

Вібраторна приймальна антена кругової поляризації

Винахід належить до області антенної техніки і може бути використаний для прийому радіохвиль мікрохвильового діапазону кругової поляризації в радіотехнічних системах різного призначення.

Відома антена у вигляді симетричного дротяного вібратора. Аналог містить симетричний вібратор у вигляді двох металевих проводів однакової довжини і двопровідну фідерну лінію [1].

Недоліком аналогу є те, що він не може випромінювати радіохвилі кругової поляризації, а випромінює лінійно поляризовані радіохвилі.

Відома також вібраторна антена типу «хвильовий канал». Аналог містить активний симетричний вібратор, позаду якого розміщений вібратор рефlector, а попереду - декілька пасивних вібраторів- директорів [2].

Недоліком аналогу є те, що він не може випромінювати радіохвилі кругової поляризації, а випромінює лінійно поляризовані радіохвилі.

Прототипом вибрана вібраторна турнікетна антена. До складу прототипу входять такі основні елементи:

два однакові симетричні взаємно перпендикулярні вібратори, один з яких є вертикальним, а одиний - горизонтальним;

два фазообертача у вигляді відрізків двопровідних ліній, пов'язаних зі своїми вібраторами (довжина фазообертача вертикального вібратора на чверть довжини хвилі більша, ніж у горизонтального вібратора);

двопровідна фідерна лінія, до якої паралельно підключені виходи обох фазообертачів.

Для узгодження фідерного тракту прототипу вважається, що хвильовий опір фідерної лінії вдвічі менше, ніж у відрізків ліній, з яких виконані фазообертачі. Умовно вважається, що антена приймає радіохвилі кругової поляризації лівого обертання, а хвиля падає на антену перпендикулярно площині вібраторів.

Турнікетна антена випромінює в передню і задню напівсферу. На практиці часто вимагається виключити випромінювання в задню напівсферу і завдяки цьому покращити коефіцієнт підсилення і направлені властивості антени. Це можна зробити, наприклад, за допомогою відомого плоского металевого екрану, розташованого паралельно площині вібраторів на відстані чверті довжини хвилі від неї. Умовно вважається, що прототип містить такий екран (на рисунку в літературі [1] цей екран не показаний) [1].

Недолік прототипу полягає в тому, що на виході турнікетної антени потужність сигналу, що приймається, мала і така антена має низький коефіцієнт використання площі і низький коефіцієнт підсилення.

В основу винаходу поставлена задача вдосконалення вібраторної приймальної антени кругової поляризації, в якій за рахунок виконання антени з декількох розташованих в одній площині симетричних однакових вібраторів зі своїми фазообертачами у вигляді відрізків двопровідної лінії, довжина яких визначена кутом нахилу відповідного вібратора до вертикалі, забезпечується збільшення потужності сигналу, що приймається, в $N/2$ разів у порівнянні з турнікетною антеною з двох вібраторів, де N - кількість вібраторів у запропонованій антені.

Поставлена задача вирішується тим, що у вібраторній приймальній антені кругової поляризації, що містить розташовані в одній площині однакові симетричні вібратори, кожен з яких пов'язаний зі своїм фазообертачем у вигляді відрізка двопровідної лінії, плоский металевий екран, розташований на відстані чверті довжини хвилі від площини вібраторів, і двопровідну фідерну лінію, згідно з винаходом

антена виконана з кількох симетричних вібраторів, розташованих під кутом $\tau\pi/N$ один до одного, а довжина фазообертача кожного вібратора дорівнює

$$L = \lambda / (2 \sin \tau\pi/N), \quad (1)$$

де L - довжина відрізка двопровідної лінії фазообертача вібратора,

X - довжина хвилі двопровідної лінії фазообертача,

γ - кут нахилу вібратора до вертикалі,

N - кількість симетричних вібраторів.

Вважається, що кількість вібраторів антени $N > 2$, бо при $N = 2$ запропонована антена перетворюється в прототип. При прийомі радіохвиль лівої кругової поляризації кут нахилу вібратора γ відраховується ліворуч від вертикалі в межах $-\pi/2 < \gamma < \pi/2$, а при прийомі радіохвиль правої кругової поляризації цей кут слід відраховувати праворуч від вертикалі. Інформація про кути нахилу вібраторів необхідна для вибору довжини фазообертачів, визначеної співвідношенням (1).

Фазообертачі вирівнюють фази сигналів усіх вібраторів, приймаючих радіохвилі кругової поляризації, тому при додаванні цих сигналів в загальній фідерній лінії потужність результуючого сигналу на виході приймальної антени зростає, що дозволяє збільшити потужність приймального сигналу в $N/2$ разів.

Технічна сутність і принцип дії запропонованого пристрою пояснюються рисунком, де представлено спрощений ескіз запропонованої антени в двох проекціях для часткового випадку при $N = 4$.

До складу запропонованого пристрою на **фiг. 1** входять такі основні елементи:

N однакових симетричних вібраторів 1, розташованих в одній площині під кутом π/N один від одного;

плоский металевий екран 2, розташований паралельно площині вібраторів на відстані $X/4$ від неї;

фазообертачі 3 у вигляді відрізків двопровідної лінії (кожний вібратор пов'язаний зі своїм фазообертачем, а довжина фазообертача визначена кутом нахилу γ вібратора до вертикалі у відповідності до співвідношення (1));

двопровідна фідерна лінія 4 (виходи всіх фазообертачів підключені до цієї лінії паралельно).

Принцип дії запропонованого пристрою пояснюється наступним.

Відомо, що радіохвилю кругової поляризації можна представити у вигляді сукупності вертикальної і горизонтальної складових поля, зсунутих по фазі один відносно одного на 90° . Для хвилі лівої кругової поляризації ці складові електричного поля радіохвиль визначаються такими відомими співвідношеннями

$$E_j = E_Q \cos 2\pi f t_y \quad (2)$$

$$E_{\perp} = E_0 \cos(2\pi f t - \pi/2), \quad (3)$$

де E_v , E_g - вертикальна і горизонтальна складові електричного поля радіохвилі лівої кругової поляризації, що падає на антену перпендикулярно площині вібраторів;

E_0 - амплітуда напруги електричного поля радіохвилі;

f - частота радіохвилі;

t - час.

Така радіохвиля збуджує в кожному вібраторі напругу високої частоти. При цьому напруга на виході симетричного вібратора, нахиленого до вертикалі під кутом γ , визначається наступним відомим співвідношенням

$$U = E_0 l \cos \gamma \cos 2\pi f t + E_0 l \sin \gamma \cos(2\pi f t - \pi/2) = E_0 l \cos(2\pi f t - \gamma), \quad (4)$$

де l - діюча довжина вібратора;

γ - кут нахилу вібратора до вертикалі (ліворуч - позитивний, праворуч - негативний), а інші позначки були пояснені вище.

У цьому співвідношенні для спрощення початкова фаза сигналу (однакова для всіх вібраторів через симетрію антенної системи) прийнята така, що дорівнює нулю.

Із співвідношення (4) видно, що фаза сигналу на виході вібратора, нахиленого під кутом γ до вертикалі, зсунута відносно фази сигналу в вертикальному вібраторі на величину цього кута γ .

Для збільшення потужності сигналу на виході антени пропонується вирівняти фази сигналів всіх вібраторів за допомогою фазообертачів і синфазно скласти ці сигнали в загальній двопровідній фідерній лінії. Це

дозволяє збільшити потужність сумарного сигналу на виході антени в $N/2$ разів у порівнянні з турнікетною антеною з двох вібраторів. Для цього кожний вібратор повинен мати свій фазообертач у вигляді відрізка двопровідної лінії, а довжина такого фазообертача залежить від кута нахилу вібратора у до вертикалі і визначена співвідношенням (1), що витікає із співвідношення (4).

Симетричне розташування вібраторів в одній площині під однаковими кутами один до одного необхідно для забезпечення рівності вхідних опорів усіх вібраторів антени. Це полегшує узгодження вібраторів з фазообертачами і фідерною лінією і забезпечує рівність початкових фаз сигналів в усіх вібраторах, що дозволяє використати співвідношення (1) для вибору довжини фазообертачів.

Таким чином, запропонований пристрій може бути практично реалізований, а відзначені вище характерні ознаки є суттєвими і принципово необхідними для реалізації цього пристрою.

Основні елементи запропонованого пристрою на фіг. 1 виконані слідуючим чином. Усі симетричні вібратори антени 1 однакові і мають однакову довжину в межах $X/2 < L < \lambda$. Ці вібратори розміщені в одній площині під однаковими кутами α/N один до одного. Плоский екран 2 виконаний з металу і віддалений від площини вібраторів на ΔU . Фазообертачі 3 виконані у вигляді відрізків двопровідних екранованих ліній, довжина яких залежить від кута нахилу у відповідного вібратора і визначена співвідношенням (1). Кожний фазообертач пов'язаний зі своїм вібратором провідниками, що проходять крізь екран 2, в якому для цього є відповідні отвори. Хвильовий опір фазообертача узгоджений зі вхідним опором вібратора. Таке узгодження можна забезпечити вибором довжини вібратора в зазначених межах, а також вибором товщини провідників лінії фазообертача і відстані між цими провідниками. Усі фазообертачі підключені до двопровідної фідерної лінії 4 паралельно. Хвильовий опір фідерної лінії 4 в N разів менше хвильового опору фазообертача. Це забезпечує узгодження

фазообертачів з фідерною лінією. Конструктивні параметри фідерної лінії визначають по необхідній величині її хвильового опору.

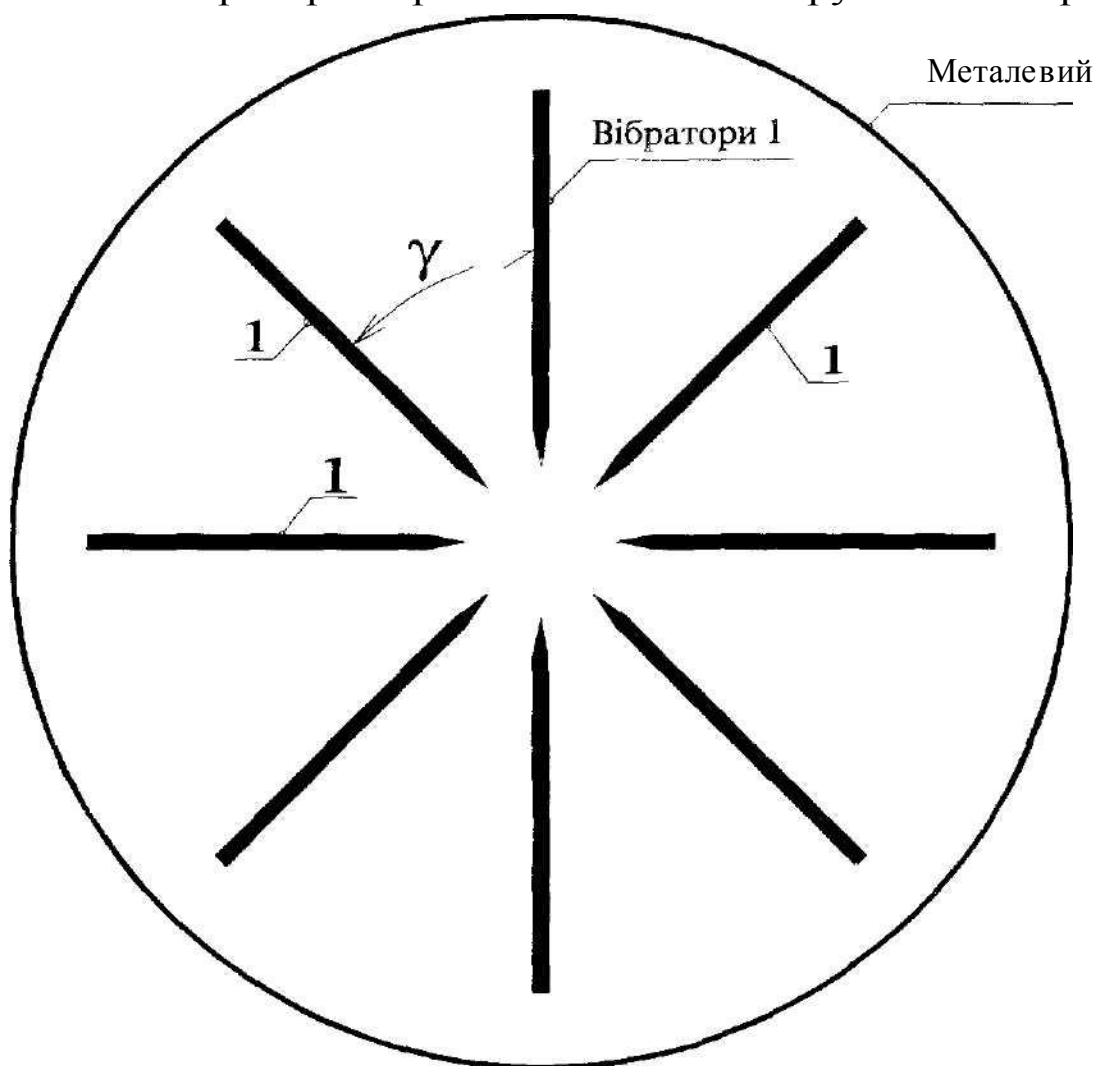
Динаміка роботи запропонованого пристрою здійснюється таким чином. Усі вібратори антени приймають радіохвилі кругової поляризації, а відбиті від екрану 2 радіохвилі поблизу вібраторів складаються синфазно з прямими радіохвилями. Фаза напруги на виході вібратора відстає від фази напруги вертикального вібратора на кут α нахилу вібратора. Фазообертачі 3 вирівнюють фази напруг усіх вібраторів і ці напруги синфазно складаються у фідерній лінії 4. У результаті потужність сумарного сигналу на виході фідерної лінії зросте в $N/2$ разів у порівнянні з прототипом.

Таким чином, запропонований пристрій вирішує поставлене завдання, усуває відзначений недолік прототипу і забезпечує збільшення потужності сигналу, який приймається на виході антени. Виграш потужності пропорційний кількості вібраторів.

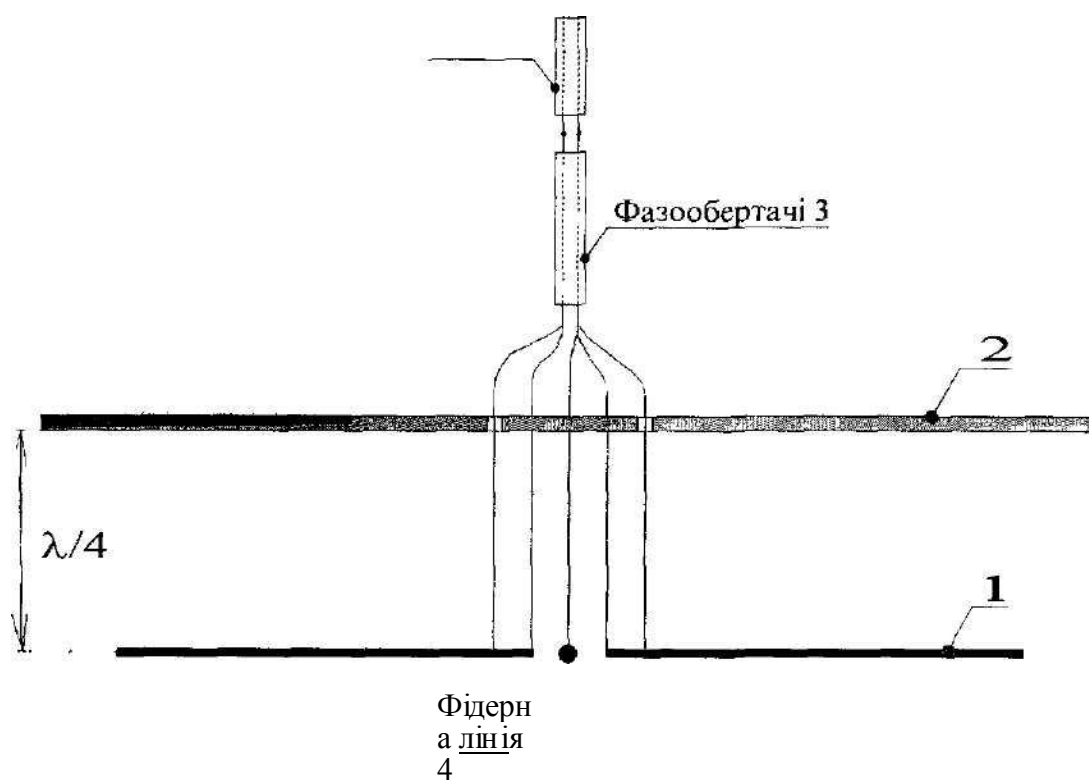
Джерела інформації

1. Бова.Н.Т. , Резников Г.Б. Антенны и устройства СВЧ. - 2-е изд., перераб. и доп. - Киев : Вища школа. Головное изд-во, 1982, с.201, рис. 15.19а, (прототип).
2. Фрадин А.З. Антенно-фидерные устройства. Учебное пособие для вузов связи. - М.: Связь, 1977, с. 194, рис. 11.1.

Вібраторна приймальна антена кругової поляризації



До гшіймачу



Фіг.

Автори: А.М.Кудрик
СМ.Порошин
В. Б. Бахвалов