



УКРАЇНА

(19) UA (11) 61721 (13) A

(51) 7 G01S7/03, H01P1/14

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІДВидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ЗАХИСТУ ПРИЙМАЧА

1

2

(21) 2003043136

(22) 08 04 2003

(24) 17 11 2003

(46) 17 11 2003, Бюл. № 11, 2003 р

(72) Рогожкін Євген Васильович, Ємельянов Леонід
Якович, Третьяченко Олександр Олександрович(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

(57) Пристрій захисту приймача, що містить два хвилевідно-щільні мости, з'єднані двома хвилевідними секціями з газовими розрядниками, та суматор НВЧ-сигналів, перший вхід якого з'єднаний з першим виходом другого хвилевідно-щільного моста безпосередньо, а другий вхід з'єднаний з другим виходом

моста через чотириполюсник, виконаний як послідовно з'єднані атенюатор та фазообертач, який відрізняється тим, що додатково введені діодний комутатор та другий регульований чотириполюсник, причому другий вихід другого моста з'єднаний з входом діодного комутатора, перший вихід якого з'єднаний з входом першого чотириполюсника з регульованим коефіцієнтом передачі, виконаного як послідовно з'єднані атенюатор та фазообертач, другий вихід діодного комутатора з'єднаний з входом другого аналогічного чотириполюсника, а виходи обох чотириполюсників з'єднані з другим входом суматора

Вінахід відноситься до галузі радіолокації, зокрема, до техніки надвисоких частот (НВЧ), а також може бути використаний у радіофізичних дослідженнях іоносфери

В імпульсних радіолокаторах, що використовують для зондування іоносфери і де для випромінювання та прийому застосовується єдина антена, використовують комутатор «прийм-передача», який по чергові підключає антену або до виходу імпульсного радіопередавача, або до входу радіоприймача. Одночасно такий комутатор виконує і функцію захисту приймача в момент випромінювання потужного радіоімпульсу. Такий комутатор може бути відгалужуючого типу чи газорозрядним [1, 2]

Аналогом пристрою захисту приймача є антенний комутатор, який містить у собі два хвилевідно-щільних мости, з'єднаних двома хвилевідними секціями з газовими розрядниками [1, 2, 3]. Недоліком цього антенного комутатора є відсутність простих регулювань, необхідних для компенсування змін заводської настройки щільних мостів, які відбуваються при зміні робочої частоти. Також розрядники не ідентичні за своїми параметрами, які до того ж змінюються при експлуатації. Ці недоліки призводять до того, що в момент випромінювання невеликий за рівнем сигнал надвисоких частот (НВЧ) проходить на вихід антенного комутатора. Цей сигнал майже на 100дБ перевищує радіолокаційний і істотно впливає на роботу приймача та має тенденцію до зростання в процесі експлуатації. Крім

того, на протязі радіолокаційної розгортки (у період між зондуючими імпульсами) можливе просочування на вхід приймача паразитних сигналів від передавача, що погіршує точність виміру параметрів корисного сигналу. Особливо це стосується початку радіолокаційної розгортки, коли після завершення зондування із-за деякої тривалості процесу деіонізації газонаповнених розрядників йде відновлення комплексного коефіцієнта передачі до його значення при "холодному" стані розрядників. У цьому разі (у режимі прийому) не ідентичності розрядників та зміна їх параметрів у процесі експлуатації також приводять до посилення просочування на вхід приймача паразитних сигналів від передавача. Тому для радіолокаторів із безперервним режимом роботи особливо необхідна наявність простих регулювань

Прототипом пристрою захисту приймача є пристрій захисту приймача [4] який містить у своєму складі антенний комутатор, що розп'янутий вище, але вихід другого хвилевідно-щільного моста з'єднаний з одним із входів суматора НВЧ-сигналів, а другий вихід цього моста - з входом чотириполюсника з регульованим коефіцієнтом передачі (виконаного у вигляді послідовно з'єднаних атенюатора та фазообертача), вихід якого з'єднаний з другим входом суматора, що додатково ослаблює сигнал передавача у період випромінювання. Недоліком цього пристрою є те, що не передбачена можливість зменшення паразитних сигналів від передавача під час прийому корисних сигналів у межімпульс-

(13) A

(11) 61721

(19) UA

сний період, тому на вхід приймача може просочуватись шум та паразитний гармонійний сигнал, що погіршить точність виміру доплерівських зсувів частоти або спектра корисного сигналу. У радарі некогерентного розсіяння це призводить до значного погіршення визначення іоносферних параметрів і особливо швидкості дрейфу іоносферної плазми.

Метою винаходу є поліпшення розв'язки між приймачем та передавачем у період між імпульсами передавача й значного (не менш ніж на 20дБ) ослаблення шуму і паразитних гармонійних сигналів передавача під час прийому корисного слабого сигналу. При цьому враховується, що, у кінцевому підсумку, на виході радіоприймального тракту смуга, займана цим шумом, визначається смугою пропущення радіоприймального тракту, ширина якої у відносних одиницях (стосовно несучої частоти f_0 радіолокатора) складає, як правило, $2\Delta f_c/f_0 = 10^{-4} \div 10^{-3}$.

Ця мета досягається за рахунок того, що в пристрої-прототипі, який містить два хвилевідно-щипинних мости, з'єднані двома хвилевідними секціями з газовими розрядниками, чотириполюсник з регульованим коефіцієнтом передачі, виконаний у вигляді послідовно з'єднаних атенюатора та фазообертача, і суматор НВЧ-сигналів, вводиться додатковий ланцюг (чотириполюсник) із можливістю регулювання коефіцієнта передачі (для цього використовується послідовно з'єднання атенюатора та фазообертача), а також діодний комутатор. Причому перший вихід другого хвилевідно-щипинного моста як і у прототипі з'єднаний з одним з входів суматора НВЧ-сигналів, а другий вихід цього моста з'єднаний через діодний комутатор з входами першого та другого (додаткового) чотириполюсника з регульованим коефіцієнтом передачі, виходи яких з'єднані з другим входом суматора. Додатково введений діодний комутатор дозволяє комутувати відповідний ланцюг (чотириполюсник) у залежності від режиму роботи (режиму "передача або режиму "прийм") по сигналу керування, що подається до керуючого входу діодного комутатора. Це дозволяє забезпечити незалежне регулювання чотириполюсників з метою найкращого ослаблення сигналів передавача у кожному окремому режимі як при випромінюванні, так і при прийомі.

На фіг зображено пристрій захисту приймача.

Пристрій містить в собі I, IV - перший та другий хвилевідно-щипинні мости, II, III - хвилевідні секції з розрядниками, V - діодний комутатор, VI, VII - чотириполюсники з регульованим коефіцієнтом передачі, які містять у собі послідовно з'єднані атенюатор та фазообертач, VIII - суматор НВЧ-сигналів (міст складання чи спрямований відгалужувач).

Пристрій працює таким чином.

У режимі "передача" діодний комутатор (V), принцип дії якого наведено, наприклад, в [5], з'єднує вихід (3') другого хвилевідно-щипинного моста (IV) з входом (Bx2) суматора НВЧ-сигналів (VIII) через чотириполюсник з регульованим коефіцієнтом передачі (VI), а у режимі "прийм" - через аналогічний ланцюг (VII).

Режим "передача"

На час випромінювання імпульсу приймач повинен бути захищений від впливу могутнього сигналу передавача.

При випромінюванні передавач виробляє радіоімпульс високого рівня потужності, що надходить у плече (1) першого хвилевідно-щипинного моста (I). При цьому розрядники в секціях II, III іонізуються, створюючи коротке замикання I плечах (3) і (4) цього ж моста, і забезпечують умови для проходження радіоімпульсу в антену. Але не вся потужність передається в антену, частина її (близько 1-10Вт) проходить по розрядниках на входи (1') і (2') другого хвилевідно-щипинного моста і за ідеальних умов його збудження (рівність амплітуд при зсуві фаз 90°) ця потужність повинна проходити тільки до плеча (3'). Однак унаслідок не ідентичності секцій з розрядниками, що в основному визначається іонізованими розрядниками сигнал, що просочується через них, відгалужується в плече 4'. Паразитні сигнали на виходах (3') і (4') другого хвилевідно-щипинного моста є когерентними внаслідок того, що причиною їхньої появи є зондуєчий імпульс.

Дія регульованих чотириполюсників VI, VII (послідовне з'єднання фазообертача та атенюатора) може бути описана за допомогою комплексного коефіцієнта передачі [4]

$$K = K e^{j\varphi}, K < 1,$$

який має амплітудне значення K (визначається дією атенюатора) та фазовий множник $e^{j\varphi}$ (визначається дією фазообертача).

Суматор (VIII) виконує операцію складання двох протифазних сигналів, що надходять до його входів. При цьому модуль коефіцієнта передачі з плеча "Bx1" на вихід близький до одиниці. При відповідному регулюванні паразитний сигнал значно ослаблюється. Можна отримати ослаблення не менш ніж на 20дБ. Використовуючи математичний апарат хвилевих матриць розсіяння, дію схеми можна подати наступним чином.

Сигнали на виходах верхньої (II) та нижньої (III) хвилевідних секцій розрядників відповідно

$$b_2 = j \frac{a_1 d_2}{\sqrt{2}} \quad \text{та} \quad b_3 = \frac{a_1 d_3}{\sqrt{2}}$$

де a_1 - радіоімпульс передавача,

d_2, d_3 - ослаблення, що створюють іонізовані розрядники, відповідно верхньої та нижньої секцій (у загальному випадку це комплексні величини).

Паразитні сигнали на робочому виході 4' та на виході 3' антенного комутатора мають вид

$$b_{3'} = \frac{j a_1 (d_2 + d_3)}{2}, \quad b_{4'} = \frac{j a_1 (-d_2 + d_3)}{2},$$

До суматора при складанні сигнал b_3 вводиться з коефіцієнтом k .

Умова затушення сигналу на робочому виході суматора має вид

$$(-d_2 + d_3) \beta + j \alpha (d_2 + d_3) k = 0, \quad \alpha^2 + \beta^2 = 1,$$

де α та β - коефіцієнти передачі ("вхід 1-вихід" та "вхід 2-вихід") суматора.

Таким чином можна записати

$$\frac{-d_2 + d_3}{d_2 + d_3} = - \frac{j \cdot \alpha \cdot K}{\sqrt{1 - \alpha^2}}$$

Виходячи з останньої формули, можна сказати, що модуль та фазовий множник лівої частини визначаються конструктивними особливостями антенного комутатора та характеристиками розрядни-

ків, які змінюються в процесі експлуатації

Значення модуля коефіцієнта передачі K розраховується, виходячи з допустимих, за умовами експлуатації, змін d_2, d_3

Таким чином, виходячи з приведених вище розрахунків, можна зробити наступний висновок при виконанні умов, перерахованих вище, можна домогтися значної розв'язки приймача й передавача при випромінюванні (наприклад, 20 ± 30 дБ)

Режим "прийом"

Через те, що рівень корисного сигналу може бути зрівняним з шумами передавача, це приводить в окремих випадках до того, що шум кінцевих каскадів імпульсного передавача може спотворювати результати вимірів характеристик сигналу. Унаслідок цього виникає задача збільшення розв'язки між приймачем і передавачем у між імпульсний період.

У режимі "прийом", у паузі між імпульсами передавача, прийнятий антеною сигнал надходить у плече (2) першого хвилевідно-щипинного моста (I). Мостом він поділяється по потужності навпіл, передається у хвилевідні секції (II), (III) і збуджує входи (1') і (2') другого хвилевідно-щипинного моста (IV). Далі прийнятий сигнал з виходу (4') цього моста передається до приймача через суматор НВЧ-сигналів. Із-за неточності виготовлення та не ідентичності секцій з розрядниками незначна частина паразитного сигналу відгалужується і у плече (4). Проведені виміри показують, що розв'язка між плечами (3') і (4') складає $18-20$ дБ і залежить від комплексу розрядників, що використовуються. Щоб компенсувати паразитний сигнал передавача, що просочується у плече (4') другого хвилевідно-щипинного моста (IV), відгалужений паразитний сигнал з плеча (3') цього моста (IV) через діодний комутатор (V) і чотириполюсник з регульованим коефіцієнтом передачі (VII) подається у протифазі до входу V_{x2} суматора НВЧ-сигналів.

Через те, що радіоприймальний пристрій є достатньо вузько смуговим ($2\Delta f_c/f_0=10^{-4}+10^{-3}$) і рівень паразитного сигналу, який надходить до плеча (3') другого хвилевідно-щипинного моста (IV), у режимі прийому значно вище рівня того ж паразитного сигналу, що надходить у плече (4'), усі отримані вище (для режиму "передача") висновки можуть бути ви-

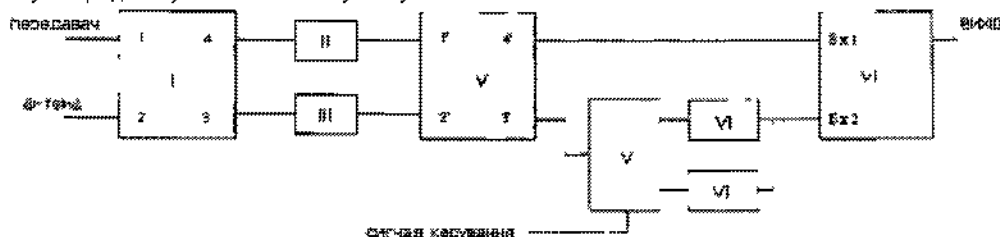
користані і для режиму "прийом". У цьому режимі d_2 і d_3 - це коефіцієнти передачі секції з розрядниками, що урахують комплексні опори розрядників та неточності виготовлення антенного комутатора в цілому. Оскільки амплітудно-фазові співвідношення в обох режимах у загальному випадку різні, регулювання амплітуд і фаз повинні бути незалежні в кожному режимі. Це забезпечується діодним комутатором, наприклад, за допомогою р-і-п діодів [5].

Суматор НВЧ-сигналів (спрямований відгалужувач) виконує одразу три функції: по-перше, він практично без ослаблення передає корисний сигнал до входу радіоприймального пристрою; по-друге, він здійснює операцію складання двох протифазних сигналів передавача, що просочуються до його входів у режимі "передача" або паразитних сигналів, що надходять до входу V_{x2} і сумісно з корисним сигналом - до входу V_{x1} у режимі "прийом"; по-третє, у режимі прийому забезпечує необхідну розв'язку, і тим більшу, чим більш перехідне ослаблення.

Крім вище перелічених переваг пристрою захисту приймача, ми зберігаємо можливість підвищення терміну експлуатації розрядників, оскільки введення додаткового чотириполюсника не виключає можливості за допомогою регулювання компенсувати зміни їх параметрів у процесі експлуатації. Це також спрощує вимоги до ідентичності розрядників не тільки у режимі "передача", а й у режимі "прийом".

Література

1. И В Лебедев Техника и приборы СВЧ Часть 1 Под ред Н Д Девяткова - М Высшая школа, 1970 - 439с
2. И В Лебедев Техника и приборы СВЧ Часть 2 Под ред Н Д Девяткова - М Высшая школа, 1972 - 375с
3. Головин В И, Галушкин Н Н, Лазарев В А и др Радиопередающее устройство измерительного комплекса некогерентного рассеяния //Вестник ХПИ №155, вып 1,1979, с 45-50
4. Рогожин Є В, Ємельянов Л Я, Мозгова О Л Пристрій захисту приймача Патент України UA 41011 А, Бюл №7, 15.08.2001р
5. Сазонов Д М Антенны и устройства СВЧ - М Высшая школа, 1988 - 432с



Фіг.