

ՀՏԴ 621.37

Ռադիոֆիզիկա

*Սամվել ԱՆՏՈՆՅԱՆ**ՀԱՊՀ, ՏՀՏԷ ինստիտուտի ռադիոսարքավորումների ամբիոն
մագիստրատուրայի 2-րդ կուրս**E-mail: samwellantonyan@gmail.com**Գիտական ղեկավար՝**Մովսիսյան Լիա Ռաֆայելի՝**ՀԱՊՀ դոցենտ, տ. գ. թ.*

**ԲԶԶԱՅԻՆ ՀԵՌԱԽՈՍՆԵՐԻ ԱՆՏԵՆԱՆԵՐԻ
ՀԱՄԱԶԱՅՆԵՑՄԱՆ ՇՂԹԱՆԵՐԻ ՀԱՄԱՐ
ՆԱԽԱՏԵՍՎԱԾ ՄԵԾ ՀԶՈՐՈՒԹՅԱՆ
ՌԱԴԻՈՀԱՃԱԽԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼԱՐՈՂ
ՓՈԽԱՆՋԱՏԻՉՆԵՐԻ ՀԱՄԸՆԴՀԱՆՈՒՐ
ՉԱՓՄԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ՆԱԽԱԳԾՈՒՄ**

Ժամանակակից կապի համակարգերում առաջացող կարևորագույն խնդիրներից է շղթայի կոմպոնենտներում առաջացող բարձր կարգի հարմոնիկների գնահատումը: Ներկայումս առաջարկվող կոմպոնենտների բարձր գծայնությամբ պայմանավորված հնարավորությունները ստիպում են օգտագործել թեստավորման համար մեծ հզորության ազդանշաններ: Նախագծվել և թեստավորվել է չափման համակարգ, որի միջոցով հնարավոր է չափել ռադիոհաճախային համալարող անջատիչներում և հզորության ուժեղարարներում ազդանշանի մեծ հզորությամբ պայմանավորված բարձր կարգի հարմոնիկները և սարքի S պարամետրերը: Ներկայացվում են LabVIEW ծրագրային միջավայրում որոշված չափման համակարգի գնահատման էտալոն հանդիսացող բարձր կարգի հարմոնիկները, ինչպես նաև թեստավորվող անջատիչի հարմոնիկների գնահատման արդյունքները: Բերված են նախագծված չափման համակարգի կառուցվածքային սխեման և հաշվարկի արդյունքները՝ գրաֆիկական պատկերների տեսքով:

Բանալի բառեր՝ 4-րդ սերնդի բջջային կապի համակարգ (4G), բարձր կարգի հարմոնիկների չափման համակարգ, հզորության ուժեղարար, ռադիոհաճախային անջատիչ, համալարող փոխանջատիչ:

С.АНТОНЯН

РАЗРАБОТКА ВЫСОКОМОЩНОЙ УНИВЕРСАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ РАДИОПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕЙ ДЛЯ СОГЛАСУЮЩИХ СХЕМ АНТЕНН МОБИЛЬНОЙ СОТОВОЙ СВЯЗИ

Одной из важнейших проблем современных систем связи является оценка высших гармоник в компонентах цепи. В связи с высокой линейностью предлагаемых в настоящее время компонентов, для тестирования необходимо использовать сигналы высокой мощности. Разработана и протестирована измерительная система, с помощью которой можно измерять высшие гармоники и S параметры в усилителях и в переключателях. Высшие гармоники, являющиеся эталоном для оценки измерительной системы, представлены в программной среде LabVIEW, как и результаты оценки гармоник тестируемого устройства. Приведены структурная схема разработанной измерительной системы высокой мощности, а также результаты расчетов в виде графических изображений.

Ключевые слова: система мобильной связи 4-го поколения (4G), система измерения гармоник, усилитель мощности, радиочастотный переключатель, , антенный тюнер.

S. ANTONYAN

DEVELOPING OF A HIGH-POWER UNIVERSAL SYSTEM FOR MEASURING ANTENNA TUNERS FOR MATCHING CIRCUITS OF MOBILE CELLULAR COMMUNICATION ANTENNAS

One of the most important problems in modern communication systems is the assessment of higher harmonics in circuit components. Due to the high linearity of the components currently offered, it is necessary to use high power signals for testing. Measurement system has been developed and tested, which allows to measure the higher harmonics and S parameters in amplifiers and antenna tuner switches. The higher harmonics, which are the standard for evaluating the measuring system are presented in LabVIEW software environment, as well as the results of evaluating the harmonics of the device under test. The structural diagram of the developed high power measurement system are shown, as well as the calculation results in the form of graphic images.

Key words: 4th generation (4G) mobile communication system, harmonic measurement system, power amplifier, RF switch, switch, antenna tuner.

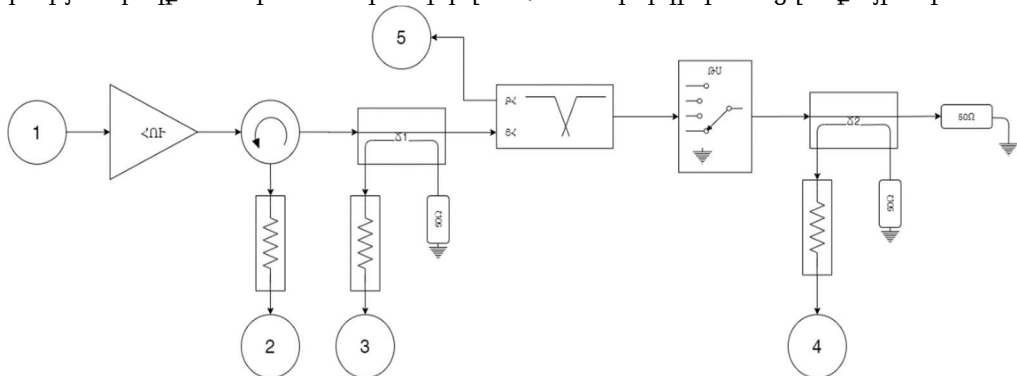
Ներածություն: Ժամանակակից կապի ստանդարտների հաճախական շերտերի զանազանությունը առաջ է բերում մի շարք խնդիրներ, որոնցից են՝ ճառագայթող անտենայի մուտքի հետ համաձայնեցումը տարբեր հաճախային տիրույթներում: Այդպիսի խնդիրների լուծման համար՝ ռադիոհաճախական շղթայում անդրադարձաձ

կանգուն ալիքի նվազեցման նպատակով, իրականացվում է համաձայնեցնող շղթաների նախագծում տարբեր հաճախային տիրույթներում: Նման համաձայնեցնող շղթաների միացումը անտենային իրականացվում է համալարող փոխանջատիչների միջոցով, ինչը հանգեցնում է անտենայի անհամաձայնեցմամբ պայմանավորված կորուստների նվազեցմանը և արդյունավետության բարձրացմանը:

Ներկայումս առաջարկվող փոխանջատիչների բարձր գծայնությամբ պայմանավորված հնարավորությունները ստիպում են օգտագործել թեստավորման համար մեծ հզորության ազդանշաններ: Այդպիսի համակարգերում կիրառվող կիսահաղորդչային սարքերի մասսայական արտադրությանը նախորդում է սարքերի բնութագրերի թեստավորման իրականացում: Սակայն շուկայում առկա թեստավորող ճշգրիտ վեկտորային ընդունահաղորդիչ սարքերի առավելագույն հզորության սահմանափակումների պատճառով, որոնցից են՝ առավելագույն հաղորդման և ընդունման հզորությունը (մոտավորապես $\sim 20\text{dBm}$) և սարքի էլքային դիմադրության ոչ-ճշգրտությունը, այդպիսի համալարող-փոխանջատիչների թեստավորումը դառնում է բավականին խնդրահարույց:

Համալարող փոխանջատիչի թեստավորման հիմնական պարամետրերն են շղթայի ցրման պարամետրերը (S-parameters) [1] և փոխանջատիչի բարձր կարգի հարմոնիկների ամպլիտուդների մակարդակը:

Խնդրի դրվածքը: Նախագծել չափման համակարգ, որը հնարավորություն կտա թեստավորելու ռադիոհաճախային համալարող փոխանջատիչ մուտքային մեծ հզորության դեպքում: Նկ. 1.-ում պատկերված է համակարգի կառուցվածքային սխեման:



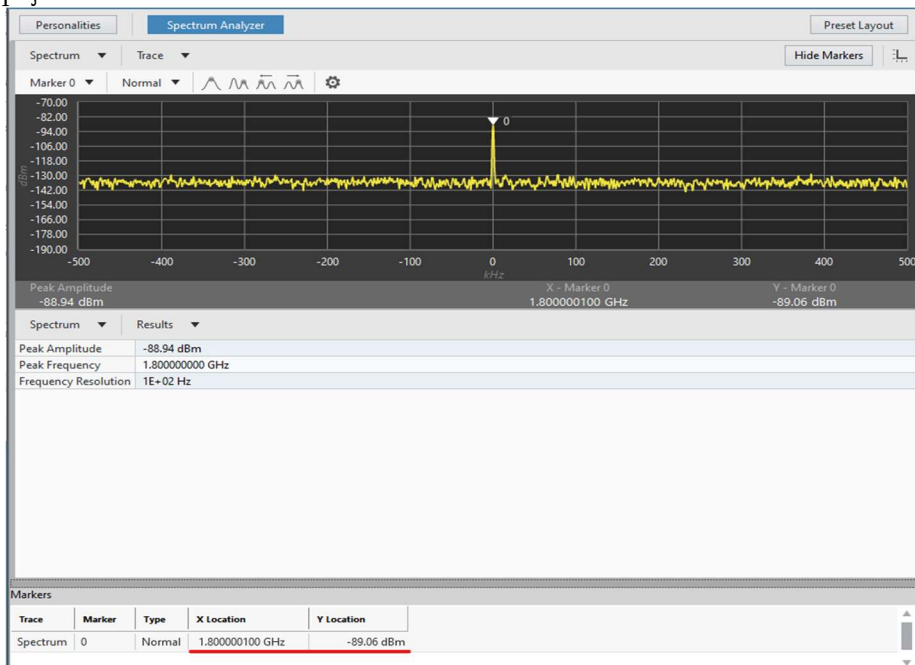
Նկ. 1. Թեստավորման համակարգի կառուցվածքային սխեման

Թեստավորման համակարգին ազդանշանը տրվում է 1 վեկտորային հաղորդիչ սարքից: Հաղորդիչ սարքի առավելագույն հզորության սահմանափակման պատճառով թեստավորման համակարգին պահանջվող հզորության ապահովման համար մուտքում միացվում է մեծ հզորության ուժեղարար (ՀՈԲ): Թեստավորվող սարքին տրվող մուտքային ազդանշանի հզորությունը նախապես գնահատվում է ընդունիչ սարքի հանգույց 3-ում, որին այն տրվում է Հ1 ձյուղավորիչով [2]: Թեստավորվող սարքի S պարամետրերից մեկի չափման համար սարքն անցնում է իզոլացված ռեժիմի աշխատանքին, որի դեպքում ամբողջ հզորությունը անդրադառնում է թեստավորվող սարքի մուտքից: Ց ցիրկուլատորը պաշտպանում է ուժեղարարը հետադարձ ուղղությամբ գործող մեծ հզորության ազդանշանից: Քանի որ, գնահատված է մուտքային

ազդանշանը, անդրադարձված ազդանշանի գնահատումը ընդունիչ սարքի հանգույց 2-ում հնարավորություն է տալիս որոշել S11 պարամետրը (անդրադարձման գործակիցը) [3]:

Ճ1-ից ազդանշանը տրվում է դիպլեքսերի ցածրահաճախական մուտքին: Լրացուցիչ գտում իրականացնող այդ շղթայից հետո միացվում է թեստավորվող անջատիչը: Ելքային հզորության գնահատումն իրականացվում է ընդունող սարքի հանգույց 4-ում, որին ազդանշանը տրվում է Ճ2 ճյուղավորիչից: Ազդանշանի 4-ում և 3-ում գնահատված հզորությունները հնարավորություն են տալիս որոշել S21 պարամետրը: Թեստավորվող համալարող-անջատիչի ոչգծայնության պատճառով առաջացող բարձր կարգի հարմոնիկները, որոնք անդրադառնում են դեպի մուտք հնարավոր է գնահատել ընդունիչ սարքի հանգույց 5-ում, որին ազդանշանը տրվում է դիպլեքսերի բարձրահաճախական գլխիչից: Անջատիչի աշխատանքի մեկուսացման ռեժիմում մուտքային հզորությունը ամբողջությամբ հետ է անդրադառնում, սակայն ցիրկուլատորի միջոցով հնարավոր է ուղղել այն՝ անդրադարձված ազդանշանը 2-ում գնահատելու նպատակով:

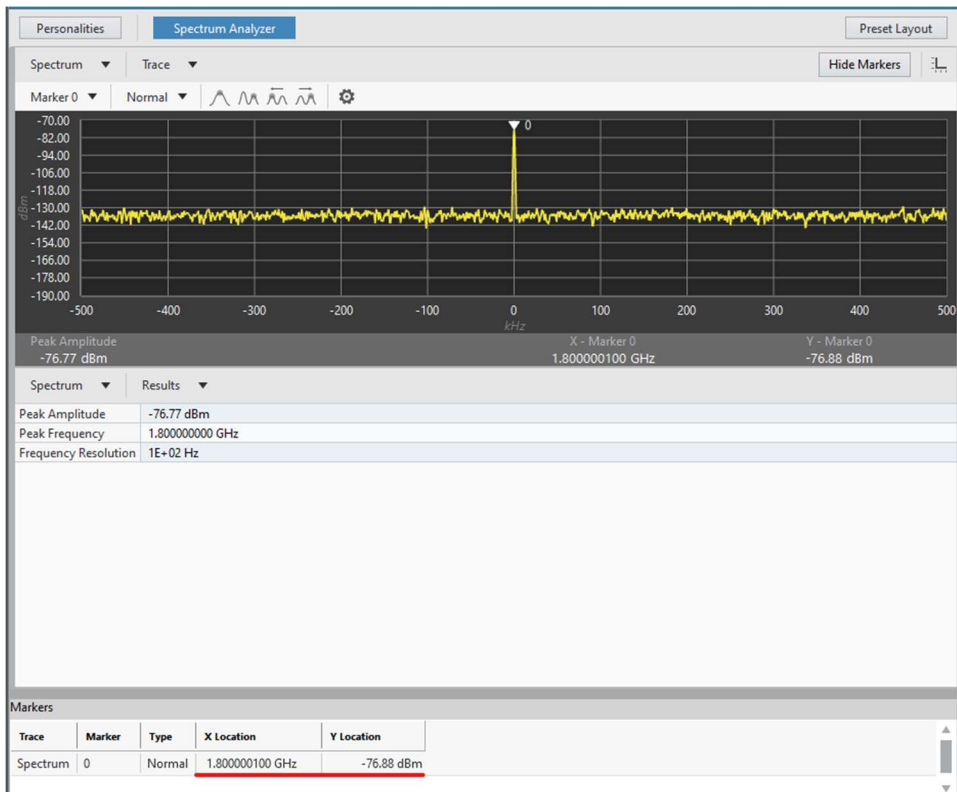
Հետազոտությունների արդյունքները: Հետազոտման ընթացքում գեներացվել է 46 դԲմ հզորությամբ և 900 ՄՀց հաճախությամբ: Մենյակային պայմաններում մի քանի ժամվա աշխատանքի արդյունքում ստացվել է, որ թեստավորման համակարգի հարմոնիկների մակարդակը գտնվում է թույլատրելի միջակայքում: Տրված հզորության և հաճախության համար համակարգի 2-րդ կարգի հարմոնիկների հզորության մակարդակը, ինչպես երևում է նկ. 2-ում, կազմել է -88 դԲմ՝ պահանջվող -80 դԲմ-ի պարագայում:



Նկ. 2. Թեստավորման համակարգի հարմոնիկների մակարդակը առանց թեստավորվող կոմպոնենտի

Սկզբնական փուլում հարմոնիկ ազդանշանի հզորության շեղումը կազմում էր 12 դԲ, ինչի պատճառը, ինչպես պարզվեց վերլուծության արդյունքում, մատույցներից մեկի ոչ բավարար կանգուն ալիքի գործակիցն էր:

Միալների շտկման արդյունքում՝ 2-րդ կարգի հարմոնիկների մակարդակը թեստավորման համակարգի և թեստավորվող կոմպոնենտի հետ միասին կազմել է մոտավորապես -76 դԲմ (նկ.3):



Նկ. 3. Թեստավորվող կոմպոնենտի հարմոնիկների մակարդակը

Ելքային հզորության շղթան շատ զգայուն է: Այն պետք է օպտիմիզացված լինի լավագույն հնարավոր ԿԱԳ հասանելիության տեսակետից, ինչը նշանակում է բարձր որակի մալուխների ձիգ միացումներ, իդեալական մաքուր միջավայր: Օրինակ, փորձը ցույց է տվել, որ բժշկական սպիրտով մատույցների մաքրումը լավացնում է հարմոնիկների մակարդակը 3-4 դԲ-ով:

Եզրակացություն: Նախագծվել և թեստավորվել է չափման համակարգ համալարող ՌՀ անջատիչներում և հզորության ուժեղարարներում ազդանշանի մեծ հզորությամբ պայմանավորված բարձր կարգի հարմոնիկների, ինչպես նաև սարքի S պարամետրերի չափման համար: LabVIEW ծրագրային միջավայրում որոշվել են չափման համակարգի գնահատման էտալոն հանդիսացող բարձր կարգի հարմոնիկները, ինչպես նաև ներկայացվել են թեստավորվող անջատիչի հարմոնիկների գնահատման արդյունքները:

Գրականություն

- 1. David M. Pozar Microwave Engineering.** Fourth Edition. // John Wiley & Sons, Inc., 2012, p. 178-180.
- 2. Joseph J. Carr** Practical Radio Frequency Test & Measurement. // Butterworth-Heinemann, 1999, p. 118.
- 3. R.J. Collier and A.D. Skinner Microwave Measurements 3rd Edition.** // IET Electrical Measurement Series, Volume 12, 2007, p. 23.

Հոդվածը տպագրության է երաշխավորել խմբագրական
խորհրդի անդամ, ֆ.մ.գ.թ. Կ.Ս.Արամյանը: