

«Сейфуллин оқулары – 18: « Жастар және ғылым – болашаққа көзқарас» халықаралық ғылыми -практикалық конференция материалдары = Материалы международной научно-практической конференции «Сейфуллинские чтения – 18: « Молодежь и наука – взгляд в будущее» - 2022.- Т.І, Ч.ІV. - Б. 33-35

ФАЗАЛЫҚ МАССИВ ӘДІСТЕРІНІҢ ҚОЛДАНЫЛУЫ

Сүлеймен Ә.С., 1-курс магистрі

Нұр-Сұлтан қ., С.Сейфуллин атындағы қазақ агротехникалық университет,

Кіріспе. Фазалық торды (Phased Array) қолдана отырып, дәнекерленген қосылыстарды ультрадыбыстық бақылау, дәнекерлеу және металл ақауларын анықтаудың заманауи және тиімді әдісі болып табылады. Фазалық тор мен ультрадыбыстық диагностика әдісін қолдана отырып, радиографиялық, магниттік ұнтақты немесе капиллярлық сияқты қымбат (шығындардан) әдістерді қолданбай, ең күрделі нысандарды бақылауға мүмкіндік береді.

Шығу тарихы. Фазалық антенна торымен қолданысты алғаш рет 1905 жылы Нобель сыйлығының лауреаты Карл Фердинанд Браун көрсетті, ол радио толқындарының бір бағытта жақсарғанын көрсетті[1]. Екінші дүниежүзілік соғыс кезінде Нобель сыйлығының лауреаты Луис Альварес ұшақтардың қонуына көмектесетін жүйе - "жерден басқарылатын қонуға кіру" үшін жылдам басқарылатын радар жүйесінде фазалық антенна торын қолданды. Сонымен бірге Германиядағы GEMA Mammut 1 құрылған болатын. Кейінірек ол радио астрономиясына бейімделді, бұл үшін Энтони Хьюиш пен Мартин Райл физика бойынша Нобель сыйлығына ие болды, Кембридж университетінің планетааралық сцинтилляциялық торында бірнеше үлкен фазалық торлар жасалды. Бұл дизайн радиолокация үшін де қолданылады және интерферометриялық радио антенналарда жинақталған.

2004 жылы Калифорния технологиялық институтының зерттеушілері 24 ГГц жиілікте 8 элементтен тұратын кремний негізіндегі антенналық тормен алғашқы интеграцияланған қабылдағышты көрсетті. Бұдан кейін 2005 жылы CMOS 24 ГГц фазалық антенна таратқышы және 2006 жылы кіріктірілген антенналары бар 77 ГГц фазалық антенна таратқышы Caltech командасы көрсетті [2]. 2007 жылы DARPA зерттеушілері 16 элементтік фазалық антенналық антеннаны жариялады, ол сонымен қатар барлық қажетті тізбектермен бір кремний чипіне біріктіріліп, 30-50 ГГц жиілікте жұмыс істеді.

Қолданылуы. Фазалық антенна торының жұмыс принципі диафрагма арқылы берілген электр өрісін (фаза мен амплитуда) синтездеуден тұрады. Алынған сәуле электронды өрістің таралуының Фурье түрлендіруін жақындатады. Жеке антенналар көбінесе толқын ұзындығының жартысына жуық қашықтықта болады. Сирек массивтер, әрине, элементтер арасында әлдеқайда үлкен аралықты пайдаланады.

Фазалық массивке ие қасиеттер:

Қуат: жиналған сигнал барлық жеке антенналардың біріктірілген сигналы болып табылады, сондықтан қуатты болып келеді.

Сәуленің құрылымдауы: біріктірілген антенналардың бағдарлау диаграммасы кез-келген жеке антенналарға қарағанда әлдеқайда тар болуы мүмкін.

Сәулені басқару: максималды сезімталдығы бар ұжымдық антеннаның бағытын жеке Антенналарды механикалық ауыстырусыз өзгертуге болады. Электрондық реттелетін фазалық түрлендіргіштері бар матрица үшін Сіз фазалық ығысуларды ауыстыра алатындай сәуленің орнын тез ауыстыра аласыз. Үлкен антенналар өте баяу қозғалады.

Сенімділік: егер, бір антенна кесірінен позициялау жүйесі істен шықса, антеннаның көру сызығынан басқа ештеңе көру мүмкін емес. Егер, антенна торы кесірінен бір антенна істен шықса, қалғандары жұмысын жалғастырса да, ұжымдық схема аздап өзгереді (біртіндеп деградация деп аталады).

Салмағы: ауада қолданылатын фазаланған антенна торының салмағы суспензиядағы ұқсас жылдам басқарылатын жалғыз антеннаға қарағанда салмағы аз болып келеді.

Құны: механикалық басқарылатын өте үлкен антеннаны ажыратымдылығын жоғалтпай арзан антенналар жиынтығымен ауыстыруға болады (бір криогендік қабылдағыш криогендік қабылдағыштардың жиынтығынан арзан болуы мүмкін), бірақ шығындарды салыстыру жүйенің егжей-тегжейлі талаптарын ескермеуі қиын.

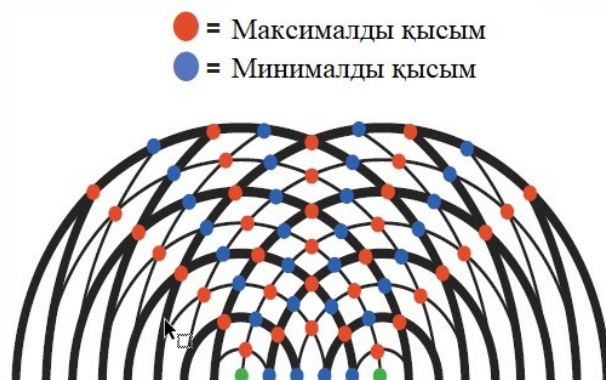
Бірнеше сәулелер: фазалық таратқыштармен қамтамасыз етілген бақылаудың кең спектрін қолдана отырып, бірнеше сәулелердің жауаптарын синтездеуге болады [3].

Көпшілігіміз ультрадыбыстық бейнелеудің медициналық қосымшаларымен таныспыз, онда жоғары жиілікті дыбыстық толқындар ішкі ағзалардың егжей-тегжейлі көлденең суреттерін жасау үшін қолданылады. Медициналық сонограммалар әдетте арнайы көп элементті түрлендіргіштермен немесе фазаланған торлармен, қажетті аппараттық және бағдарламалық жасақтамамен бірге жасалады. Ультрадыбыстық фазаланған торлардың технологиясын қолдану медициналық диагностикамен шектелмейді. Соңғы жылдары FR жүйелері ақпараттық мазмұнның жаңа деңгейлерін қамтамасыз ету және бақылаудағы визуализация, қалыңдық профилін құру және жұмыс кезінде ақауларды анықтау үшін өнеркәсіпте жиі қолданылады.

Алғашқы 20 жыл ішінде сериялық ультрадыбыстық жабдықта бір элементті пьезоэлектрлік түрлендіруші (ПЭТ) пайдаланылды, онда толқынның пайда болуы және жаңғырық сигналдарын алу бір пьезокристалмен жүзеге асырылды; сәуле шығаратын және қабылдайтын пьезокристалдармен бөлек-біріктірілген ПЭТ; сондай-ақ бір мезгілде екі бір элементті түрлендіргішті пайдаланатын бөлек немесе көлеңкелі жүйелер. Бұл технологиялар әлі күнге дейін өнеркәсіптік дефектоскопия мен қалыңдығын өлшеу үшін көптеген заманауи ультрадыбыстық құрылғыларда қолданылады.

Алайда, жыл сайын фазалық торлары бар құрылғылар бұзылмайтын бақылау саласында сұранысқа ие бола бастады.

Толқындардың күшейтетін және өшіретін өзара әрекеттесу принципін 1801 жылы ағылшын ғалымы Томас Юнг көрсетті. Оның әйгілі тәжірибесінде кедергі жолақтарын жасау үшін екі жарық көзі қолданылды. Фазадағы толқындар бір-бірін күшейтеді, антифазадағы толқындар бір-бірін өшіреді (сурет-1.1).



(Сурет 1.1 Екі жарық көзінен интерференциялық жолақтар)

Фазалық ығысу немесе фазалық синхрондау — екі немесе одан да көп көздерден толқын фронттарының уақытында ығысуына байланысты толқындардың өзара әрекеттесуін бақылау әдісі. Ол толқынның алдыңғы энергиясын иілу, басқару немесе фокустау үшін қолданылады.

60-жылдары ғалымдар фазалық торлары бар ультрадыбыстық жүйелерді жасай бастады. Олар басқарылатын интерференциялық суреттер арқылы дыбыстық сигналдарды жіберетін көптеген радиациялық элементтері бар түрлендіргіштерді қолданды. 70-жылдардың басында алғашқы сериялық медициналық диагностикалық жүйелер фазалық торлармен пайда болды. Олар дыбыс сәулелерін басқаруға және адам ағзасы тіндерінің көлденең кимасының бейнесін алуға мүмкіндік берді (сурет 1-2).



Сурет 1.2 - Медициналық диагностикадағы фазаланған торлар

Ең алғашқыда ФТ бар ультрадыбыстық құрылғылар негізінен медицина саласында қолданылды. Бұған адам денесінің белгілі құрамы мен құрылымына байланысты құрылғылар салыстырмалы түрде қарапайым болғандықтан, алынған суреттерді түсіндіру оңай болды. Өнеркәсіптік саласында қолдану әлдеқайда күрделі міндет болды. Барлық бақыланатын материалдар (металдар, композиттер, керамикалық материалдар,

пластмассалар және талшықтар) әртүрлі акустикалық сипаттамаларға ие. Сондай-ақ, өнеркәсіптік сынақтардан өтетін объектілердің әртүрлі геометриясы мен қалыңдығын ескеру өте қиын. 80-ші жылдары пайда болған фазалық торлардағы алғашқы өнеркәсіптік жүйелер өте үлкен болды. Сонымен қатар, алынған деректерді өңдеу және көрсету үшін компьютерге жіберу қажет болды. Бұл жүйелер негізінен электр станцияларында жұмыс кезінде техникалық бақылау үшін пайдаланылды. Фазаланған торлар Атом индустриясында белсенді түрде ілгері жылжыды, онда техникалық бақылау әдістері сыни ақауларды анықтау ықтималдығын арттыру үшін ультразаманауи технологияларды қолдануға мүмкіндік береді. Олар сонымен қатар кең жалған біліктер мен төмен қысымды турбиналардың бөлшектерін бақылау үшін қолданылды.

Пайданылған әдебиеттер

- 1 A.Prasch (1906), "Progress in the field of wireless telegraphy", Stuttgart, Germany: Ferdinand Enke, vol.4, p.184-185;
- 2 A. Babakhani, X. Guan, A. Komijani, A. Natarajan, and A. Hajimiri (2006), "A 77GHz 4-Element Phased Array Receiver with On-Chip Dipole Antennas in Silicon", California Institute of Technology, Pasadena, CA;
- 3 Microwaves101, "Phased Array Antennas", available at: <https://www.microwaves101.com/encyclopedias/phased-array-antennas;>
- 4 Ets-ndt, "Фазированные решетки", available at: <https://ets-ndt.ru/olympus/azbuka/metod-fr.html>.