



УКРАЇНА

(19) UA (11) 36155 (13) A

(51) 6 H01Q21/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ФАЗОВАНА АНТЕННА РЕШІТКА

(21) 99116114

(22) 10.11.1999

(24) 16.04.2001

(33) UA

(46) 16.04.2001, Бюл. № 3, 2001 р.

(72) Гончаренко Андрій Миколайович, Литвин Володимир Іванович

(73) Гончаренко Андрій Миколайович, Литвин Володимир Іванович

(57) Фазована антенна решітка, що містить вхідні і/або вихідні клеми, N послідовно з'єднаних мо-

дулів, кожний з яких складається з напрямленого відвітлювача, до перших входу і/або виходу якого послідовно підключені вхід і/або вихід одиначної антени, а до других входу і/або виходу послідовно підключені перші вхід і/або вихід частотно-чутливого елемента, яка **відрізняється** тим, що будь-який з модулів додатково містить узгоджений підсилювач, вхід і/або вихід якого послідовно з'єднані з другими входом і/або виходом частотно-чутливого елемента.

Винахід належить до радіотехніки і може бути використаний для забезпечення зв'язку в інформаційних мережах, а також для організації сотового і транкінгового зв'язку в аналогових та цифрових системах.

Відома фазована антенна решітка (у подальшому ФАР) з паралельною схемою збудження (1, с. 206). ФАР містить N одиначних антен, які з'єднані з вхідними і/або вихідними клемами частотно-чутливими елементами, довжина яких різна і збільшується, переходячи від однієї одиначної антени до другої.

Недоліком відомого пристрою є необхідність мати широкодіапазонний тракт живлення: великої довжини, що обумовлює значні втрати енергії у частотно-чутливих елементах і високу вартість ФАР.

Відома ФАР з послідовною схемою збудження (2, с. 180).

Відома ФАР виконана у вигляді однієї довгої частотно-чутливої лінії з еквідистантно розміщеними одиначними антенами.

Надане технічне рішення є найбільш близьким до того, що пропонується, за сукупністю суттєвих ознак і обране як прототип.

Прототип, аналогічно ФАР, що пропонується, містить вхідні і/або вихідні клеми та N послідовно з'єднаних модулів. Кожен модуль складається з напрямленого відвітлювача, до якого послідовно підключений частотно-чутливий елемент і одиначна антена. ФАР може виконуватися прийомною, передавальною і суміщеною.

Величині кута приходу сигналу Θ_{\max} відповідає просторове запізнювання на відрізок між сусідніми

одиначними антенами, яке приводить до фазового набігу поміж ними.

Управління положенням головного максимуму характеристики напрямленості зводиться до компенсації цього фазового набігу таким чином, щоб на вхід приймача сигнали від усіх одиначних антен надходили синфазно.

Практично компенсація фазового набігу між сусідніми одиначними антенами досягається забезпеченням відповідного фазового зсуву у відрізку лінії передачі поміж ними.

Основним недоліком відомого пристрою є значне затухання каналізованої потужності, так як передача електромагнітних коливань йде по одному тракту.

В основу винаходу поставлено задачу вдосконалити фазовану антенну решітку шляхом введення в склад її модулів елементів, які компенсують затухання сигналу, що дозволить збільшувати дальність зв'язку без збільшення потужності випромінюваної енергії передавачів.

Поставлена задача вирішується тим, що у фазованій антенній решітці, яка містить вхідні і/або вихідні клеми, N послідовно з'єднаних модулів, кожний з яких складається з напрямленого відвітлювача, до перших входу і/або виходу якого послідовно підключені вхід і/або вихід одиначної антени, а до других входу і/або виходу послідовно підключені перші вхід і/або вихід частотно-чутливого елемента, згідно винаходу, будь-який з модулів додатково містить узгоджений підсилювач, вхід і/або вихід якого послідовно з'єднані з другими входом і/або виходом частотно-чутливого елемента.

Використання в модулях ФАР узгоджених підсилювачів дозволяє скомпенсувати затушення сигналу при проходженні його крізь елементи решітки й підтримувати в неї режим біжучої хвилі.

Цей технічний результат забезпечується таким чином:

Враховуючи те, що основні втрати потужності сигналу виникають при проходженні їм частотно-чутливих елементів, і, беручи до уваги величину цих втрат, що залежить від відомих сталих параметрів частотно-чутливого елемента, в кожному узгодженому підсилювачі коефіцієнт підсилювання обирається таким чином, щоб забезпечити компенсацію втрат потужності сигналу при проходженні їм кожного модуля.

Завдяки компенсації втрат, потужність сигналу на вході (виході) кожного модуля буде рівна потужності на його виході (вході). Розглянемо конкретний приклад, коли ФАР містить 18 модулів, а узгоджені підсилювачі використовуються у кожному модулі.

На фіг.1 відображена діаграма розподілу потужності електромагнітної хвилі при проходженні нею ФАР з 18 модулів, у яких не використовуються узгоджені підсилювачі (прототип), на фіг. 2 - аналогічна діаграма для ФАР, що пропонується.

При цьому, затушення сигналу в кожному модулі прототипу складає 2 дБ, а підсилювання сигналу у кожному узгодженому підсилювачі виходу відповідає цій величині.

Таким чином, затушення сигналу на вісімнадцятому модулі прототипу складає 36 дБ, а затушення сигналу на вісімнадцятому модулі пристрою, що пропонується, близьку до нуля величину, що дозволяє нарощувати число прийомо-передавальних модулів ФАР і, таким чином, збільшувати коефіцієнт її напрямленої дії.

В переважному варіанті виконання дана ФАР виконується суміщеною (прийомо-передавальною). Її структурна схема подана на фіг.3.

ФАР містить вхідні 1 і вихідні 2 клеми, до яких підключено N модулів 3, кожний з яких містить напрямлений відвітлювач 4, до якого підключено одинична антена 5 і послідовно з'єднані частотно-чутливий елемент 6 і узгоджений підсилювач 7. У разі відсутності розподілу прийомного і передавального каналів модулі ФАР можуть укомплектовуватися антенними комутаторами 8.

Пристрій може працювати в режимі прийому і в режимі передачі.

В режимі передачі сигнал від передавача 9, підключеного до вхідних клем 1, комутується антенним комутатором 8 на напрямлений відвітлювач 4, який, у свою чергу, розподіляє сигнал на одиничну антену 5 і частотно-чутливий елемент 6, виконаний у вигляді лінії затримки. Після проходження лінії затримки сигнал запізнюється на заданий нею час затримки Дт. Далі сигнал через антенний комутатор 8 поступає на узгоджений підсилювач 7, де підсилюється до вхідної величини.

Після цього сигнал подається на наступний модуль ФАР, що працює аналогічно, і так до останнього модуля.

Направлений відвітлювач уявляє собою пристрій, який розподіляє електромагнітну хвилю на декілька напрямків і здійснює зворотну дію, коли

електромагнітні хвилі з декількох напрямків сумуються в одному.

Узгоджений підсилювач - підсилювач, що не створює відбитого сигналу.

Параметри елементів ФАР повинні забезпечувати вхідну потужність $P_{\text{вихА}}$ кожної одиничної антени, відповідно заданому закону амплітудного розподілу. У поширеному випадку це буде рівноамплітудне значення:

$$P_{\text{вихА1}} = P_{\text{вихА2}} = \dots = P_{\text{вихАН}}, \quad (1)$$

де N - номер модуля.

Сигнали від кожної випромінюючої одиничної антени мають однакову форму і мають постійну часову затримку $\Delta\tau$. Часова затримка, у свою чергу, визначає фазове співвідношення між сигналами, відповідно для кожної частоти - напрямку. У найпростішому й поширеному випадку, коли ФАР лінійна, а випромінюючі одиничні антени віддалені одна від одної на еквідістантну відстань $d < \lambda$, де λ - довжина хвилі, напрямленість випромінювання на середній частоті робочого діапазону буде перпендикулярна площині решітки.

При цьому фазовий зсув між одночасно випроміненими сигналами буде рівний нулю, а результуючий випромінений сигнал рівний сумі амплітуд сигналів, що випромінюються одиничними антенами. Математично набіг фази між сусідніми одиничними антенами виразиться як

$$\Psi = \Delta\varphi = 2\pi f_{\text{серед}} \Delta\tau - 2\pi f_{\text{роб}} \Delta\tau = 2\pi \Delta\tau (f_{\text{серед}} - f_{\text{роб}}) \quad (2)$$

де: $\Psi = \Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$ - різниця фаз струмів, що живлять сусідні одиничні;

$f_{\text{серед}}$ - середня частота випромінювання;

$f_{\text{роб}}$ - робоча частота випромінювання.

Напрямок випромінювання визначається кутом $\Theta_{\text{макс гол}}$.

$$\Theta_{\text{макс гол}} = \arcsin \left(-\frac{\Psi}{2\pi d f_{\text{роб}}} \right) = -\arcsin \frac{\Delta\tau c (f_{\text{серед}} - f_{\text{роб}})}{d f_{\text{роб}}}, \quad (3)$$

де: $\Theta_{\text{макс гол}}$ - кутове положення головного максимуму діаграми напрямленості;

$c = 3 \cdot 10^8$ м/с - швидкість світла у вільному просторі;

d - відстань між сусідніми одиничними антенами.

При наближенні $f_{\text{роб}}$ до $f_{\text{серед}}$ $\Theta_{\text{макс гол}}$ буде наближатися до нуля, а напрямок випромінювання буде перпендикулярний площині ФАР. При відхиленні робочої частоти від середнього значення, фазовий набіг між сусідніми випромінювачами однаковий і відзначний від нуля.

Напрямок випромінювання при цьому змінюється у відповідності від різниці робочої і середньої частот.

Якщо на вхід ФАР поступає декілька частотних каналів, вона розподіляє кожний частотний канал по заданому кутовому напрямку.

При необхідності ФАР може незалежно передавати інформацію на M-фіксованих напрямках M-направленими проміннями в M пунктів.

В режимі прийому подана ФАР, у відповідності з принципом взаємності, працює аналогічним чином, з тією різницею, що забезпечується підсилення сигналу, який поступає на вхід одиначної антени з M азимутальних напрямків на M частотах від M незалежних передавачів. Сумарний підсилений сигнал подається на вхід приймача 10.

Для організації сотового або транкінгового зв'язку ФАР установлюють на базових станціях, і діаграма напрямленості на прийом і передачу формується одночасно до кожного абонента. Перекривання 360-градусного сектора діаграми напрямленості здійснюється, наприклад, шляхом об'єднання в кругову ФАР трьох лінійних ФАР, кожна з яких обслуговує азимутальний сектор в 120 градусів з невеликим перекриванням.

На фіг. 4 подана схема організації сотового або транкінгового зв'язку з використанням двох рознесених ФАР, одна з яких працює в режимі прийому, а друга - в режимі передачі.

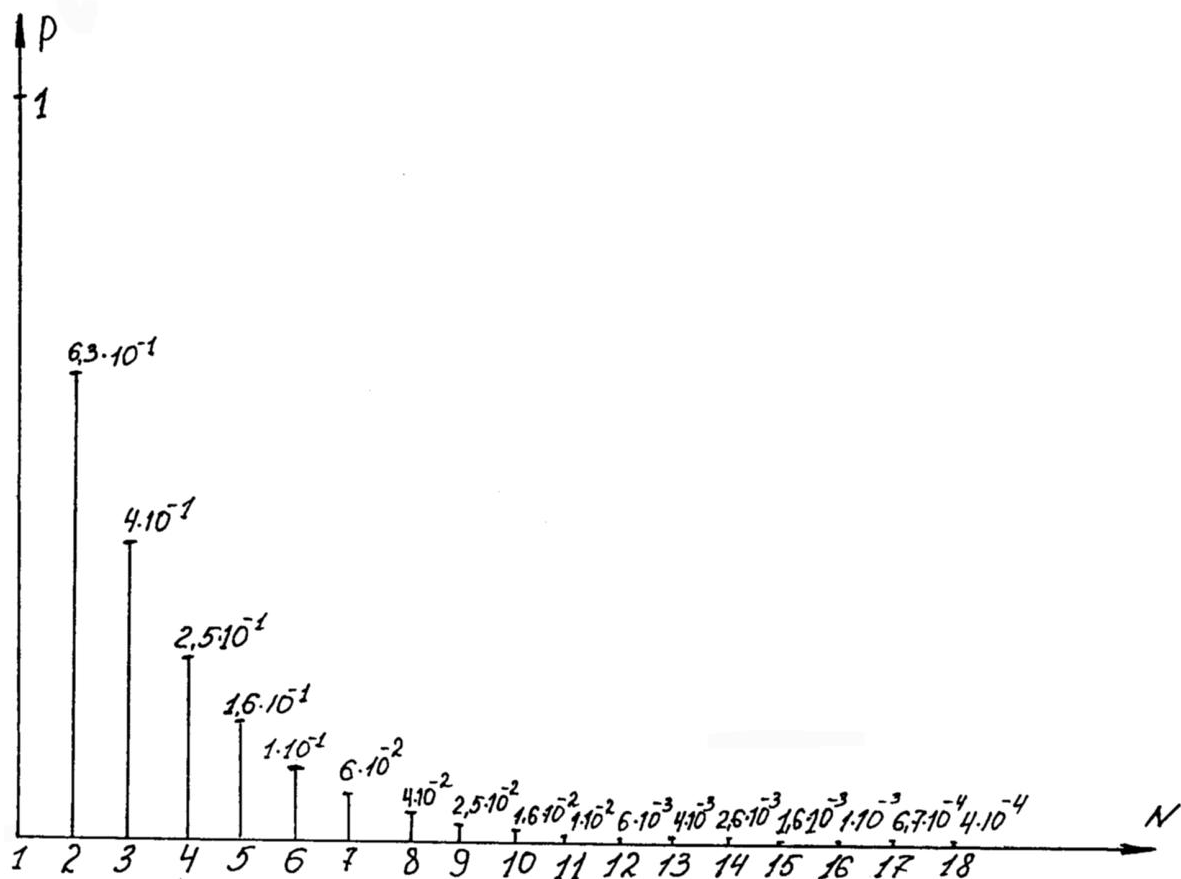
Прийомні частоти каналів зв'язку f_1, f_2, f_3 зсунуті відносно передавальних на величину Δf і складають, відповідно, $f_1 + \Delta f, f_2 + \Delta f, f_3 + \Delta f$.

Як одиничні антени використовуються ненаправлені антени, які утворюють сумарну діаграму напрямленості з напрямленими прийомом від кожного абонента і передачею до кожного абонента.

ФАР, що пропонується, забезпечує підвищення дальності зв'язку без збільшення потужності передавачів базової станції і абонента, дозволяє скоротити кількість базових станцій і знижує рівень незатребуваної, шкідливої для здоров'я людини енергії електромагнітного поля СВЧ, що випромінюється не в сторону абонента.

Джерела інформації:

1. Лысенко В.И., Фошкин А.С., Астистов Г.Г. Антенные системы радиоэлектронных средств. Конспект лекций. - Киев: КВИРТУ ПВО, 1986.
2. Антенные решетки. Методы расчета и проектирования / Под ред. Бенсона Л.С. - М.: Советское радио, 1966.



Фіг. 1

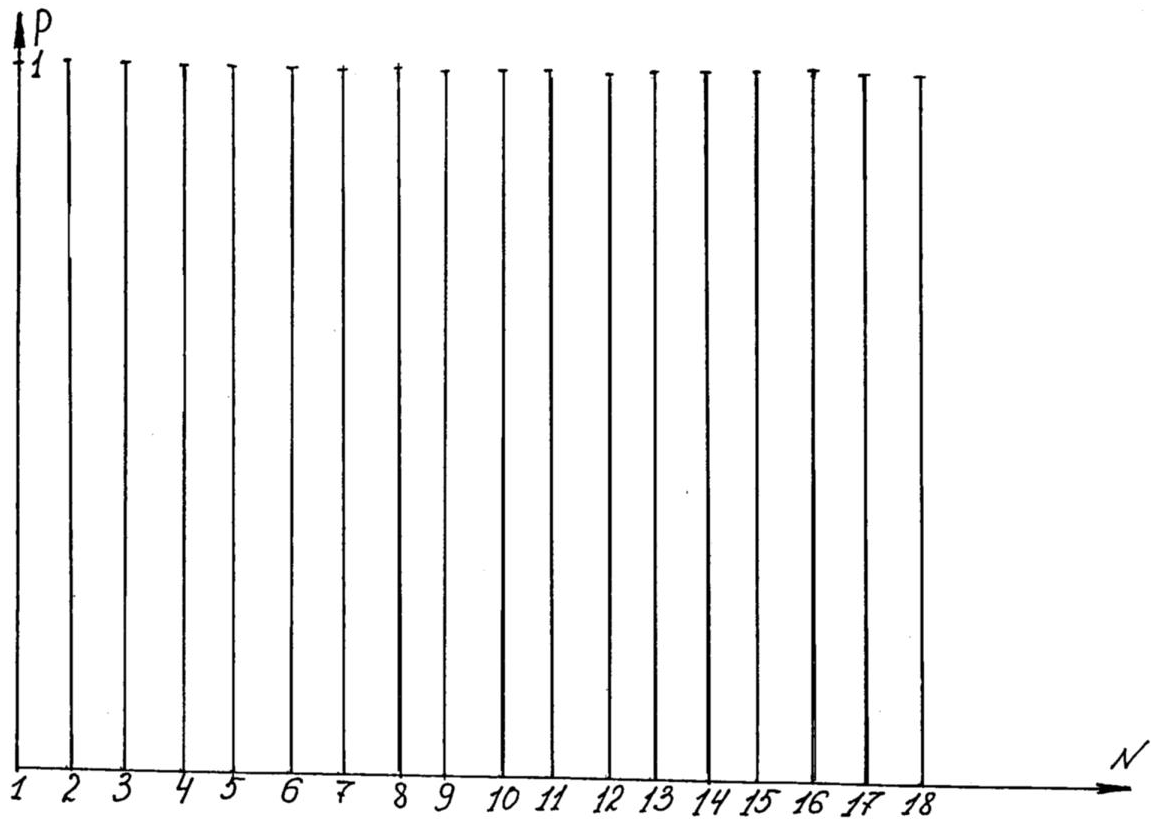
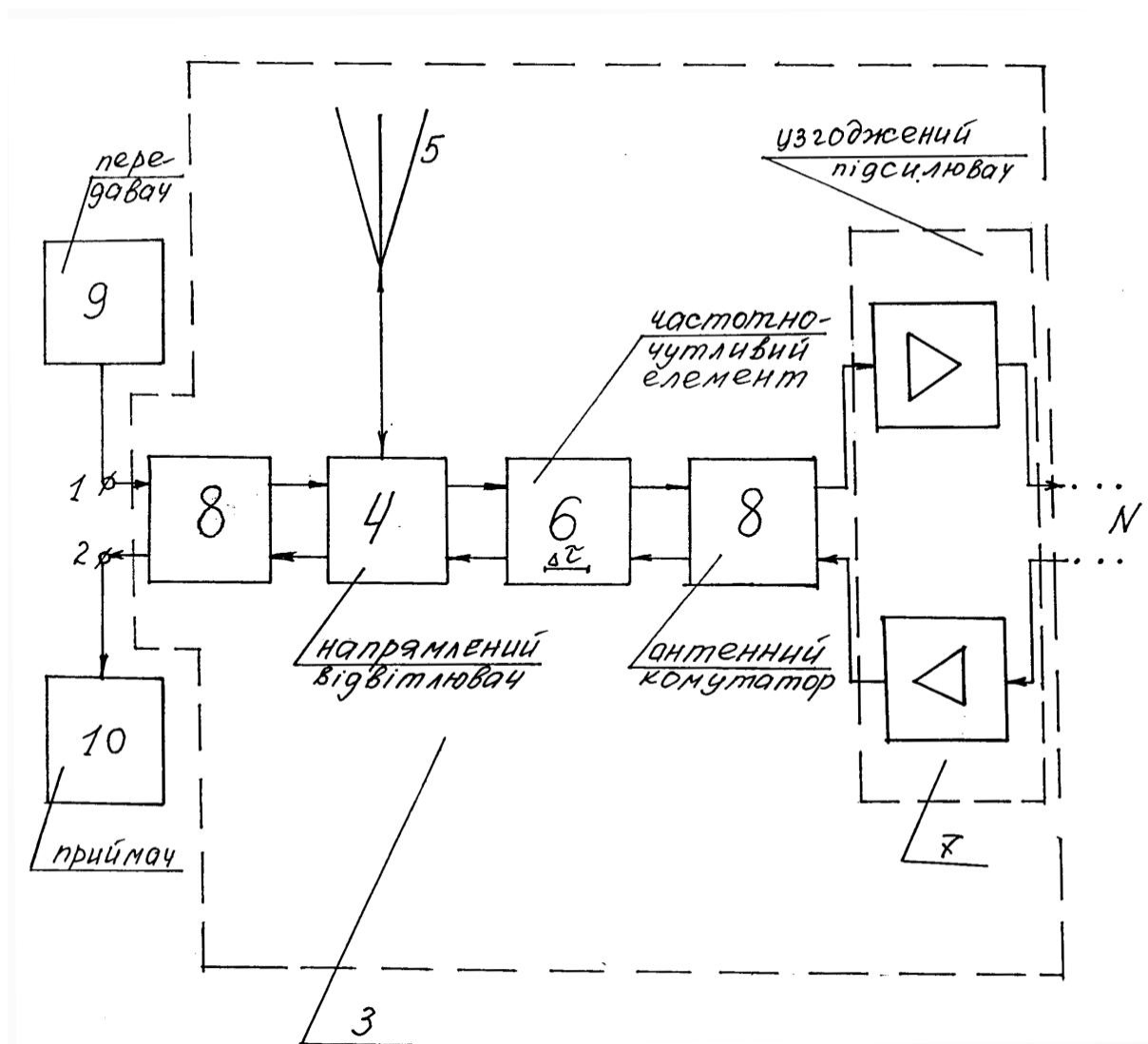


Fig. 2.



Фіг. 3.

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
 Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
 (044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2001 р. Формат 60x84 1/8.
 Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
 (044) 268-25-22