



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **107015** (13) **C2**
(51) МПК (2014.01)
H01Q 23/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

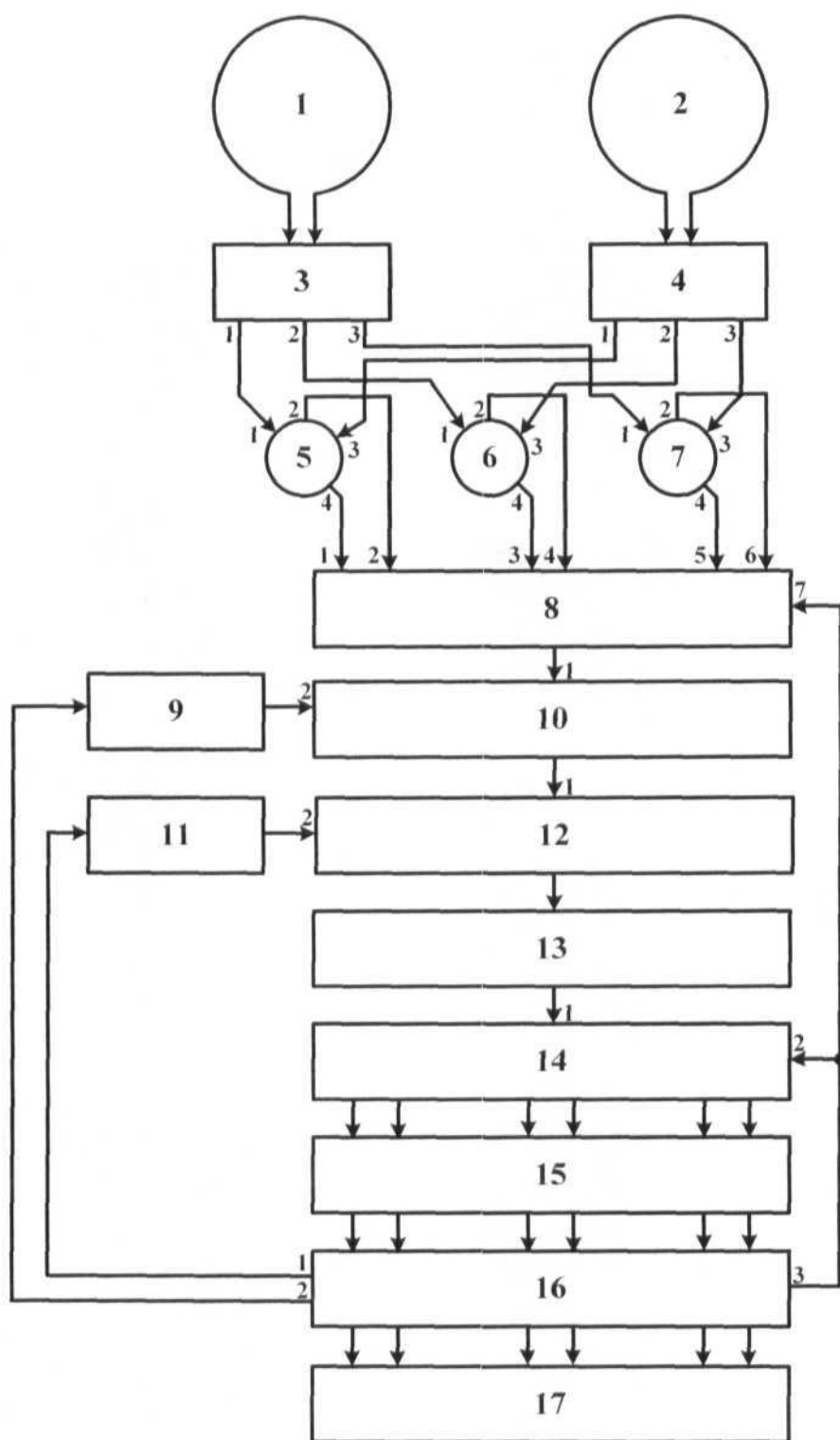
(21) Номер заявки:	а 2012 13314	(72) Винахідник(и):	Ільницький Людвиг Якович (UA), Щербина Ольга Алімівна (UA), Сібрук Леонід Вікторович (UA), Михальчук Інна Іванівна (UA)
(22) Дата подання заявки:	22.11.2012	(73) Власник(и):	НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, пр. Комарова, 1, м. Київ, 03680 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	10.11.2014	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	UA 44847 U; 12.10.2009 SU 1259823 A1; 21.05.1984 UA 84609 C2; 10.11.2008 SU 1483515 A1; 30.08.1989 JP 2012242243 A; 10.12.2012 US 4420756 A1; 13.12.1983
(41) Публікація відомостей про заявку:	26.05.2014, Бюл.№ 10		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	10.11.2014, Бюл.№ 21		

(54) ДВОКІЛЬЦЕВА ВИМІРЮВАЛЬНА АНТЕННА СИСТЕМА

(57) Реферат:

Винахід належить до радіотехніки, стаціонарних та мобільних систем зв'язку. Двокильцева вимірювальна антенна система містить антени, які складаються з кілець, до затискачів яких підключені входи відповідно першого та другого блока формування напруг, перші виходи яких підключені відповідно до першого і третього входів першого кільцевого моста. Другі виходи першого та другого блоків формування напруг підключені відповідно до першого та третього входів другого кільцевого моста. Треті виходи першого та другого блоків формування напруг підключені відповідно до першого та третього входів третього кільцевого моста. Другі та четверті виходи першого, другого та третього кільцевих мостів відповідно приєднані до першого-шостого входів комутатора, вихід якого підключений до першого входу конвертера. Вихід конвертера підключений до першого входу перетворювача частоти, вихід якого приєднано до входу підсилювача проміжної частоти. Вихід підсилювача проміжної частоти підключено до входу блока виокремлення каналів, виходи якого приєднані до входів блока детекторів, виходи блока детекторів підключені до входів процесора. Перший вихід процесора приєднано до генератора, вихід якого підключений до другого входу конвертера. Другий вихід процесора приєднано до гетеродина, вихід якого підключений до другого входу перетворювача частоти. Третій вихід процесора приєднано до другого входу блока виокремлення каналів і до сьомого входу комутатора. Інші виходи процесора підключені до входів пристрою індикації і реєстрації результатів. Винахід дозволяє одночасно вимірювати напрям приходу хвилі та модуль і орієнтацію вектора напруженості електричного поля.

UA 107015 C2



Винахід належить до галузі радіотехніки і може бути використаний для вимірювання параметрів електромагнітного поля при вирішенні питань електромагнітної сумісності радіоелектронних систем, встановлених як на стаціонарних, так і на рухомих об'єктах.

Відома активна рамкова антена [1], що складається з двох однотипних рамок, вхідного узгоджуючого трансформатора та підсилювача.

Недоліком такої антени є неможливість керування напрямком максимального випромінювання і адаптації до поляризації поля.

З відомих антен найбільш близькою за технічною суттю є малоелементна антенна решітка обертової поляризації з керованою діаграмою спрямованості [2], що містить два кільця, двопровідну лінію, два шлейфи, два короткозамикачі.

Недоліком такої антени є неможливість виділити із суміші електрорушійних сил, які наводяться електромагнітними хвилями лівого і правого обертання, відповідні їм напруги.

Задачею винаходу є забезпечення здатності елементів антенної системи з відносною простотою програмного забезпечення одночасно вимірювати напрям приходу хвилі та модуль і орієнтацію вектора напруженості електричного поля.

Це дозволяє збільшити ефективність прийому, зменшити похибки у вимірюванні напруженості поля, суттєво спростити аналітичні залежності між величинами, що вимірюються антеною, і поляризаційними параметрами електромагнітного поля.

Поставлена задача вирішується тим, що до затискачів антен, які складаються з кілець, згідно з винаходом, підключені входи відповідно першого та другого блока формування напруг, перші виходи яких підключені відповідно до першого і третього входів першого кільцевого моста, другі виходи першого та другого блоків формування напруг підключені відповідно до першого та третього входів другого кільцевого моста, треті виходи першого та другого блоків формування напруг підключені відповідно до першого та третього входів третього кільцевого моста; другі та четверті виходи першого, другого та третього кільцевих мостів відповідно приєднані до першого-шостого входів комутатора, вихід якого підключений до першого входу конвертера; вихід конвертера підключений до першого входу перетворювача частоти, вихід якого приєднано до входу підсилювача проміжної частоти; вихід підсилювача проміжної частоти підключено до входу блока виокремлення каналів, виходи якого приєднані до входів блока детекторів, виходи блока детекторів підключені до входів процесора; перший вихід процесора приєднано до генератора, вихід якого підключений до другого входу конвертера; другий вихід процесора приєднано до гетеродина, вихід якого підключений до другого входу перетворювача частоти; третій вихід процесора приєднано до другого входу блоку виокремлення каналів і до сьомого входу комутатора; інші виходи процесора підключені до входів пристрою індикації і реєстрації результатів.

На кресленні зображена структурна схема двокільцевої вимірювальної антенної системи.

Двокільцева вимірювальна антенна система містить дві кільцеві антени 1 і 2, два блоки формування напруг 3 і 4, три кільцевих мости 5, 6 і 7, комутатор 8, генератор 9, конвертер 10, гетеродин 11, перетворювач частоти 12, підсилювач проміжної частоти 13, блок виокремлення каналів 14, блок детекторів 15, процесор 16, пристрій індикації і реєстрації результатів 17.

Двокільцева вимірювальна антенна система працює таким чином.

З двох кільцевих антен 1 і 2 через блоки формування напруг 3 і 4 струми надходять до трьох кільцевих мостів 5, 6 і 7. Очевидно, що через вхідні плечі 1 та 3 кожного з мостів 5-7 протікатимуть струми від першої 1 і другої 2 кільцевої антени і будуть пропорційні відповідно модулям векторів напруженості електричного поля правого та лівого обертання, а також сумарному вектору напруженості. Отже, на виході 2 кільцевого моста 5 з'явиться напруга

$$\dot{U}_{\text{пр}} = \dot{U}_{\text{пр1}} + \dot{U}_{\text{пр2}}, \quad (1)$$

а на виході 4

$$\dot{U}_{\text{пр}}'' = \dot{U}_{\text{пр1}} - \dot{U}_{\text{пр2}}, \quad (2)$$

де $\dot{U}_{\text{пр1}}$ - напруга на виході блока формування напруг 3 кільцевої антени 1;

$\dot{U}_{\text{пр2}}$ - напруга на виході 4 кільцевої антени 2.

На виходах 2 і 4 моста 6 з'являться напруги

$$\dot{U}_{\text{лів}} = \dot{U}_{\text{лів1}} + \dot{U}_{\text{лів2}};$$

$$\dot{U}_{\text{лів}}'' = \dot{U}_{\text{лів1}} - \dot{U}_{\text{лів2}}. \quad (3)$$

На виходах 2 і 4 моста 7 утворюються такі напруги

$$\dot{U}_{\Sigma} = \dot{U}_{\Sigma 1} + \dot{U}_{\Sigma 2};$$

$$\dot{U}_{\Sigma}'' = \dot{U}_{\Sigma 1} - \dot{U}_{\Sigma 2}. \quad (4)$$

Сумарні і різницеві напруги від кільцевих мостів 5-7 надходять на входи 1-6 комутатора 8, за допомогою якого ущільнюється лінія передачі, що складається з конвертера 10, перетворювача частоти 12, підсилювача проміжної частоти 13 і блока виокремлення каналів 14. Завдяки такому способу обробки сигналів можна з великою точністю зберегти всі амплітудні співвідношення між прийнятими антенами сигналами. Після виокремлення сигналів, перетворені за частотою і ідентично підсилені напруги надходять до блока детекторів 15, на виході якого отримуємо

постійні напруги пропорційні амплітудам високочастотних напруг $\dot{U}_{\text{пр}}$, $\dot{U}_{\text{пр}}''$, $\dot{U}_{\text{лів}}$, $\dot{U}_{\text{лів}}''$, \dot{U}_{Σ} та \dot{U}_{Σ}'' .

В процесорі 16 обчислюється значення напруженості електричного поля (модулів векторів) $E_{\text{пр}}$, $E_{\text{лів}}$, E_{Σ} параметрів поляризації ($\pm K_e, \gamma$) і напрям приходу хвилі (азимутальний кут φ). Результати обчислень виводяться на екран пристрою індикації і реєстрації результатів 17, а за необхідністю, можуть бути зареєстрованими.

Програми обробки сигналів ґрунтуються на таких положеннях. Нехай відстань між випромінювачами (кільцевими антенами) 1 і 2 дорівнює d . Якщо хвиля падає на антенну систему під кутом φ до перпендикуляра, проведеного в горизонтальній площині відносно прямої, що з'єднує центри кільцевих антен 1 і 2, то на затискачах утворюються напруги

$$\left. \begin{aligned} \dot{U}_{\text{пр}1} &= \dot{U}_{\text{пр.m}1} e^{ik \frac{d}{2} \sin \varphi}; \\ \dot{U}_{\text{пр}2} &= \dot{U}_{\text{пр.m}2} e^{-ik \frac{d}{2} \sin \varphi} \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

де прийнято, що джерело електромагнітних хвиль знаходиться зліва відносно антени, $\dot{U}_{\text{пр.m}1}$, $\dot{U}_{\text{пр.m}2}$ - комплексні амплітуди напруг на затискачах. Вважаємо, що фронт хвилі в місці розташування антенної системи локально плоский. Тоді

$$\dot{U}_{\text{пр.m}1} = \dot{U}_{\text{пр.m}2} = \dot{U}_{\text{пр.m}}. \quad (6)$$

Враховуючи рівняння (6) і значення напруг (5), знаходимо суму напруг

$$\dot{U}_{\text{пр}} = 2\dot{U}_{\text{пр.m}} \cos\left(k \frac{d}{2} \sin \varphi\right) \quad (7)$$

та їх різницю

$$\dot{U}_{\text{пр}}'' = i2\dot{U}_{\text{пр.m}} \sin\left(k \frac{d}{2} \sin \varphi\right). \quad (8)$$

На виході блока детекторів 15 отримуємо модулі виразів (7) і (8)

$$U_{\text{пр}}' = 2U_{\text{пр.m}} \cos\left(k \frac{d}{2} \sin \varphi\right);$$

$$U_{\text{пр}}'' = 2U_{\text{пр.m}} \sin\left(k \frac{d}{2} \sin \varphi\right). \quad (9)$$

Процесор 16 обчислює за величинами (9) напруженість електричного поля з коловою поляризацією правого напрямку обертання

$$E_{\text{пр}} = K_{\text{o.c}} U_{\text{пр.m}} = K_{\text{o.c}} \frac{\sqrt{(U_{\text{пр}}')^2 + (U_{\text{пр}}'')^2}}{2}, \quad (10)$$

де $K_{\text{o.c}}$ - коефіцієнт пропорційності між вихідними напругами і напруженістю поля; та азимут напрямку приходу хвилі

$$\varphi = \arctg \frac{U_{\text{пр}}''}{U_{\text{пр}}'}. \quad (11)$$

Аналогічно обчислюється напруженість електричного поля лівого напрямку обертання

$$E_{\text{лів}} = K_{\text{o.c}} U_{\text{лів.m}} = K_{\text{o.c}} \frac{\sqrt{(U'_{\text{лів}})^2 + (U''_{\text{лів}})^2}}{2} \quad (12)$$

і те ж саме значення азимута

$$\varphi = \arctg \frac{U''_{\text{лів}}}{U'_{\text{лів}}} \quad (13)$$

Таким же чином визначається сумарна напруженість поля

$$E_{\Sigma} = K_{\text{o.c}} U_{\Sigma.m} = K_{\text{o.c}} \frac{\sqrt{(U'_{\Sigma})^2 + (U''_{\Sigma})^2}}{2} \quad (14)$$

і напрям приходу хвилі

$$\varphi = \arctg \frac{U''_{\Sigma}}{U'_{\Sigma}} \quad (15)$$

Значення азимута (11), (13) і (15) визначаються з певними похибками, тому похибка вимірювання азимута зменшується, якщо використати середнє арифметичне кута φ .

Коефіцієнт еліптичності і його знак розраховується за формулою

$$K_e = \frac{E_{\text{пр}} - E_{\text{лів}}}{E_{\text{пр}} + E_{\text{лів}}} \quad (16)$$

Щоб визначити кут нахилу поляризаційного еліпса, необхідно розкрити залежність сумарної напруги U_{Σ} від напруг складових лівого і правого обертання.

Очевидно, що сумарна напруженість електричного поля являє собою суму векторів напруженостей складових електричного поля правого і лівого напрямку обертання, тобто

$$\dot{E}_{\Sigma} = \dot{E}_{\text{пр}} + \dot{E}_{\text{лів}} \quad (17)$$

Переходячи від комплексних значень векторів до напруг на затискачах антени в часовій площині, можемо записати

$$U_{\Sigma}(t) = \sqrt{2I_d} \left[E_{\text{пр.m}} \cos\left(\omega t + \Phi_1 - \frac{\pi}{4}\right) + E_{\text{лів.m}} \cos\left(\omega t + \Phi_2 + \frac{\pi}{4}\right) \right] \quad (18)$$

де Φ_1 , і Φ_2 - початкові фазові зсуви (для моменту часу $t=0$); $\sqrt{2I_d}$ - діюча довжина кільцевої антени 1 або 2 (I_d - діюча довжина антени, що визначається в режимі приймання хвилі з лінійною поляризацією).

Враховуючи, що $U_{\text{пр.m}} = \sqrt{2I_d} E_{\text{пр.m}}$, і $U_{\text{лів.m}} = \sqrt{2I_d} E_{\text{лів.m}}$, знаходимо амплітуду сумарної напруги

$$U_{\Sigma.m} = \sqrt{U_{\text{пр.m}}^2 + U_{\text{лів.m}}^2 + 2U_{\text{пр.m}}U_{\text{лів.m}} \cos \Phi} \quad (19)$$

$$\Phi = \Phi_1 + \Phi_2 - \frac{\pi}{2}$$

Отже, за відомими значеннями напруг (10), (12) і (14) обчислюємо фазовий зсув між напрямками правого і лівого обертання

$$\cos \Phi = \frac{U_{\Sigma.m}^2 - U_{\text{пр.m}}^2 - U_{\text{лів.m}}^2}{2U_{\text{пр.m}}U_{\text{лів.m}}} \quad (20)$$

Кут нахилу поляризаційного еліпса у розраховується за формулою

$$\gamma = \frac{\Phi + \pi/2}{2} \quad (21)$$

Відраховується кут γ від прямої, що проходить по діаметру кільцевої антени (1 або 2) через середину проміжку між затискачами антени.

Генератор 9 і гетеродин 11, виходи яких відповідно підключені до входів конвертера 10 і перетворювача частоти 12, необхідні для перетворення частоти. Їх роботу контролює процесор 16.

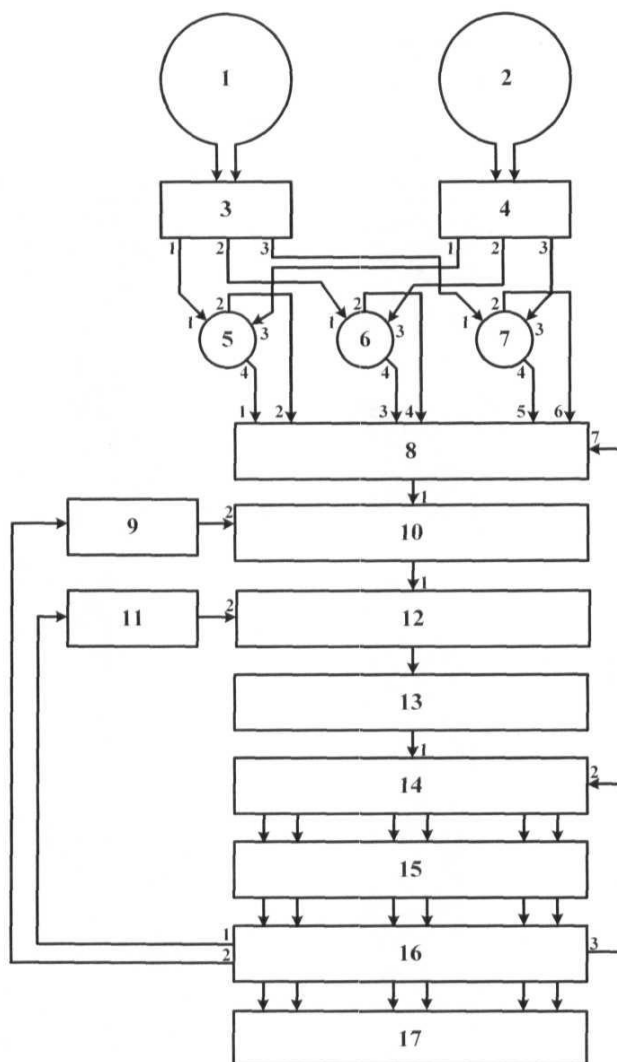
Джерела інформації:

1. Патент СССР № 1483515, МПК⁶ H01Q 23/00, 1989.
2. Патент на корисну модель Україна № 44847, МПК⁶ H01Q 23/00, 2009.

5

ФОРМУЛА ВІНАХОДУ

Двокільцева вимірювальна антенна система, яка містить антени, які складаються з кілець, яка **відрізняється** тим, що до затискачів кілець підключені входи відповідно першого та другого блока формування напруг, перші виходи яких підключені відповідно до першого і третього входів першого кільцевого моста, другі виходи першого та другого блоків формування напруг підключені відповідно до першого та третього входів другого кільцевого моста, треті виходи першого та другого блоків формування напруг підключені відповідно до першого та третього входів третього кільцевого моста; другі та четверті виходи першого, другого та третього кільцевих мостів відповідно приєднані до першого-шостого входів комутатора, вихід якого підключений до першого входу конвертера; вихід конвертера підключений до першого входу перетворювача частоти, вихід якого приєднано до входу підсилювача проміжної частоти; вихід підсилювача проміжної частоти підключено до входу блока виокремлення каналів, виходи якого приєднані до входів блока детекторів, виходи блока детекторів підключені до входів процесора; перший вихід процесора приєднано до генератора, вихід якого підключений до другого входу конвертера; другий вихід процесора приєднано до гетеродина, вихід якого підключений до другого входу перетворювача частоти; третій вихід процесора приєднано до другого входу блока виокремлення каналів і до сьомого входу комутатора; інші виходи процесора підключені до входів пристрою індикації і реєстрації результатів.



Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601