



ЕРЕВАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
YEREVAN STATE UNIVERSITY

СТУДЕНЧЕСКОЕ НАУЧНОЕ ОБЩЕСТВО
STUDENT SCIENTIFIC SOCIETY

ISSN 1829-4367

СБОРНИК НАУЧНЫХ СТАТЕЙ СНО ЕГУ

COLLECTION OF SCIENTIFIC ARTICLES OF YSU SSS

1.3 (29)

Естественные и физико-математические науки
(География и геология, биология, химия, физика и радиофизика)

Natural and Physical-Mathematical Sciences
(Geography and Geology, Biology, Chemistry, Physics and Radiophysics)

ЕРЕВАН - YEREVAN
ИЗДАТЕЛЬСТВО ЕГУ - YSU PRESS
2019

ԵՊՀ ՌԻԳԸ ԳԻՏԱԿԱՆ ՀՈԴՎԱԾՆԵՐԻ ԺՈՂՈՎԱԾՈՒ

1.3 (29)

Բնական և ֆիզիկամաթեմատիկական գիտություններ

(աշխարհագրություն և երկրաբանություն, կենսաբանություն,
քիմիա, ֆիզիկա և ռադիոֆիզիկա)

Հրատարակվում է ԵՊՀ գիտական խորհրդի որոշմամբ
Издаётся по решению Ученого совета ЕГУ
Published by the resolution of the Academic Council of YSU

Խմբագրական խորհուրդ՝

ա.գ.դ., պրոֆ. Թ. Վարդանյան
կ.գ.դ., պրոֆ. Լ. Նավասարդյան
ֆ.մ.գ.դ., պրոֆ. Ռ. Ալավերդյան
ֆ.բ.գ.դ., դոց. Ա. Բալաբեկյան
ֆ.մ.գ.դ., դոց. Ե. Մամասախլիսով
ֆ.մ.գ.դ., դոց. Տ. Հակոբյան
ա.գ.թ., դոց. Ս. Սուվարյան
ա.գ.թ., դոց. Գ. Ալեքսանյան
Ե.գ.թ., դոց. Մ. Գրիգորյան
կ.գ.թ., դոց. Լ. Փանոսյան
տ.գ.թ., դոց. Հ. Հարոյան
ֆ.մ.գ.թ., դոց. Ս. Մխիթարյան
ք.գ.թ., դոց. Ի. Ալեքսանյան
ք.գ.թ., դոց. Ա. Մարտիրոսյան
ֆ.մ.գ.թ., ասիստ. Ա. Մանասեղյան
ֆ.մ.գ.թ., ասիստ. Ա. Վարդանյան
ֆ.մ.գ.թ. Մ. Ալեքսանյան
ֆ.մ.գ.թ. Տ. Աբրահամյան

Редакционная коллегия:

д.г.н., проф. Т. Ваданян
д.б.н., проф. Л. Навасардян
д.ф.м.н., проф. Р. Алавердян
д.ф.м.н., доц. А. Балабекян
д.ф.м.н., доц. Е. Мамасакхлисов
д.ф.м.н., доц. Т. Акобян
к.г.н., доц. С. Суварян
к.г.н., доц. Г. Алексанян
к.г.н., доц. М. Григорян
к.б.н., доц. О. Паносян
к.т.н., доц. О. Ароян
к.ф.м.н., доц. С. Мхитарян
к.х.н., доц. И. Алексанян
к.х.н., доц. А. Мартирян
к.ф.м.н., ассист. А. Манаселян
к.ф.м.н., ассист. А. Ваданян
к.ф.м.н. М. Алексанян
к.ф.м.н. Т. Абрамян

Editorial Board

DSc, Prof. T. Vardanyan
DSc, Prof. L. Navasardyan
DSc, Prof. R. Alaverdyan
DSc, Associate Prof. A. Balabekyan
DSc, Associate Prof. Y. Mamasakhlisov
DSc, Associate Prof. T. Hakobyan
PhD, Associate Prof. S. Suvaryan
PhD, Associate Prof. G. Aleksanyan
PhD, Associate Prof. M. Grigoryan
PhD, Associate Prof. L. Panosyan
PhD, Associate Prof. H. Haroyan
PhD, Associate Prof. S. Mkhitaryan
PhD, Associate Prof. I. Aleksanyan
PhD, Associate Prof. A. Martiryan
PhD, Assistant A. Manaselyan
PhD, Assistant A. Vardanyan
PhD M. Aleksanyan
PhD T. Abrahamyan

Հրատարակիչ՝ ԵՊՀ հրատարակչություն
Հասցե՝ ՀՀ, ք. Երևան, Ալ. Մանուկյան 1, (+374 10) 55 55 70, publishing@ysu.am

Հրատարակության նախապատրաստող ստորաբաժանում՝ ԵՊՀ ՈՒԳԸ
Հասցե՝ ՀՀ, ք. Երևան, Ալ. Մանուկյան 1, (+374 60) 71 01 94,
Էլ. փոստ՝ sss@ysu.am
ԵՊՀ ՈՒԳԸ հրատարակումների կայք՝ www.ssspub.y-su.am.

ELLIPTICAL SEMICOAXIAL WAVEGUIDE

Elliptical waveguides have a wide application in the microwave technology and fiber optic [1, 2]. Elliptical geometry allows to get rid of polarization distortion. Moreover, using waveguides with a high ellipticity it is possible to generate the T-mode wave. Elliptical waveguides are well described in [3]. But elliptical configuration is not suitable to use in microstrip technology especially like as coplanar line. While semicoaxial waveguide elliptical cross-section, with different orientations (figure 1) (horizontal or vertical) can be used in microstrip technology. Also the electromagnetic field in the elliptic waveguide is concentrated round foci [3]. This gives a scope for studying semi-waveguide structures elliptical cross-section. Horizontal orientation of waveguides is better to use as connector between elements on microcircuit, while vertical orientation to transmit signal from one point to another.

The aim of this work is to analyze the electromagnetic parameters, model half elliptical waveguide, compare different types of waveguides and figure out which type is more appropriate to use for several purposes.

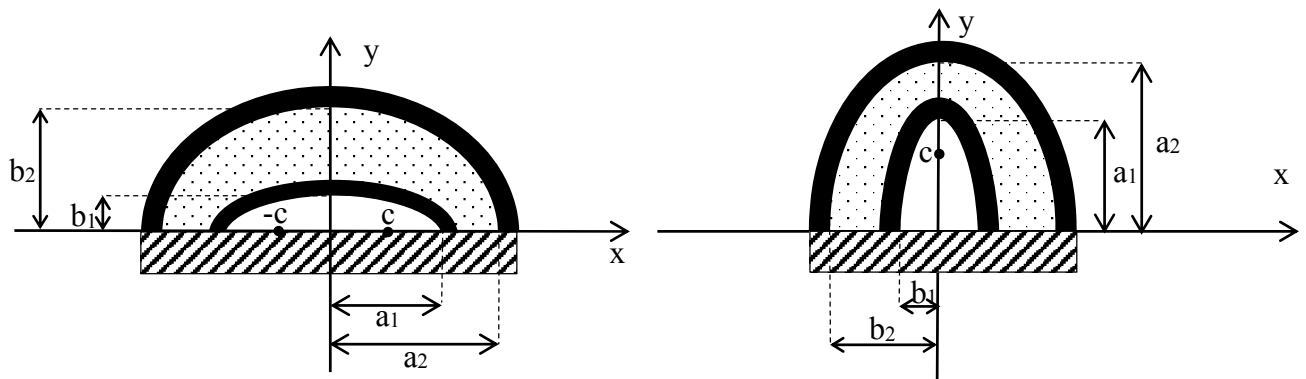





Figure 1. Geometry of semi coaxial waveguides elliptical section  - substrate
 $\xi = \frac{a_1}{a_2}$ - radius ratio $\eta = \frac{b_1}{b_2}$ - ellipticity  electric  - conductor

Results of modeling: Model of elliptical semicoaxial waveguide was made using programming tools Ansys HFSS. Parameters of model: big radius 3.5 mm, 2.4 mm, 1 mm conductor layers are copper as dielectric layer for 1mm, 2.4 mm, 3.5 mm is used vacuum and for 3.5 mm Teflon. As dielectric substrate Al_2O_3 is used. Characteristic impedance is 50 Ohm. Ellipticity and radius ratio were chosen based on characteristic impedance,

minimum losses and maximum transmitted power. As it was predicted distribution of energy is concentrated round foci of ellipse. Operating frequency range of semicoaxial waveguides is more than 66 % larger compared to whole coaxial (figure 2). Horizontal orientation of semicoaxial waveguides can provide larger operating range than for vertical orientation.

Operating frequency range is limited due to generating modes of higher order, which cause damping of energy, as it is shown on figure 4. The comparison of linear losses in operating frequency range is shown on figure 3, where $\alpha_m = -20\lg(S_{21})$

a_2 , mm	Frequency range, GHz, modeling	Frequency range of elliptical coaxial, GHz
1	85.49	51.37
2.4	39.12	11.68
3.5	21.97	4.95

Figure 2. Comparison of frequency range of semicoaxial waveguide and whole coaxial with $\eta=0.83 \xi=0.75$

f, GHz	a_2 ,mm	Z,Ohm	S_{21} ,dB	α_m	α_m , theory
20	1	49.88	-0,309	0.621	0.4538
20	2.4	50.02	-0.2389	0.4821	0.1918
20	3.5	50.05	-0,1392	0.302	0.1528

Figure 3. Comparison of linear losses for elliptical semicoaxial waveguide (horizontal orientation) with $\eta=0.83 \xi=0.75$

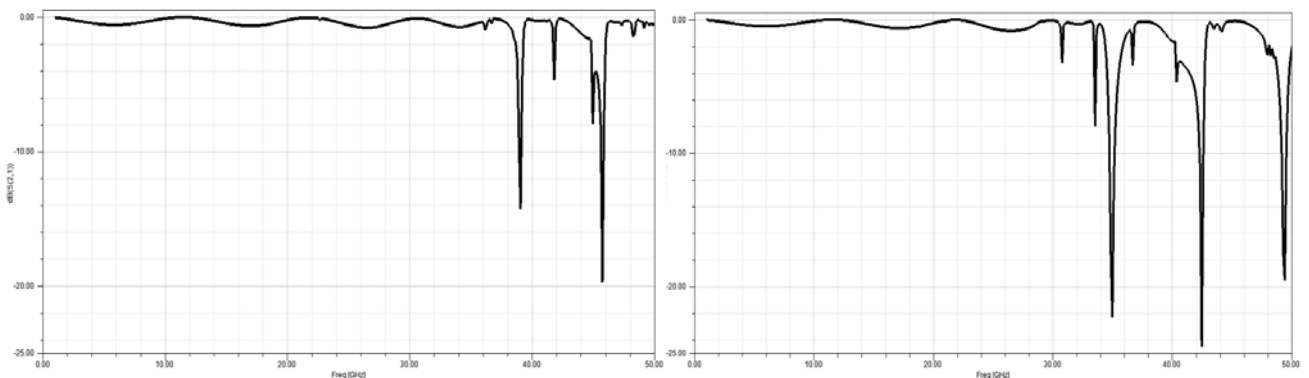


Figure 4. S_{21} of elliptical semicoaxial waveguide with $a_2=2.4\text{mm}$ $\eta=0.83 \xi=0.75$ (horizontal/vertical)

Calculations show the relation between such electrodynamics parameters as (characteristic impedance, transmitted power and linear losses) and geometry. The design of elliptical electromagnetic structures naturally has an additional degree of freedom, which makes it possible to achieve those electrodynamics parameters, which are needed

not only by changing linear sizes, but also ellipticity and radius ratio [3]. Formula (1) from [3] was used to analyze the transmitted power.

$$P = \frac{\pi(E_{\max} a_2)^2}{Z_c} \xi^2 (1 - \eta^2) \ln \left(\frac{1 + \sqrt{1 - \xi^2 \eta^2}}{\xi + \xi \sqrt{1 - \eta^2}} \right) \quad (1)$$

Linear losses were calculated by formula (2)

$$\alpha_M \approx \frac{R_s}{2a_2 Z_c} \frac{\frac{1}{\xi} + 1 + \frac{\eta^2}{4} \left(\frac{1}{\xi} + \xi^2 \right)}{\ln \left(\frac{1 + \sqrt{1 - \xi^2 \eta^2}}{\xi (1 + \sqrt{1 - \eta^2})} \right)} \quad (2)$$

Conclusions: In this work analysis of electromagnetic parameters of elliptical waveguide was done, frequency range of elliptical semicoaxial waveguide was defined, and comparison of horizontal and vertical orientation of waveguides was made. Due to the models were confirmed expectations of field distribution.

Elliptical semicoaxial waveguide can be used in planar technology, like as coplanar line (horizontal orientation), or as transmiton line (vertical orientation). In respect that the electromagnetic field concentrated near the foci, the waveguides can be used close to each other and at the same time get rid of the radiation into the surrounding space. Offered waveguides due to their size can be combined with known connectors.

BIBLIOGRAPHY

- [1] **Hu Y., Ghannouchi F., Bosisio R.**, Theoretical and Experimental Measurement of Microwave Permittivity Using Open Ended Elliptical Coaxial Probes, IEEE Trans. Microwave Theory Tech., volume 40, January 1992. pp. 143–50.
- [2] **Sun K., Tranquilla J.**, Study of Elliptical Annular Microstrip Antenna Using Full Mathieu Formulation, in IEEE Int. AP-S Symposium Digest, volume 2, 1994, pp. 944–7.
- [3] **Zavislyak I., Popov M.**, Electrodinamic Characteristics of T-Mode Coaxial Waveguides with Elliptical Cross-Section, Radioelektronika, 2018, volume 61, No. 10, pp. 566–76.

Hnapovskyi Vladyslav

ELLIPTICAL SEMICOAXIAL WAVEGUIDE

Key words: microwave electronic, microstrip technology, coplanar line, operating range, elliptical semi-coaxial waveguide.

The article presents numerical calculations of the electromagnetic parameters of a semi-coaxial elliptical waveguide, also determined the working range of the waveguide using simulation. It is proposed and justified to use a semi-coaxial elliptical waveguide as a coplanar line.

Հնապովսկի Վլադիսլավ

ԷԼԻՊՏԻԿ ԿԻՍԱՇՐՋԱՆԱՁԵՎ ԱԼԻՔՍԱՐ

Բանալի բառեր՝ միկրոալիքային էլեկտրոնիկա, միկրոշերտավոր տեխնոլոգիա, կոպլանար գիծ, գործառնական տիրույթ, էլիպտիկ կիսաշրջանաձև ալիքատար:

Հոդվածում ներկայացված են էլիպտիկ կիսաշրջանաձև ալիքատարի էլեկտրոդինամիկական չափորոշիչների թվային ուսումնասիրությունները, ինչպես նաև ալիքատարի աշխատանքային շրջանակի որոշումը մոդելավորման միջոցով: Առաջարկվում և հիմնավորվում է օգտագործել կիսաօքսիդային էլիպտիկ կիսաշրջանաձև ալիքատար որպես կոպլանար գիծ:

Гнаповский Владислав

ЭЛЛИПТИЧЕСКИЙ ПОЛУКОАКСИАЛЬНЫЙ ВОЛНОВОД

Ключевые слова: СВЧ электроника, микрополосковая техника, копланарная линия, рабочий диапазон, эллиптический полукоаксиальный волновод.

В статье представлено численные исследования электродинамических параметров полукоаксиального эллиптического волновода, также определен рабочий диапазон волновода при помощи моделирования. Предложено и обосновано использовать полукоаксиальный эллиптический волновод в качестве копланарной линии.