր նշանակությամբ ֆունկցիոնալ տարրեր: Ուղղորդող համակարգերի ընտրությունը կախված է երկու հիմնական գործոններից՝ հավասարաչափ հաճախականային և գծային փուլային բնութագրեր, ցածր կորուստներ միավոր երկարության վրա և հաղորդվող հզորության առավելագույն մակարդակ: Բացի այդ, նշված պահանջները պետք է բավարարեն հաճախականային լայն շերտերին: Գերբարձր հաճախականային համակարգեր նախագծելիս բոլոր հավասար պայմանների դեպքում նախապատվությունը տրվում է այն ալիքատարներին, որոնց հիման վրա հնարավոր է ստեղծել տարբեր ֆունկցիոնալ տարրեր [1]: ՏՀ տիրույթում տարբեր նշանակություններով ընդունիչ - հաղորդիչ համակարգեր նախագծելիս առաջանում է անհրաժեշտություն տրված գործակցով ալիքային հզորության բաժանման, որի համար լայնորեն օգտագործում են դիէլեկտրիկական բաժանիչներ:

Մետաղ-դիէլեկտրիկական ալիքատարներ. Ներկայումս տերահերցային տիրույթում առավել ընդունելի բնութագրեր են ցուցաբերում մետաղ-դիէլեկտրիկական ալիքատարները: Նկ. 1 – ում պատկերված է մետաղ – դիէլեկտրիկական ալիքատարը: Ուղղանկյուն ՄԴԱ – ի սեփական ալիքները դասակարգվում են, այսպես կոչված, երկայնական էլեկտրական $LE_{mn} (E_x=0)$ կամ երկայնական մագնիսական $LM_{mn} (H_x=0)$ ալիքների տեսքով: Հակադիր պատերին անցկացված է ոչ

ռեզոնանսային դիֆեկտորիկական շերտը: Այս դեպքում սահմանային պայմաններն այնպիսին են, որ փոքր անկյան տակ ընկնող ալիքների համար կորուստները քիչ են, իսկ ավելի մեծ անկյունների դեպքում (բազմամոդայան ռեժիմում) կտրուկ աճում են:

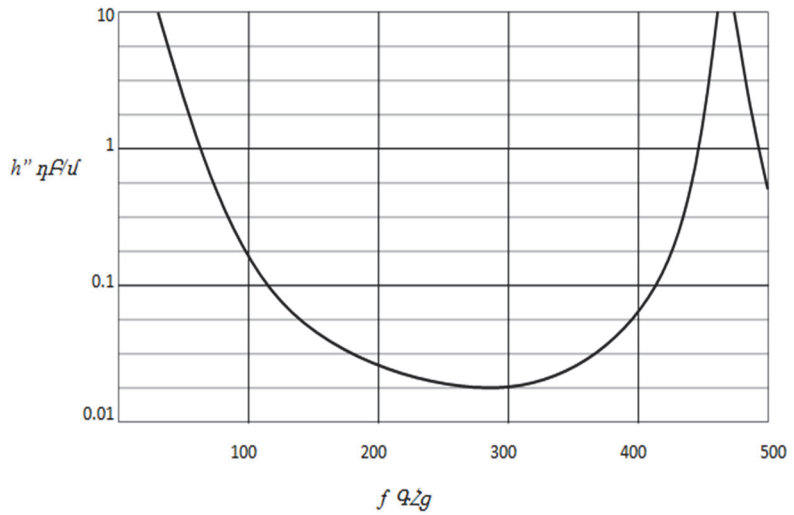


Նկ. 1. Մետաղ – դիֆեկտորիկական ալիքատար. ա) ալիքատարի չափսերը և լայնական հատույթում դաշտի բաշխվածությունը, բ) արտաքին տեսքը

Նշված հատկությունը թույլ է տալիս զտել բազմամոդ ալիքները: Այս ալիքատարում աշխատանքային ալիք է երկայնական մագնիսական LM_{11} մոդը, որը բնութագրվում է գործնականում հարթ փուլային ճակատով, ալիքատարի երկայնքով ամպլիտուդային առավելագույն բաշխվածությամբ և գծային բևեռվածությամբ: Հակադիր պատերին դիֆեկտորիկական շերտով մետաղ-դիֆեկտորիկական ալիքատարի մարումները հաշվարկվում են տարածման հաստատունի $h = h' - jh''$ կեղծ մասով [2,3].

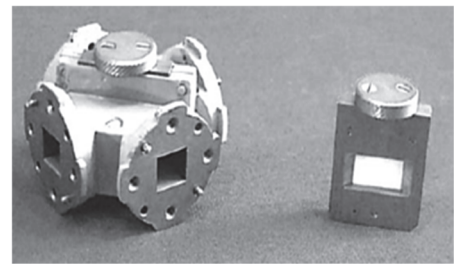
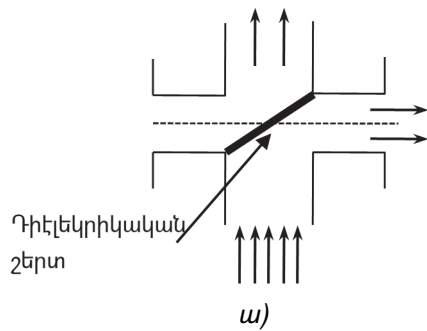
$$h'' = -\frac{(\alpha_x^0)^2}{(ka)k} \chi + \frac{(\alpha_y^0)^2}{2(kb)k} \sqrt{\frac{f}{\sigma}} : \quad (1)$$

Նկ. 2 - ում պատկերված են $a=b=10$ մմ չափսերով, պղնձե մետաղ-դիֆեկտորիկական ալիքատարի կորուստները տարբեր հաճախականությունների դեպքում, ալիքատարի հակադիր պատերին անցկացված է 300 մկմ հաստությամբ տեֆլոնի շերտ:



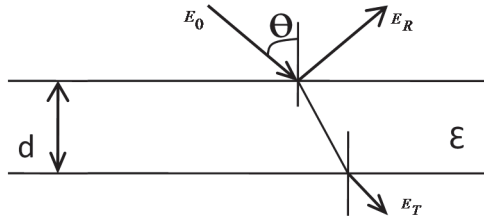
Նկ. 2. Հաշվարկային կորուստները մետաղ-դիէլեկտրիկական ալիքատարում

Հզորությունների բաժանումը դիէլեկտրիկական շերտի միջոցով. Ընդունիչ հաղորդիչ համակարգեր նախագծելիս հաճախ ալիքային հզորության բաժանման անհրաժեշտություն է առաջանում: Որպես բաժանիչ կարող է ծառայել մետաղ-դիէլեկտրիկական անկյունային շրջադարձի հատվածը, որում տեղադրված է դիէլեկտրիկական բարակ շերտը (նկ.3): Դիէլեկտրիկական բաժանիչը հատկապես կիրառելի է ինտերֆերաչափական համակարգերի դեպքում, մասնավորապես՝ Մախ-Յենդերի ինտերֆերաչափը, որը տերահերցային տիրույթի ընդունիչի համար նախատեսված է հետերոդինի աղմուկների ճնշման համար [4]:



Նկ. 3. Հզորության բաժանիչ՝ ա) բաժանման սկզբունքը, բ) բաժանիչի արտաքին տեսքը

Կախված անկման անկյունից, դիէլեկտրիկական նյութից և շերտի հաստությանից՝ կարելի է ապահովել որոշակի փոխանցման գործակցով բաժանում (նկ. 4) [5]:



Նկ. 4. Ալիքի անկումը և անդրադարձումը դիէլեկտրիկական շերտում

Հարթ ալիքի 45 աստիճան անկման դեպքում անցման և անդրադարձման գործակիցները որոշվում են հետևյալ բանաձևերով:

$$|R|^2 = \left| \frac{E_r}{E_0} \right|^2, \quad |T|^2 = \left| \frac{E_T}{E_0} \right|^2, \quad (2)$$

$$\left| T_{\perp\parallel} \right|^2 = 1 - \left| R_{\perp\parallel} \right|^2, \quad (3)$$

$$\left| R_{\perp} \right|^2 = \frac{\varepsilon'^2 + (2\varepsilon - 1) \cos^2 \left(2\pi \frac{d}{\lambda} \sqrt{\varepsilon' - 0.5} \right)}{(\varepsilon' - 1)^2}, \quad (4)$$

$$\left| R_{\parallel} \right|^2 = \frac{4\varepsilon'^2(2\varepsilon - 1) + (2\varepsilon' - 1)^4 \sin^2 \left(2\pi \frac{d}{\lambda} \sqrt{\varepsilon' - 0.5} \right)}{(\varepsilon' - 1)^4 \sin^2 \left(2\pi \frac{d}{\lambda} \sqrt{\varepsilon' - 0.5} \right)}: \quad (5)$$

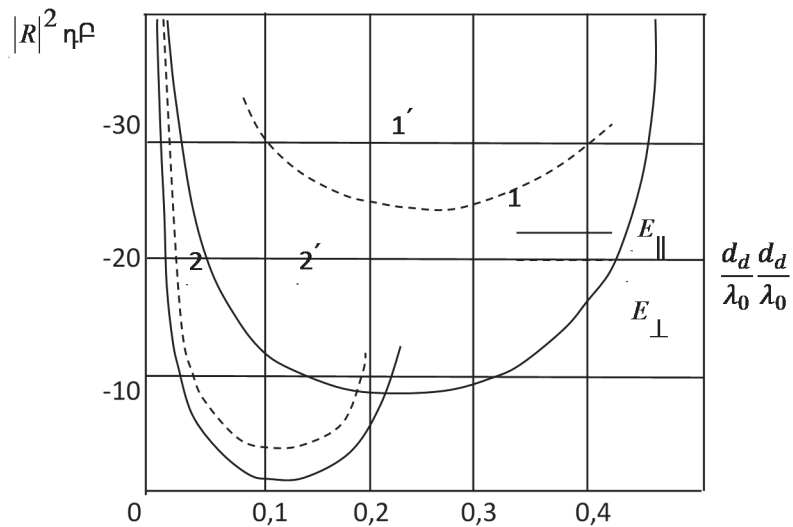
Լայնաշերտ բաժանում տեղի է ունենում դիէլեկտրիկական շերտի քառորդալիքային հաստության դեպքում հետևյալ բանաձևով:

$$d_d = \frac{\lambda_m}{4\sqrt{\varepsilon' - 0.5}} \cdot (2p + 1) \quad (6)$$

որտեղ $p=0,1,2,\dots$, λ_m -ը համապատասխան տիրույթի միջին հաճախականության համար ալիքի երկարությունն է: Նկ. 5 - ում բերված են անդրադարձման

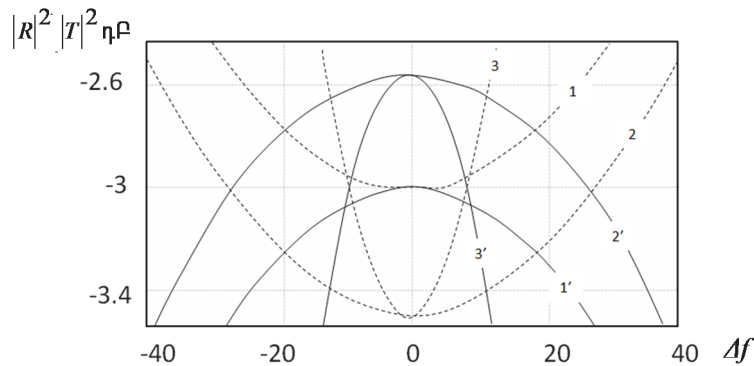
գործակցի կախվածությունը դիէլեկտրական շերտի հաստությունից տարբեր դիէլեկտրիկների դեպքում:

Բանաձևեր (2-5)-ում ինդեքսներ \perp և \parallel -ը համապատասխանում են անկման նկատմամբ զուգահեռ և ուղղահայաց դաշտերին, ε' -ը դիէլեկտրիկական թափանցելիության իրական մասն է:



Նկ. 5. Անդրադարձման գործակցի արժեքները տարբեր դիէլեկտրիկների դեպքում

Անկման անկյան նկատմամբ զուգահեռ և ուղղահայաց հարթություններում անդրադարձման գործակցիցների ամենամեծ տարբերություն կա $\varepsilon' = 1,5$ դեպքում՝ մոտ 15 դԲ (1 և 1' կորերը), դիէլեկտրիկական թափանցելիության մեծացմանը զուգահեռ՝ այդ տարբերությունը հասնում է 4 դԲ-ի $\varepsilon' = 6$ դեպքում: Այսինքն՝ մի քանի դեցիբել հզորության բաժանման համար նպատակահարմար է օգտագործել ուղղահայաց բևեռացման դեպքը, իսկ 10 դԲ-ից բարձրի դեպքում՝ զուգահեռ: Հատուկ ուշադրության է արժանի 3-դեցիբելային բաժանումը, երբ մուտքային հզորությունը բաժանվում է հավասար մասերի, որը լայնորեն կիրառվում է բալանսային սխեմաներում [6]: Նկ. 6 –ում պատկերված է երեք տարբեր դիէլեկտրիկների դեպքում անդրադարձման և անցման գործակցիցների հաճախականային բնութագրերը:



Նկ. 6. Անցման (հոծ) և անդրադարձման (կետագծերով) գործակիցները տարբեր դիէլեկտրիկների դեպքում

1 և 1'-ը 3.5 դիէլեկտրիկական թափանցելիության դեպքում ապահովում են անդրադարձման և անցման համար երեքդեցիբելային բաժանում, սակայն նման հատկություններով օժտված դիէլեկտրիկների բացակայության պայմաններում օգտագործում են մոտ պարամետրերով 3.8 քվարց, Քվարցի դեպքում անցման և անդրադարձման գործակիցների միջև տարբերությունը չի գերազանցում 0,7 դԲ-ը լայն հաճախաշերտի դեպքում: Նշենք, որ փոխանցման գործակիցների բոլոր արժեքները $p=0$ դեպքի համար են, սակայն տերահերցային տիրույթի համար երբեմն պահանջվում է ավելի բարձր ինդեքսով դիէլեկտրիկական շերտի հաստության ընտրություն:

Եզրակացություն. Տերահերցային տիրույթում մետաղ-դիէլեկտրիկական ալիքատարի հիմքով դիէլեկտրիկ շերտով հզորության բաժանիչը անդրադարձման և անցման գործակիցների ընդունելի արժեքներ է ընդունում հաճախային լայն շերտի դեպքում:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Шаров Г.А.** Волноводные устройства сантиметровых и миллиметровых волн. – М.: Горячая линия – Телеком, 2016. – 639 с.
2. Complete set of waveguide elements for 120-180 GHz band / **M.Ts. Ayvazyan, Yu.N. Kazantsev, R.M. Martirosian, et al** // Proceeding of the 16-th International Conference on Infrared and Millimeter Waves. – Lausanne, 1991. –P. 642 - 643
3. **Казанцев Ю.Н., Харлашкин О.А.** Прямоугольные волноводы класса “полюй диэлектрический канал” // Радиотехника и электроника. - 1978. - Т. 23, № 10. - С. 2060-2068.

4. **Дрягин Ю.А., Кукин Л.М., Лубяко Л.В.** К вопросу о подавлении шумов гетеродина в супергетеродинных приемниках с высокой промежуточной частотой // Радиотехника и электроника. – 1974. – Т. 19, № 8. – С. 1779-1780.
5. **Кулешов Е.М., Литвинов Д.Д.** К вопросу о делении луча в квазиоптических СВЧ-трактах // Радиотехника: Респ. межвед. темат. науч. сб. -Харьков: Высшая школа, Изд-во Харьк. гос. ун-та, 1971. –Вып. 18.
6. **Костенко А.А., Хлопов Г.И., Нечипоренко А.Н.** Исследование квазиоптического балансного мостового соединения // Радиотехника: Респ. межвед. темат. науч. сб. / Харьков: Высшая школа, Изд-во Харьк. гос. ун-та, 1975. –Вып. 35.

А.А. АВETИСЯН

ДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ С ПОМОЩЬЮ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СЛОЯ В ТЕРАГЕРЦОВОМ ДИАПАЗОНЕ

Описывается деление мощности с помощью диэлектрического слоя на основе квадратного металлдиэлектрического волновода в терагерцовом диапазоне. Показано, что для данного диапазона может быть реализован широкополосный делитель мощности, имеющий приемлемые значения коэффициентов отражения и прохождения.

Ключевые слова: терагерцовый диапазон, диэлектрический делитель, потери, коэффициент отражения.

H.A. AVETISYAN

DIVIDING THE POWER BY USING A DIELECTRIC LAYER IN THE TERAHERTZ RANGE

The power division by a dielectric layer based on a square metal-dielectric waveguide in the terahertz range is described. It is shown that for the given range, a broadband division of power can be implemented which have acceptable values of coefficients of reflection and transmission.

Keywords: terahertz range, dielectric divider, losses, reflection coefficient.