

Ա.Ա. ԱՂԱԶԱՆՅԱՆ

ՌԱԴԻՈ-ՀԱՃԱԽԱՅԻՆ ԱԶԴԱՆՇԱՆՆԵՐԻ ՓՈԻԼԱՅԻՆ ՇԵՂՄԱՆ ԶԱՓՄԱՆ
ԱՐԴՅՈՒՆԱՎԵՏ ԵՂԱՆԱԿ

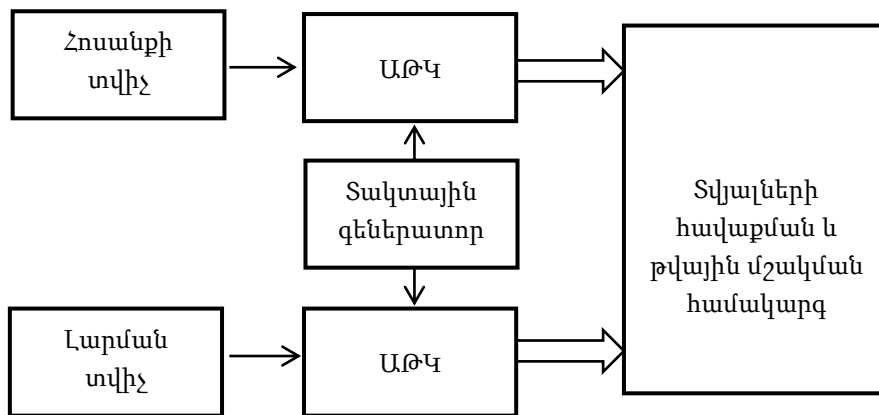
Հետազոտվել է Ֆուրյեի դիսկրետ ձևափոխության վրա հիմնված փուլային շեղման չափման եղանակի արդյունավետությունը: Կատարված ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ Ֆուրյեի արագ ձևափոխության կիրառումը թույլ է տալիս օգտագործել ավելի ցածր գնային դասի անալոգա-թվանշանային կերպափոխիչ (ԱԹԿ)՝ առանց զգալիորեն նվազեցնելու չափման ճշգրտությունները:

Առանցքային բառեր. ռադիո-հաճախականային ազդանշան, փուլային շեղման չափում, Ֆուրյեի արագ ձևափոխություն, ազդանշանների թվային մշակում:

Նախաբան: Նյութերի պլազմային մշակումը համեմատաբար նոր մեթոդ է, որը կիրառվում է կիսահաղորդչային սարքերի արտադրության մեջ: Այս համակարգերում մի քանի $ՄՀg$ -ից մինչև տասնյակ $ՄՀg$ հաճախությամբ ռադիո-հաճախային ճառագայթմամբ, իներտ գազի գրգռման եղանակով ստացվում է ցածր ջերմաստիճանային պլազմա, որն էլ ծառայում է որպես մշակող միջոց: Կիսահաղորդչային սարքերի արտադրության մեջ լայն տարածում է գտել 13,56 $ՄՀg$ հաճախության ճառագայթման կիրառումը [1]:

Պլազմային մշակման տարբեր փուլերում իրականացվում են տարաբնույթ տեխնոլոգիական գործընթացներ, որոնց արդյունքում հաճախ ոչ գծային օրենքով փոփոխվում է պլազմային մշակման խցիկի կոմպլեքս դիմադրությունը, որի արդյունքում խախտվում է ռադիո-հաճախային գեներատորի և պլազմային մշակման խցիկի դիմադրությունների համաձայնեցման պայմանը: Համակարգի ոչ համաձայնեցված լինելը հանգեցնում է փոխանցվող էներգիայի նվազման և պատճառ է դառնում համակարգի անկառավարելիության: Այս խնդրի լուծման նպատակով կիրառվում են հատուկ համաձայնեցնող շղթաներ, որոնք ադապտիվ կերպով փոխում են իրենց վիճակի պարամետրերը, դրանով իսկ ապահովելով շղթայի համաձայնեցման պայմանը: Համաձայնեցման հանգույցներում հաճախ կիրառվում են հետադարձ կապով միմիալացնող ալգորիթմներ: Հետադարձ կապի իրականացման նպատակով կիրառվում են կոմպլեքս դիմադրության չափման սարքեր, որոնց բնութագրերը զգալիորեն կախված են հոսանքի և լարման միջև եղած փուլային շեղման չափման ճշգրտությունից [2,3]:

Պլազմային մշակման համակարգերում ռադիո-հաճախային ազդանշանների փուլային շեղման եղանակով չափիչի կառուցվածքային սխեման բերված է նկ.1-ում:



Նկ. 1. Ռադիո-հաճախականային ազդանշանների փուլային շեղման թվային եղանակով չափիչի կառուցվածքային սխեման

Հոսանքի և լարման տվիչների ելքային անալոգային ազդանշանները փոխանցվում են ԱԹԿ-ներին, այնուհետև թվայնացված ազդանշանները փոխանցվում են ազդանշանների հավաքման և թվային մշակման համակարգին: Երկու հարմոնիկ ազդանշանների փուլային շեղման չափման համար անհրաժեշտ է որոշել երկու ազդանշանների զրոյական անցման կետերը և հաշվել նրանց տարբերությունն ըստ ժամանակի:

Ակնհայտ է, որ փուլային շեղման չափման ճշգրտությունը կախված է օգտագործված ԱԹԿ-ների կարգայնությունից և կերպափոխման հաճախությունից: Որպես կանոն, ավելի բարձր կարգայնության ԱԹԿ-ներն ունեն համեմատաբար ավելի ցածր կերպափոխման հաճախություն և հակառակը:

Սույն աշխատանքի նպատակն է հետազոտել փուլային շեղման թվային չափման եղանակների արդյունավետության կախվածությունը կիրառված ԱԹԿ-ների կարգայնությունից և կերպափոխման հաճախությունից՝ ազդանշանների թվային մշակման տարատեսակ եղանակների կիրառման դեպքում:

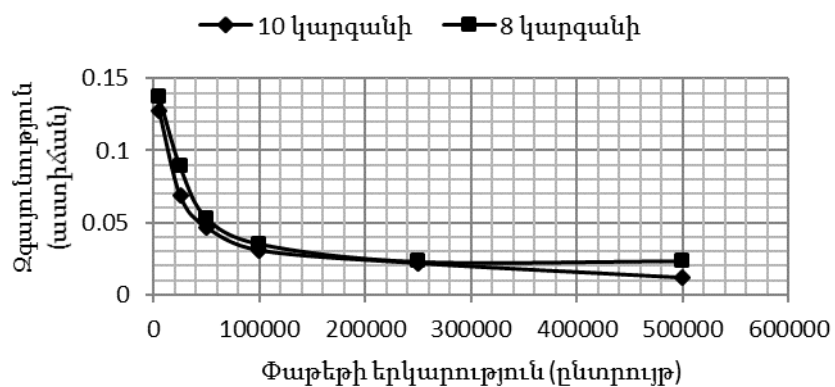
Փուլային շեղման չափումը ազդանշանների թվային մշակմամբ: Փուլային շեղման չափման զգայնության մեծացման նպատակով կիրառվում են ազդանշանների թվային մշակման այնպիսի եղանակներ, ինչպիսիք են ինտերպոլյացիան, սինուսոիդային մոտարկումը և Ֆուրյեի դիսկրետ ձևափոխությունը: Հաշվողական ռեսուրսների խնայման տեսանկյունից ամենաարդյունավետ եղանակը Ֆուրյեի արագ ձևափոխության վրա հիմնված եղանակն է [4]: Այն թույլ է տալիս իրականացնել ավելի արագ չափումներ, որը կարևոր գործոն է պլազմային մշակման համակարգերի համար: Հաշվի առնելով վերը նշվածը, որպես թվային մշակման եղանակ կիրառվել է Ֆուրյեի արագ ձևափոխությունը: Թվայնացման ոչ կոհերենտության արդյունքում առաջացած սխալներից խուսափելու նպատակով կիրառվել են նաև տարատեսակ կշռավորող պատուհաններ: Ֆուրյեի կոմպլեքս ձևափոխության միջոցով ստացվում

են հետազոտվող ազդանշանների փուլային սպեկտրները, որոնցից կարելի է գտնել բոլոր հաճախային բաղադրիչների սկզբնական փուլերը: Գտնելով երկու ազդանշանների հիմնական հաճախությունների սկզբնական փուլերը, կարելի է գտնել երկու ազդանշանների փուլային շեղումը: Չափման ճշգրտությունն այս եղանակի դեպքում զգալի կերպով կախված է հավաքված փաթեթում եղած կետերի քանակից: Կետերի քանակի մեծացումը հանգեցնում է ազդանշանի մշակման տևողության մեծացմանը: Ակնհայտ է, որ այս եղանակի արդյունավետությունը կախված է փաթեթում եղած կետերի քանակի և ԱԹԿ-ի կերպավորման հաճախության համադրությունից:

Չափումների նկարագրությունը: Չափումների նպատակով պատրաստվել է հատուկ համակարգ, որտեղ որպես հենային ազդանշանների աղբյուր օգտագործվել է երկելքանի հարմոնիկ ազդանշանների ճշգրիտ գեներատոր, որը թույլ է տալիս ստեղծել կառավարվող փուլային շեղում երկու ելքերի միջև մինչև 0,001 աստիճան: Ազդանշանների գրանցման համար օգտագործվել են երկու տարբեր թվային օսցիլոգրաֆներ՝ համապատասխանաբար 8 և 10 կարգայնությամբ:

Գեներատորի ելքերը հատուկ մալուխների միջոցով միացվում են օսցիլոգրաֆի մուտքերին: Մինչև չափումների իրականացումը կատարվել են համակարգի տրամաչափում և հաստատուն սխալների վերացում:

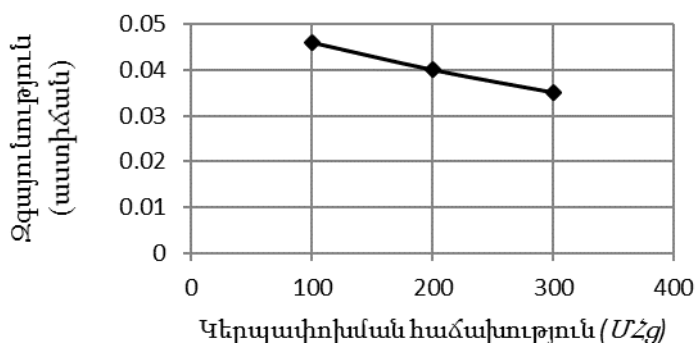
Արդյունքները: Ֆուրյեի դիսկրետ ձևափոխության վրա հիմնված փուլային շեղման չափիչի արդյունավետության գնահատման նպատակով իրականացվել են մի շարք չափումներ: Մասնավորապես, հետազոտվել է զգայնության և արագագործության կախումը գրանցված փաթեթում եղած ընտրությունների քանակից: Նկ. 2-ում բերված են չափման զգայնության և փաթեթի երկարության կախվածության կորերը 8 և 10-կարգանի ԱԹԿ-ների համար:



Նկ. 2. Չափման զգայնության կախվածությունը փաթեթում եղած ընտրությունների քանակից

Ստացված արդյունքներից հետևում է, որ փուլային շեղման չափման զգայնությունը փաթեթի երկարության մեծացման դեպքում մեծանում է: Ընդ որում, միննույն պայմանների դեպքում 10-կարգանի ԱԹԿ-ի կիրառման ժամանակ չափման զգայնությունն աճում է 0,02 աստիճանով:

Հետազոտվել է փուլային շեղման չափման զգայնության կախվածությունը ԱԹԿ-ի կերպափոխման հաճախությունից: Նկ. 3-ում բերված են չափման արդյունքները 8-կարգանի ԱԹԿ-ի համար համապատասխանաբար 100, 200 և 300 ՄՀգ կերպափոխման հաճախության դեպքում:



Նկ. 3. Չափման զգայնության կախվածությունը ԱԹԿ-ի կերպափոխման հաճախությունից

Արդյունքներից երևում է, որ չափման զգայնությունը մեծանում է կերպափոխման հաճախության մեծացմանը զուգընթաց: Մասնավորապես, փոխելով կերպափոխման հաճախությունը 100-ից 300 ՄՀգ, չափման զգայնությունն աճում է 0,01 աստիճանով:

Եզրակացություն: Չափման արդյունքներից կարելի է եզրակացնել, որ փուլային շեղման չափման արդյունավետությունը չափման զգայնության տեսանկյունից Ֆուրյեի արագ ձևափոխության կիրառման արդյունքում բարելավվում է և միննույն պայմանների դեպքում 10-կարգանի ԱԹԿ-ի կիրառման դեպքում 0,02 աստիճանով ավելի բարձր է, քան 8-կարգանի ԱԹԿ-ի դեպքում: Միննույն ժամանակ, չափման արագության վրա ազդում է օգտագործված ԱԹԿ-ի կերպափոխման առավելագույն հաճախությունը: Այսպիսով՝ Ֆուրյեի արագ ձևափոխության կիրառումը թույլ է տալիս օգտագործել ավելի ցածր գնային դասի ԱԹԿ՝ տվյալ խնդրի համար ոչ զգալիորեն նվազեցնելով չափման ճշգրտությունները:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. Система двумерной визуализации и мониторинга переменного магнитного поля ISSN 0002-306X / **А.А. Агаджанян, А.А. Ахумян, Т.В. Закарян и др.** // Изв НАН РА и ГИУА. Сер. ТН.- 2014. -Т. LXVII, № 4. –С. 395 – 402.
2. **Amatucci W., Walker Broadband D.** Plasma Impedance Measurements and Determination of Plasma Parameters / Novel Research Laboratory. NRL/MR/6750-04-8811.- 2004.
3. **Hopkins M., King L.** Evaluation of a Plasma Impedance Probe in Time-varying Non-uniform Plasma // 49th AIAA/ASME/SAE/ASEE Joint Propulsion Conference, DOI: 10.2514/6.2013-4129, 2013.
4. **Sedlacek M., Krumpholtz M.** Digital Measurement of Phase Difference// A Comprehensive Study of DSP Algorithms. - 2005.- Vol. 12, no. 4.- P. 427-488.

ՀՀ ԳԱՍ ՌՖԷԻ: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 07.02.2015:

А.А. АГАДЖАНЫАН

ЭФФЕКТИВНЫЙ РАДИОЧАСТОТНЫЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ СДВИГА ФАЗ

Исследована оценка эффективности измерителя фазового сдвига при применении дискретного преобразования Фурье. Показано, что применение быстрого преобразования Фурье позволяет использовать аналого-цифровой преобразователь более низкой ценовой категории, незначительно снижая точность измерений.

Ключевые слова: радиочастотные сигналы, измерение разности фаз, быстрое преобразование Фурье, цифровая обработка сигналов.

A.A. AGHAJANYAN

AN EFFICIENT RF METHOD FOR PHASE SHIFT MEASUREMENT

The meter efficiency of the phase shift at applying the Fourier discrete transformation is estimated. It is shown that the use of the fast Fourier transform allows to use a lower price category of analog-to-digital converter reducing the measurement accuracy only slightly.

Keywords: RF signals, phase shift measurement, fast Fourier transformation, digital signal processing.