



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **111532** (13) **C2**
(51) МПК (2016.01)
H01Q 23/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

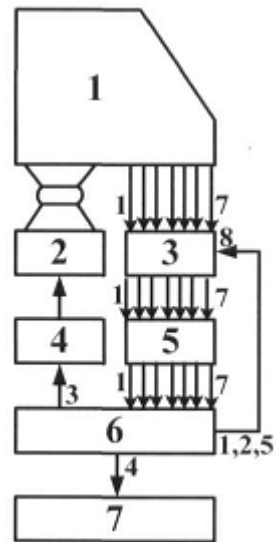
(21) Номер заявки: а 2014 10950	(72) Винахідник(и): Ільницький Людвіг Якович (UA), Щербина Ольга Алімівна (UA), Михальчук Інна Іванівна (UA)
(22) Дата подання заявки: 07.10.2014	
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 10.05.2016	
(41) Публікація відомостей про заяву: 11.04.2016, Бюл.№ 7	(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, пр. Комарова, 1, м. Київ, 03680 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.05.2016, Бюл.№ 9	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 103714 C2, 11.11.2013 UA a201213314, 26.05.2014 RU 2296347 C2, 27.03.2007 US 3701155 A, 24.10.1972 GB 1139193 A, 08.01.1969 US 4121216 A, 17.10.1978 DE 3234446 A1, 05.04.1984

(54) ТРИКІЛЬЦЕВА ВИМІРЮВАЛЬНА АНТЕННА СИСТЕМА

(57) Реферат:

Винахід належить до радіотехніки, стаціонарних та мобільних систем зв'язку. Трикільцева вимірювальна антенна система містить панель кільцевих антен, двокоординатний електромеханічний привід, блок каналів, блок формування сигналів управління, блок перетворення форми сигналів, процесор, пристрій індикації та реєстрації сигналів, блок антен, три кільцеві антени, три блоки формування напруг, два блоки формування різницевого і сумарного напруг, спрямований відгалужувач, три кільцевих мости, три узгоджених опори R_1 , R_2 та R_3 , комутатор, конвертер, перетворювач частоти, підсилювач проміжної частоти, блок виокремлення каналів, генератор, гетеродин. Винахід дозволяє збільшити ефективність прийому та зменшити похибки у вимірюванні параметрів поля.

UA 111532 C2



Фиг. 1

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 кільцева вимірювальна антенна система [1], що складається з антенного кільця, двох циркуляторів, трьох кільцевих мостів, двох квадратних мостів, блока перетворення і підсилення сигналів, чотирьох детекторних секцій, процесора, пристрою реєстрації та індикації результатів вимірювання, чотирьох баластних опорів.

Недоліком такої антени є неможливість одночасного вимірювання параметрів поля і пеленгації джерела випромінювання.

З відомих антен найбільш близькою за технічною суттю є двокільцева вимірювальна антенна система [2], що містить дві кільцеві антени, два блоки формування напруг, три кільцевих мости, комутатор, генератор, конвертер, гетеродин, перетворювач частоти, підсилювач проміжної частоти, блок виокремлення каналів, блок детекторів, процесор, пристрій індикації і реєстрації результатів.

Недоліком такої антени є неможливість точного одночасного визначення азимутального і меридіонального кутів напрямку приходу електромагнітної хвилі.

Задачею винаходу є забезпечення точного одночасного вимірювання азимутального і меридіонального кутів напряму приходу хвилі, модуля і орієнтації вектора напруженості електричного поля.

Це дозволяє збільшити ефективність прийому та зменшити похибки у вимірюванні параметрів поля.

Поставлена задача вирішується тим, що до затискачів трьох кільцевих антен, які входять в блок антен панелі кільцевих антен, згідно з винаходом, підключені входи відповідно першого, другого та третього блоків формування напруг, які містять спрямований відгалужувач, вхід якого підключений до відповідної першої, другої та третьої кільцевої антени, перший вихід спрямованого відгалужувача підключений до першого та третього входів першого кільцевого моста, другий вихід спрямованого відгалужувача підключений до першого та третього входів другого кільцевого моста, третій вихід спрямованого відгалужувача підключений до першого та третього входів третього кільцевого моста, другі виходи першого, другого та третього кільцевих мостів приєднані відповідно до першого, другого та третього узгоджених опорів, четверті виходи першого, другого та третього кільцевих мостів є відповідно першим, другим та третім виходами першого, другого та третього блоків формування напруг; третій вихід першого блока формування напруг приєднаний до перших входів першого та другого блоків формування різницевого і сумарного напруг, на другі входи яких підключені відповідно треті виходи другого та третього блоків формування напруг; перший, другий та третій вихід першого блока формування напруг та перші та другі виходи першого та другого блоків формування різницевого та сумарного напруг приєднані відповідно до першого-сьомого входів комутатора, який входить у склад блока каналів, вихід комутатора підключений до першого входу конвертора, вихід якого приєднаний до першого входу перетворювача частоти, вихід перетворювача частоти з'єднано з входом підсилювача проміжної частоти, вихід якого приєднано до першого входу блока виокремлення каналів, сім виходів якого з'єднані з першим-сьомим входами блока перетворення форми сигналів, сім виходів блока перетворення форми сигналів приєднані до семи входів процесора; перший, другий та п'ятий виходи процесора приєднані відповідно до входів гетеродина, генератора, до восьмого входу комутатора та до другого входу блока виокремлення каналів, які є складовими частинами блока каналів; четвертий вхід процесора з'єднано зі входом пристрою індикації та реєстрації сигналів, третій вихід процесора приєднано до входу блока формування сигналів управління, вихід якого підключено до входу двокоординатного електромеханічного приладу, який з'єднаний з панеллю кільцевих антен.

На фігурі 1 зображена загальна структурна схема трикільцевої вимірювальної антенної, на фігурі 2 зображена розгорнута структурна схема блока формування напруг, на фігурі 3 зображена розгорнута структурна схема панелі кільцевих антен, на фігурі 4 зображена розгорнута структурна схема блока каналів.

Трикільцева вимірювальна антенна система містить панель кільцевих антен 1, двокоординатний електромеханічний привід 2, блок каналів 3, блок формування сигналів управління 4, блок перетворення форми сигналів 5, процесор 6, пристрій індикації та реєстрації сигналів 7, блок антен 8, три кільцеві антени 9-11, три блоки формування напруг 12-14, два блоки формування різницевого і сумарного напруг 15 і 16, спрямований відгалужувач 17, три кільцевих мости 18-20, три узгоджених опори R_1 , R_2 та R_3 , комутатор 21, конвертер 22, перетворювач частоти 23, підсилювач проміжної частоти 24, блок відокремлення каналів 25, генератор 26, гетеродин 27.

Трикільцева вимірювальна антенна система працює таким чином.

Для вимірювання параметрів електромагнітного поля і визначення напрямку приходу електромагнітної хвилі структурна схема антенної системи повинна складатись з таких частин: панелі кільцевих антен 1, двокоординатного електромеханічного приводу 2, блока каналів 3 для передачі і підсилення напруг з виходів антен, блока перетворення форми сигналів 5, процесора 6, пристрою формування сигналів управління 4 електромеханічним приводом 2 за сигналами процесора 6 і пристрою індикації і реєстрації сигналів 7.

Панель кільцевої антени 1 складається з блока 8 кільцевих антен 9-11, розташованих на взаємно перпендикулярних осях, блоків формування напруг 12-14 і блоків формування різницевої і сумарної напруг 15 та 16.

Блоки формування напруг 12-14 виокремлюють наведені в антенах 9-11 напругу правого обертання $U_{\text{пр}}$ і напругу лівого обертання $U_{\text{лів}}$ вектора напруженості електричного поля.

До затискачів антен приєднуються симетричні двопровідні лінії, які від точок А-А' проходять над екраном з шаром діелектрика. Відрізок лінії від точок а, α до точок b, β з додатковою (вторинною) лінією с, γ і d, δ утворює тридецибельний спрямований відгалужувач 17.

Електромагнітна хвиля, яка поширюватиметься від точок А-А' до навантаження лінії, виникатиме при протіканні струму в кільці проти годинникової стрілки, тобто при наведенні ЕРС хвилею з правим напрямом обертання вектора Е. Оскільки спрямований відгалужувач 17 є протинапрямленим, то потужність пропорційна потужності хвилі правого обертання буде виділятися в навантаженні, приєднаному до затискачів с і γ вторинної лінії, а частина потужності прийнятої антенами 9-11 хвилі лівого обертання виділяється в навантаженні затискачів d і δ .

Якщо виконати схеми блоків формування напруг 12-14 за друкованою технологією на шарі діелектрика, нанесеного на металевий екран, то симетричну двопровідну лінію можна розглядати як дві несиметричні смужкові лінії. Отже, спрямований відгалужувач 17 можна представити у вигляді двох смужкових протинапрямлених відгалужувачів а, b, c, d і α , β , γ і δ .

Враховуючи, що відгалужувач 17 ділить потужність хвилі, яка поширюється в тому чи іншому напрямі, навпіл, знаходимо значення потужності хвилі правого обертання на затискачах с і екран. Воно дорівнюватиме $P_{\text{пр}}/4$, де $P_{\text{пр}}$ - повна потужність прийнятої хвилі правого обертання. Очевидно, така ж частина хвилі правого обертання виокремлюватиметься в перерізі спрямованого відгалужувача 17 γ і екран. Але фаза цієї хвилі буде зсунута на π радіан відносно фази хвилі, яка протікає через переріз с і екран.

З вихідних затискачів вторинних ліній хвилі правого обертання вектора Е надходять до вхідних плеч 1 і 3 кільцевого моста 18. Оскільки хвилі знаходяться у протифазі, то сума їх потужностей у плечі 2 дорівнюватиме нулю, а різниця їх у плечі 4 дорівнюватиме

$$P_{\text{пр}}^c + P_{\text{пр}}^{\gamma} = \frac{1}{2} P_{\text{пр}}, \quad (1)$$

де $P_{\text{пр}}^c$ - потужність хвилі, що поширюється через переріз с і екран; $P_{\text{пр}}^{\gamma}$ - потужність хвилі, що поширюється через переріз γ і екран.

Отже, за допомогою кільцевого моста 18 здійснюється перехід від симетричної лінії передачі до несиметричної смужкової лінії, що дає можливість подальшу обробку сигналу виконувати стандартними блоками з заземленим одним вхідним (вихідним) затискачем, тобто з несиметричними входом і виходом.

Таким же чином утворюється несиметрична хвиля, що наведена вектором напруженості електричного поля лівого обертання. Ця хвиля з напругою $U_{\text{лів}}$ поширюватиметься від плеча 4 кільцевого моста 19 в узгоджене навантаження. Потужність хвилі електромагнітних коливань визначається аналогічно

$$P_{\text{лів}}^d + P_{\text{лів}}^{\delta} = \frac{1}{2} P_{\text{лів}}, \quad (2)$$

Кільцевий міст 20 трансформує симетричну хвилю, що утворюється при суперпозиції хвиль правого і лівого обертання вектора Е, в несиметричну хвилю, потужність якої вдвічі менша від потужності сумарної хвилі, яка наводиться в антенах 9-11. Потужності хвилі на виході плеча 4 моста 20 дорівнюють

$$P_{\Sigma} = \frac{1}{2} P_{\text{пр}} + \frac{1}{2} P_{\text{лів}}, \quad (3)$$

Напругу цієї хвилі позначимо як U_{Σ} .

На неробочі другі виходи кільцевих мостів 18-20 підключені відповідно узгоджені опори R_1 , R_2 та R_3 .

Отже, блоки формування напруг 12-14 дають можливість розділити хвилі напруг на затискачах антен 9-11 на три частини, які представлятимуть напруженість електричного поля в коловому ортогональному поляризаційному базисі. Але при вимірюваннях необхідно кільцеві антени 9-11 так орієнтувати в просторі, щоб осі кільця збігались з напрямом падіння електромагнітної хвилі.

Для створення автоматизованого пристрою кутового зміщення, розглянемо антенну систему, що складається з трьох кільць 9-11, які знаходяться в площині xOy і їх фазові центри позначені як O, A, C .

Нехай джерело випромінювання знаходиться в точці M . Тоді кут між лінією розташування кільця 10, 11 - O, A і напрямом приходу хвилі в площині, яка проведена через вісь Ox і точку M визначиться як α . Можна показати, що

$$\cos \alpha = \sin \theta \cos \varphi, \quad (4)$$

де θ і φ - меридіональний і азимутальний кути сферичної системи координат, полярна вісь якої збігається з віссю кільця 10 в точці O .

Кут між напрямом поширення хвилі і віссю Oy , на якій розташовані кільця 10, 9 - O та C визначається як

$$\cos \gamma = \sin \theta \sin \varphi, \quad (5)$$

Різниця ходу променів з урахуванням виразів (4) і (5) дорівнює

$$\left. \begin{aligned} OB &= d \cos \alpha = d \sin \theta \cos \varphi; \\ OD &= d \cos \gamma = d \sin \theta \sin \varphi, \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

де d - відстань між фазовими центрами кільцевих антен 9-11.

Отже, при локально плоскому фронті хвилі напруги на затискачах кільцевих антен 9-11 будуть однаковими за амплітудами, але зсунуті за фазами, тобто

$$\left. \begin{aligned} \dot{U}_{\Sigma O} &= \dot{U}_{\Sigma}; \\ \dot{U}_{\Sigma A} &= \dot{U}_{\Sigma} e^{i k d \sin \theta \cos \varphi}; \\ \dot{U}_{\Sigma C} &= \dot{U}_{\Sigma} e^{i k d \sin \theta \sin \varphi}, \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

де індекси O, A, C - відносяться до антен 9-11, розташованих у відповідних точках системи координат.

Визначимо різницю і суму напруг кільць 10, 11, що розташовані на осі Ox

$$\left. \begin{aligned} \dot{U}'_{\Sigma x} &= \dot{U}_{\Sigma A} - \dot{U}_{\Sigma O} = i 2 \dot{U}_{\Sigma} e^{\frac{i k d}{2} \sin \theta \cos \varphi} \sin \left(\frac{k d}{2} \sin \theta \cos \varphi \right); \\ \dot{U}''_{\Sigma x} &= \dot{U}_{\Sigma A} + \dot{U}_{\Sigma O} = 2 \dot{U}_{\Sigma} e^{\frac{i k d}{2} \sin \theta \cos \varphi} \cos \left(\frac{k d}{2} \sin \theta \cos \varphi \right). \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Різниця і сума напруг на затискачах кільць 9, 10, розташованих вздовж осі Oy мають вигляд

$$\left. \begin{aligned} \dot{U}'_{\Sigma y} &= \dot{U}_{\Sigma C} - \dot{U}_{\Sigma O} = i 2 \dot{U}_{\Sigma} e^{\frac{i k d}{2} \sin \theta \sin \varphi} \sin \left(\frac{k d}{2} \sin \theta \sin \varphi \right); \\ \dot{U}''_{\Sigma y} &= \dot{U}_{\Sigma C} + \dot{U}_{\Sigma O} = 2 \dot{U}_{\Sigma} e^{\frac{i k d}{2} \sin \theta \sin \varphi} \cos \left(\frac{k d}{2} \sin \theta \sin \varphi \right). \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

З виразів (8) видно, що можна антенну систему 9-11 і сферичну систему координат повернути навколо осі Oz так, щоб площина, в якій знаходиться промінь OM і вісь Oz , збіглась з площиною сферичної системи координат $\varphi = 90^\circ$ (або yOz). Тоді різницева напруга дорівнюватиме нулю ($\dot{U}'_{\Sigma x} = 0$), а сумарна напруга набуде максимального значення. З виразів

(9) випливає, що напруги $\dot{U}'_{\Sigma y}$ і $\dot{U}''_{\Sigma y}$ залежатимуть тільки від кута θ

$$\left. \begin{aligned} \dot{U}'_{\Sigma y} &= i 2 \dot{U}_{\Sigma} e^{\frac{i k d}{2} \sin \theta} \sin \left(\frac{k d}{2} \sin \theta \right); \\ \dot{U}''_{\Sigma y} &= 2 \dot{U}_{\Sigma} e^{\frac{i k d}{2} \sin \theta} \cos \left(\frac{k d}{2} \sin \theta \right). \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Використовуючи вирази (10), можна шляхом обертання антенної системи 9-11 навколо осі Ox сумістити вісь Oz з напрямом падіння хвилі (напрямом OM). В цьому випадку $\theta = 0$ і різницеві напруги зменшуються до нуля, а сумарні збільшуються до подвоєного значення \dot{U}_{Σ} .

Блоки формування напруг 13 і 14 кілець 9 і 11 - А і С можуть бути спрощеними за рахунок видалення кільцевих мостів 18 і 19 і приєднання до затискачів a, γ, d, δ вторинної лінії спрямованого розгалужувача 17 узгоджених опорів.

Блоки формування різницево-сумарних напруг 15, 16 являють собою кільцеві мости. На виході панелі кільцевих мостів утворюється сім напруг: $\dot{U}_{\text{пр}}, \dot{U}_{\text{лів}}, \dot{U}_{\Sigma}, \dot{U}'_{\Sigma x}, \dot{U}''_{\Sigma x}, \dot{U}'_{\Sigma y}, \dot{U}''_{\Sigma y}$. Для подальшої обробки їх необхідно підсилити і передати вже в цифровому вигляді на вхід процесора 6. Ці функції виконуються у блоці каналів 3.

Блок каналів 3 містить в собі комутатор 21, конвертер 22, перетворювач частоти 23, підсилювач проміжної частоти 24, блок виокремлення каналів 25, генератор 26 та гетеродин 27.

Блок каналів 3 являє собою лінію передачі з часовим ущільненням семи каналів. Вихідні напруги панелі кільцевих антен 1 надходять на входи комутатора 21, який по чергові кожний із семи входів приєднує до конвертера 22. Завдання конвертера 22 полягає в переносі смуги частот, в якій працює антенна система, у смугу, найбільш сприятливу для подальшої обробки сигналів.

З виходу конвертера 22 напруга передається на вхід перетворювача частоти 23, який працює сумісно з гетеродином 27. Частота гетеродина 27, а також і генератора 26, який живить певною напругою конвертер 22, встановлюється процесором 6 відповідно до вибраної програми вимірювань. З виходу перетворювача частоти 23 сигнал підсилюється підсилювачем проміжної частоти 24 і надходить в блок виокремлення каналів 25. Останній працює синхронно з комутатором 21 завдяки використанню одних і тих команд на перемикання, які виробляються процесором 6. Повний цикл роботи комутатора 21 і блока виокремлення каналів 25 відбувається за період, який забезпечує повне відновлення амплітуд сигналів і їх часової залежності пропорційно вихідним напругам панелі кільцевих антен 1.

Блок перетворення форми сигналів 5 з високочастотних напруг $\dot{U}_{\text{пр}}, \dots, \dot{U}_{\Sigma y}$ утворює аналогові сигнали з амплітудами, $U_{\text{пр}}, U_{\text{лів}}, U_{\Sigma}, U'_{\Sigma x}, U''_{\Sigma x}, U'_{\Sigma y}, U''_{\Sigma y}$.

Ця операція здійснюється за допомогою амплітудних і синхронних детекторів. Потім аналогові сигнали надходять в аналогово-цифрові перетворювачі і уже в цифровій формі передаються в процесор 6.

Напруги $\dot{U}_{\Sigma}, \dot{U}'_{\Sigma x}, \dot{U}'_{\Sigma y}$ підлягають синхронному детектуванню, тому їх амплітуди матимуть знаки, які визначаються аргументами

$$\left. \begin{aligned} U'_{\Sigma x} &= 2U_{\Sigma} \sin\left(\frac{kd}{2} \sin\theta \cos\varphi\right); \\ U''_{\Sigma y} &= 2U_{\Sigma} \sin\left(\frac{kd}{2} \sin\theta \sin\varphi\right). \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

Кут θ (меридіональний) змінюється в межах від 0 до π , тому $\sin\theta \geq 0$ і він не впливає на знак аргументу. Відстань d між фазовими центрами кільця вибираємо так, щоб виконувалося рівняння

$$\frac{kd}{2} = \frac{\pi}{2}. \quad (12)$$

З рівняння (12) випливає, що $d = \lambda/2$.

Оскільки діаметр кільця $2a$ дорівнює λ/π , то мінімальна відстань між провідниками сусідніх кілець складає значення

$$\Delta\lambda = \frac{\lambda}{2\pi}(\pi - 2). \quad (13)$$

Отже, за такої умови аргумент виразів (11) не перевищує значень $\pi/2$ і його знак визначається лише азимутальним кутом φ .

Можливі чотири положення джерела випромінювання (I, II, III та IV квадранти площі yOx).

Якщо амплітуди напруг (11) отримані в результаті амплітудного детектування, то всі напруги дорівнюватимуть величинам більшим або рівним нулю і азимутальний кут φ можна обчислити тільки з похибкою $\pm\pi$. Якщо ж знаки амплітуд за рахунок синхронного детектування зберігаються, то можливе однозначне обчислення кута φ . У табл. 1 наведені залежності знаків тригонометричних функцій від азимутального кута.

Таблиця 1

	Квадрант			
	I	II	III	IV
Азимутальний кут	$\varphi^I = \varphi$	$\varphi^{II} = \pi - \varphi$	$\varphi^{III} = \pi + \varphi$	$\varphi^{IV} = -\varphi$
$\text{sign}(\cos \varphi)$	+1	-1	-1	+1
$\text{sign}(\sin \varphi)$	+1	+1	-1	-1

У випадку, коли $U_{\Sigma} > 0$, амплітуди напруг (11) мають такі ж знаки, як і функції $\cos \varphi$ і $\sin \varphi$, що однозначно дає можливість обчислити кут φ . У випадку, коли $U_{\Sigma} < 0$, знаки, наведені в табл. 1, треба замінити на протилежні для напруг (11). Отже, вистачить використати тільки три синхронних детектори в блоці перетворення форми сигналів 5.

Процесор 6, визначивши квадрант, в якому знаходиться джерело випромінювання, формує команди блока формування сигналів управління 4 для обертання панелі антен 1 навколо перпендикуляра до апертури, щоб сумістити вісь 0y з проекцією напрямку приходу хвилі. Так, наприклад, якщо джерело випромінювання знаходиться у другому квадранті, то електричні сигнали блока формування сигналів управління 4 повинні обертати панель кільцевих антен 1 проти годинникової стрілки, поки напруга $\dot{U}'_{\Sigma x}$ не зменшується до нуля, а напруга $U''_{\Sigma x}$ набуде максимального значення. Азимутальний кут дорівнюватиме $\pi/2$.

За значенням кута повороту панелі кільцевих антен 1 процесор 6 може зафіксувати кутове положення джерела випромінювання відносно вибраного напрямку в площині апертур антени.

Амплітуди напруг (10) зміняться і набудуть таких значень

$$\left. \begin{aligned} U'_{\Sigma y} &= 2U_{\Sigma} \sin\left(\frac{kd}{2} \sin \theta\right); \\ U''_{\Sigma y} &= 2U_{\Sigma} \cos\left(\frac{kd}{2} \sin \theta\right). \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

Оскільки кут $\varphi = \pi/2$, то функція $\cos \gamma = \sin \varphi$ і команди процесора 6 будуть спрямовані на те, щоб у результаті обертання панелі кільцевих антен 1 відносно осі 0x напруга $\dot{U}'_{\Sigma y}$ зменшувалася до нуля. Це можливе лише в тому випадку, коли обертання панелі антен 1 буде приводити до суміщення осі 0z (перпендикуляру до площини апертури) з променем ОМ. Таким чином, кут 0 також визначається однозначно.

Після просторового настроювання антени досліджувана хвиля буде розкладена в коловому ортогональному базисі і тоді напруги $U_{\text{пр}}$, $U_{\text{лів}}$ і U_{Σ} повністю будуть характеризувати електромагнітне поле досліджуваного джерела випромінювання.

Коефіцієнт еліптичності обчислюється за формулою

$$K_e = \frac{U_{\text{пр max}} - U_{\text{лів max}}}{U_{\text{пр max}} + U_{\text{лів max}}}. \quad (15)$$

Фазовий зсув Φ розраховується за формулою

$$\Phi = \arccos \frac{U_{\Sigma}^2 - U_{\text{пр}}^2 - U_{\text{лів}}^2}{2U_{\text{пр}} U_{\text{лів}}}. \quad (16)$$

Кут нахилу поляризаційного еліпса знаходиться з виразу

$$\gamma = \frac{\Phi + \pi/2}{2}. \quad (17)$$

Напруженості поля $E_{\text{пр}}$, $E_{\text{лів}}$ і E_{Σ} визначаються за напругами $U_{\text{пр}}$, $U_{\text{лів}}$ і U_{Σ} , поділеними на діючу довжину антен і коефіцієнт передачі напруги в лінії від затискачів кільцевих антен 9-11 до входу в процесор 6.

Кутові координати джерела випромінювання і результати обчислень напруженості електричних полів та параметри поляризації виводяться на пристрій індикації та реєстрації сигналів 7.

Джерела інформації:

1. Патент на винахід Україна № 103714 "Кільцева вимірювальна антенна система", МПК H01Q 23/00. - 2013.

2. Патент на винахід України № 13314 "Двокільцева вимірювальна антенна система", МПК H01O 23/00. - 2014.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

5

10

15

20

25

30

Трикільцева вимірювальна антенна система, яка містить три кільцевих антени, які входять в блок антен панелі кільцевих антен, яка **відрізняється** тим, що до затискачів кільцевих антен підключені входи відповідно першого, другого та третього блоків формування напруг, які містять спрямований відгалужувач, вхід якого підключений до відповідної першої, другої та третьої кільцевої антени, перший вихід спрямованого відгалужувача підключений до першого та третього входів першого кільцевого моста, другий вихід спрямованого відгалужувача підключений до першого та третього входів другого кільцевого моста, третій вихід спрямованого відгалужувача підключений до першого та третього входів третього кільцевого моста, другі виходи першого, другого та третього кільцевих мостів приєднані відповідно до першого, другого та третього узгоджених опорів, четверті виходи першого, другого та третього кільцевих мостів є відповідно першим, другим та третім виходами першого, другого та третього блоків формування напруг; третій вихід першого блока формування напруг приєднаний до перших входів першого та другого блоків формування різницевого і сумарного напруг, на другі входи яких підключені відповідно треті виходи другого та третього блоків формування напруг; перший, другий та третій вихід першого блока формування напруг та перші та другі виходи першого та другого блоків формування різницевого та сумарного напруг приєднані відповідно до першого-сьомого входів комутатора, який входить у склад блока каналів, вихід комутатора підключений до першого входу конвертора, вихід якого приєднаний до першого входу перетворювача частоти, вихід перетворювача частоти з'єднано з входом підсилювача проміжної частоти, вихід якого приєднано до першого входу блока виокремлення каналів, сім виходів якого з'єднані з першим-сьомим входами блока перетворення форми сигналів, сім виходів блока перетворення форми сигналів приєднані до семи входів процесора; перший, другий та п'ятий виходи процесора приєднані відповідно до входів гетеродина, генератора, до восьмого входу комутатора та до другого входу блока виокремлення каналів, які є складовими частинами блока каналів; четвертий вхід процесора з'єднано з входом пристрою індикації та реєстрації сигналів, третій вихід процесора приєднано до входу блока формування сигналів управління, вихід якого підключено до входу двокоординаторного електромеханічного приладу, який з'єднаний з панеллю кільцевих антен.

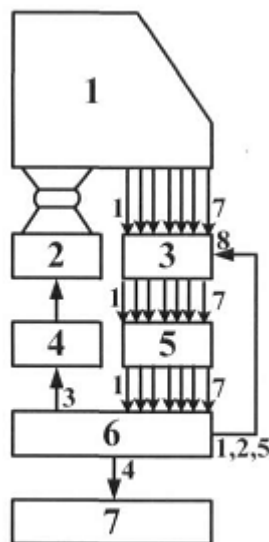
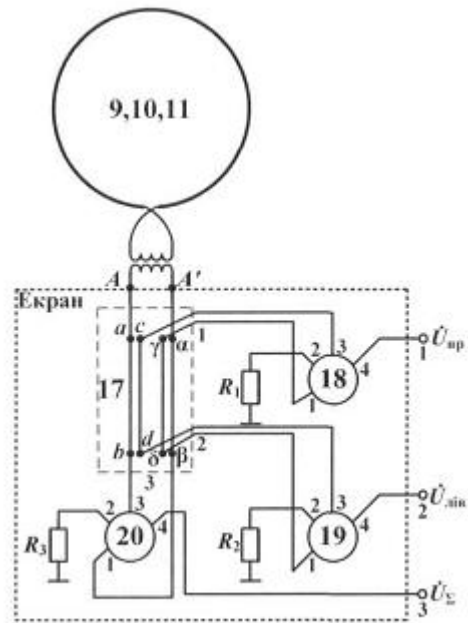
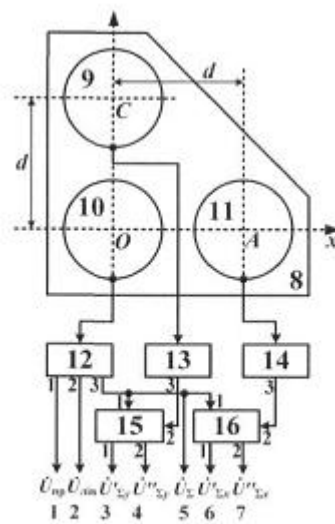


Fig. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

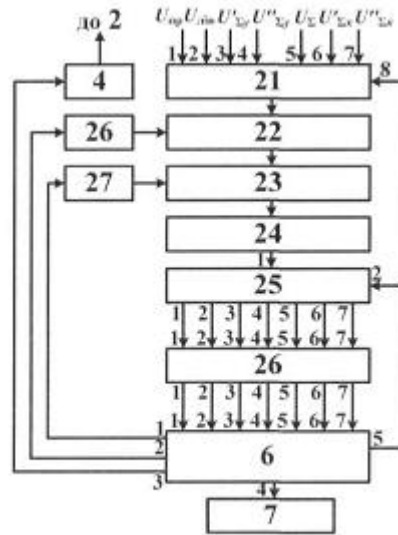


Fig. 4

Комп'ютерна верстка А. Крулевський

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

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