



(19) **UA** (11) **21 034** (13) **U**
(51)МПК

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
УКРАИНЫ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12)

(21), (22) Заявка: u200610133, 22.09.2006

(24) Дата начала действия патента: 15.02.2007

(46) Дата публикации: 15.02.2007G01R 29/08
20070101CFI20070115RHUA

(72) Изобретатель:

Пик Владимир Николаевич, UA,
Ткаченко Виктор Васильевич, UA,
Глушеченко Эдуард Николаевич, UA,
Чмилль Владимир Мусиевич, UA,
Май Владимир Иванович, UA,
Май Александр Владимирович, UA

(73) Патентовладелец:

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
"НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ
ПРЕДПРИЯТИЕ "САТУРН", UA

(54) РАДИОМЕТРИЧЕСКИЙ ПРИЁМНИК С НУЛЕВЫМ ОТСЧЕТОМ

(57)

Предлагаемый радиометрический приёмник с нулевым отсчетом содержит симметричный циркулятор, аттенюатор, два смесителя сигналов, генератор модулирующего сигнала, гетеродин, генератор шума, усилитель сигнала промежуточной частоты, демодулятор, два синхронных детектора, два фильтра нижних частот, аналого-цифровой преобразователь, устройство индикации и устройство коммутации. Вход циркулятора соединен с выходом антенны радиометра, а первый выход соединен с соответствующим входом устройства коммутации. Выход первого синхронного детектора соединен с входом устройства индикации через первый фильтр нижних частот. Выход генератора шума соединен с соответствующим входом устройства коммутации через аттенюатор. Второй выход циркулятора

соединен с входом второго смесителя. Выход второго смесителя соединен с входами усилителя сигнала промежуточной частоты, демодулятора, второго синхронного детектора и второго фильтра. Выход второго фильтра соединен с соответствующим входом аналого-цифрового преобразователя. Выход преобразователя соединен с управляющими входами генератора модулирующего сигнала и синхронных детекторов. Выход гетеродина соединен с соответствующим входом первого смесителя.

Официальный бюлетень "Промышленная собственность". Книга 1 "Изобретения, полезные модели, топографии интегральных микросхем", 2007, N 2, 15.02.2007. Государственный департамент интеллектуальной собственности Министерства образования и науки Украины.



(19) **UA** (11) **21 034** (13) **U**
(51) Int. Cl.

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE
OF UKRAINE
STATE DEPARTMENT OF INTELLECTUAL
PROPERTY

(12)

(21), (22) Application: u200610133, 22.09.2006

(24) Effective date for property rights: 15.02.2007

(46) Publication date: 15.02.2007 **G01R 29/08**
20070101CFI20070115RHUA

(72) Inventor:

Pik Volodymyr Mykolaiovych, UA,
Tkachenko Viktor Vasyliovych, UA,
Hlushechenko Eduard Mykolaiovych, UA,
Chmil Volodymyr Musiiiovych, UA,
Mai Volodymyr Ivanovych, UA,
Mai Oleksandr Volodymyrovych, UA

(73) Proprietor:

OPEN JOINT-STOCK COMPANY
"SCIENTIFIC-PRODUCTION ENTERPRISE
"SATURN", UA

(54) **RADIOMETER WITH ZERO INDICATION**

(57)

The proposed radiometer with zero indication contains a symmetrical circulator, attenuator, two signal mixers, a modulating signal generator, a heterodyne, a noise signal generator, an intermediate-frequency signal amplifier, a demodulator, two synchronous detectors, two low-pass filters, an analog-to-digital converter, a displaying unit, and a switching unit. The input of the circulator is connected to the output of the antenna of the radiometer, and the first output is connected to the corresponding input of the switching unit. The output of the first synchronous detector is connected to the displaying unit via the first low-pass filter. The output of the noise signal generator is connected to the corresponding input of the switching unit via the attenuator. The second

output of the circulator is connected to the input of the second mixer. The output of the second mixer is connected to the inputs of the intermediate-frequency signal amplifier, demodulator, second synchronous detector, and second filter. The output of the second filter is connected to the corresponding input of the analog-to-digital converter. The output of the converter is connected to the control inputs of the modulating signal generator and synchronous detectors. The output of the heterodyne is connected to the corresponding input of the first mixer.

Official bulletin "Industrial property". Book 1 "Inventions, utility models, topographies of integrated circuits", 2007, N 2, 15.02.2007. State Department of Intellectual Property of the Ministry of Education and Science of Ukraine.



(19) **UA** (11) **21 034** (13) **U**
(51)МПК

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ

(12)

(21), (22) Дані стосовно заявки:
u200610133, 22.09.2006

(24) Дата набуття чинності: 15.02.2007

(46) Публікація відомостей про видачу патенту
(деклараційного патенту): 15.02.2007G01R
29/08
20070101CFI20070115RHUA

(72) Винахідник(и):

Пік Володимир Миколайович, UA,
Ткаченко Віктор Васильович, UA,
Глушеченко Едуард Миколайович, UA,
Чміль Володимир Мусійович, UA,
Май Володимир Іванович, UA,
Май Олександр Володимирович, UA

(73) Власник(и):

ВІДКРИТЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО
"НАУКОВО-ВИРОБНИЧЕ ПІДПРИЄМСТВО
"САТУРН", UA

(54) НУЛЬОВИЙ РАДІОМЕТРИЧНИЙ ПРИСТРІЙ

(57)

Нульовий радіометричний пристрій містить
Y-циркулятор, атенюатор, другий генератор шуму,
другий підсилювач проміжної частоти, другий
детектор, другий синхронний детектор, перший та
другий фільтри низької частоти, а також
аналого-цифровий перетворювач, з'єднаний з
індикатором, причому антена сполучена з
комутатором через Y-циркулятор, перший
синхронний детектор підключений до індикатора
послідовно через перший фільтр низької частоти,
другий генератор шуму підключений до третього

входу комутатора через атенюатор, другий вихід
Y-циркулятора пов'язаний зі входом другого
змішувача, вихід якого послідовно сполучений з
другим підсилювачем проміжної частоти, другим
детектором, другим синхронним детектором, другим
фільтром низької частоти, вихід якого з'єднаний з
другим входом аналого-цифрового перетворювача,
вихід аналого-цифрового перетворювача
пов'язаний з керувальними входами генератора
частоти модуляції, першого і другого синхронних
детекторів, гетеродин підключений до другого
входу першого змішувача.

Опис винаходу

Корисна модель відноситься до пасивної радіолокації, а саме до техніки вимірювання радіояскравісних температур теплового випромінювання і може бути використана при дослідженні атмосфери, земної та водної поверхонь.

Відомий нульовий модуляційний радіометр [1], виконаний за схемою одноканального комутаційного перетворення, який включає антену, еквівалент антени (генератор еквівалентного шуму антени), комутатор, приймач, який має в своєму складі НВЧ підсилювач, НВЧ змішувач, підсилювач проміжної частоти, квадратичний детектор, підсилювач низької частоти, синхронний детектор, генератор опорної частоти, вихід якого сполучений з керувальним входом синхронного детектора і комутатора, а інший вхід синхронного детектора сполучений з генератором еталонного шуму.

Недоліком відомого нульового модуляційного радіометра є низька точність вимірювання радіояскравісної температури, зважаючи на частотну залежність коефіцієнта пропускання хвилевідного тракту, що приводить до виникнення сигналу помилки на виході радіометра.

Відомий також нульовий радіометричний пристрій [2] для вимірювання фізичної температури досліджуваних об'єктів за допомогою радіотеплолокації, що містить антену, з'єднану з першим входом комутатора, послідовно сполученого з першим змішувачем, першим підсилювачем проміжної частоти, першим детектором, першим синхронним детектором та індикатором, перший генератор шуму, вихід якого пов'язаний з другим входом комутатора, генератор частоти модуляції, перший вихід якого сполучений з керувальним входом комутатора, а другий вихід з опорним входом першого синхронного детектора, а також гетеродин зв'язаний з першим входом другого змішувача. Для підвищення чутливості радіометричного пристрою при постійній смузі пропускання підсилювача проміжної частоти в пристрій введені послідовно сполучені гетеродин і другий змішувач, другий вхід якого сполучений з виходом гетеродина, а також зважуючий фільтр, вихід якого сполучений з другим входом першого змішувача. При цьому частота f гетеродина визначається за умови

$$f \geq 2\Delta F_{\text{ппч}},$$

де $\Delta F_{\text{ппч}}$ - смуга пропускання підсилювача проміжної частоти.

До недоліку відомої конструкції нульового радіометричного пристрою, вибраного за прототип, слід віднести низьку чутливість, оскільки під час калібрування радіометра вимірювання радіояскравісної температури не проводиться.

Задачею, що поставлена в основу даного винаходу, є підвищення точності і чутливості радіометра при постійній смузі пропускання підсилювача проміжної частоти та безперервному його калібруванні.

Рішення поставленої задачі досягається тим, що в нульовому радіометричному пристрої, що містить антену, з'єднану з першим входом комутатора, послідовно сполученого з першим змішувачем, першим підсилювачем проміжної частоти, першим детектором, першим синхронним детектором та індикатором, перший генератор шуму, вихід якого пов'язаний з другим входом комутатора, генератор частоти модуляції, перший вихід якого сполучений з керувальним входом комутатора, а другий вихід - з опорним входом першого синхронного детектора, а також гетеродин, зв'язаний з першим входом другого змішувача, згідно даному технічному рішенню пристрій містить також Y-циркулятор, атенюатор, другий генератор шуму, другий підсилювач проміжної частоти, другий детектор, другий синхронний детектор, перший та другий фільтри низької частоти, а також аналого-цифровий перетворювач, з'єднаний з індикатором, причому антена сполучена з комутатором через Y-циркулятор, перший синхронний детектор підключений до індикатора послідовно через перший фільтр низької частоти, сполучений з першим входом аналого-цифрового перетворювача, другий генератор шуму підключений до третього входу комутатора через атенюатор, другий вихід Y-циркулятора пов'язаний з входом другого змішувача, вихід якого послідовно сполучений з другим підсилювачем проміжної частоти, другим детектором, другим синхронним детектором, другим фільтром низької частоти, вихід якого з'єднаний з другим входом аналого-цифрового перетворювача, вихід аналого-цифрового перетворювача пов'язаний з керувальними входами генератора частоти модуляції, першого і другого синхронних детекторів, гетеродин підключений до другого входу першого змішувача, перший вихід генератора частоти модуляції сполучений також з опорним входом другого синхронного детектора, а другий його вихід підключений до керувального входу атенюатора.

Рішення поставленої задачі досягається також і тим, що пристрій також містить перший та другий підсилювачі низької частоти, причому перший детектор сполучений з першим синхронним детектором через перший підсилювач низької частоти, а другий детектор сполучений з другим синхронним детектором через другий підсилювач низької частоти.

Технічним результатом, що досягається за рахунок введення відмітних ознак, є нечутливість пристрою до теплового шуму, що дозволяє підвищити точність і чутливість радіометра за рахунок його безперервного калібрування без втрати часу на вимірювання. З'єднання першого детектора з першим синхронним детектором через перший підсилювач низької частоти, а другого детектора з другим синхронним детектором через другий підсилювач низької частоти дозволяє поліпшити компенсацію температурних і інших нестабільностей радіометра. Тому ці ознаки віднесені до категорії додаткових.

Структурна електрична схема пропонованого технічного рішення представлена на кресленні (Fig.1), а на діаграмі (Fig.2) амплітудно-частотна характеристика пристрою.

Нульовий радіометричний пристрій виконаний по схемі двоканального комутаційного перетворення і складається з послідовно сполучених антени 1, Y-циркулятора 2, комутатора 3, першого змішувача 4, першого

підсилювача 5 проміжної частоти, першого детектора 6, першого підсилювача 7 низької частоти, першого синхронного детектора 8, першого фільтру 9 низької частоти, аналого-цифрового перетворювача 10 і індикатора 11. Пристрій включає також перший генератор шуму 12, вихід якого сполучений з другим входом комутатора 3, другий генератор шуму 13, сполучений з першим входом атенюатора 14, вихід якого пов'язаний з третім входом комутатора 3, генератор 15 частоти модуляції, перший вихід якого сполучений з керувальним входом комутатора 3, а другий вихід пов'язаний з опорним входом першого синхронного детектора 8 і другим входом атенюатора 14. Другий вихід Y-циркулятора 2 сполучений послідовно з другим змішувачем 16, другим підсилювачем 17 проміжної частоти, другим детектором 18, другим підсилювачем 19 низької частоти, другим синхронним детектором 20, другим фільтром 21 низької частоти, вихід якого сполучений з другим входом аналого-цифрового перетворювача 10. Пристрій включає також гетеродин 22, вихід якого сполучений з другими входами першого змішувача 4 і другого змішувача 16. Перший вихід генератора 15 частоти модуляції зв'язаний з опорним входом другого синхронного детектора 20. Вихід аналого-цифрового перетворювача 10 пов'язаний також з керувальними входами генератора 15 частоти модуляції, першого 8 і другого 20 синхронних детекторів.

Нульовий радіометричний пристрій працює таким чином.

Теплове радіовипромінювання від об'єкту поступає на антену 1 і далі на перший і другий канали радіометра. Комутатор 3, керований генератором частоти модуляції 15, безперервно підключає перший 12 і другий 13 генераторів шуму до входів першого 4 і другого 16 змішувача. На змішувачі також подається сигнал гетеродина 22. На змішувачах сигнали перетворюються і посилюються першим 5 і другим 17 підсилювачами проміжної частоти.

Внутрішнє калібрування першого і другого каналів радіометра здійснюється шляхом накладення на вимірюваний сигнал шумових калібрувальних сигналів від першого 12 і другого 13 генераторів шуму, які комутатор 3, керований генератором частоти модуляції 15, по черзі підключає відповідно до першого 4 і другого 16 змішувачів. Приймачі супергетеродинного типу, які мають в своєму складі НВЧ змішувач, гетеродин, підсилювач проміжної частоти і детектор, виконують функції перетворення і посилення інформаційного сигналу. Комутатор 3 виконаний по балансній схемі на основі свого Y-циркулятора. Для запобігання втратам інформації (вимірюваного сигналу Т_я) передбачений режим постійно діючого калібрування, на виході другого синхронного детектора 18. Аналогові сигнали з виходів першого 8 і другого 20 синхронних детекторів через аналого-цифрового перетворювач (АЦП) 10, який є невід'ємною частиною індикатора 11, поступають на його перший і другий входи і обробляються. Для забезпечення обробки результатів вимірювань в реальному масштабі часу на індикатор 11 через АЦП 10 поступає службовий сигнал напругою 0-5вольт, який несе інформацію про стан радіометра і режими роботи. В результаті, залежно від завдання досліджень (земний покрив, водна поверхня, атмосфера) встановлюється рівень його загасання (рівень опорного сигналу Т_х), а в якості Т_о використовується власне випромінювання р-і-п атенюатора в закритому стані.

Опорний сигнал Т_х забезпечується транзисторним генератором шуму з низьким значенням шумової температури вихідного сигналу, званим у зарубіжних джерелах "colfet" [3]. Генератор шуму є каскад з вихідним польовим транзистором з бар'єром Шоттки (ПТШ), виходом якого є затворний ланцюг транзистора. Генеруючий цим пристроєм шум за своєю природою є тепловим. Внаслідок цього його потужність стабільна, а спектр рівномірний в широкій смузі частот.

Як видно з діаграми (Фіг.2) розбиття загального діапазону частот (пунктирна лінія 1), що приймаються, на два піддіапазони (2) і (3) зменшує частотну залежність коефіцієнта пропускання хвильоводного тракту і, тим самим, підвищує точність вимірювань.

Таким чином, сукупність та послідовність наданих умов здійснення вимірювальних операцій радіоєскравісної температури та введення додаткових елементів і нових зв'язків у нульовому модуляційному пристрої, що заявляється, забезпечує досягнення можливості вимірювання слабких сигналів на рівні 10^{-14} Вт з підвищеною чутливістю на 40% та підвищеною на 30% точністю по зрівнянню з відомим рівнем техніки.

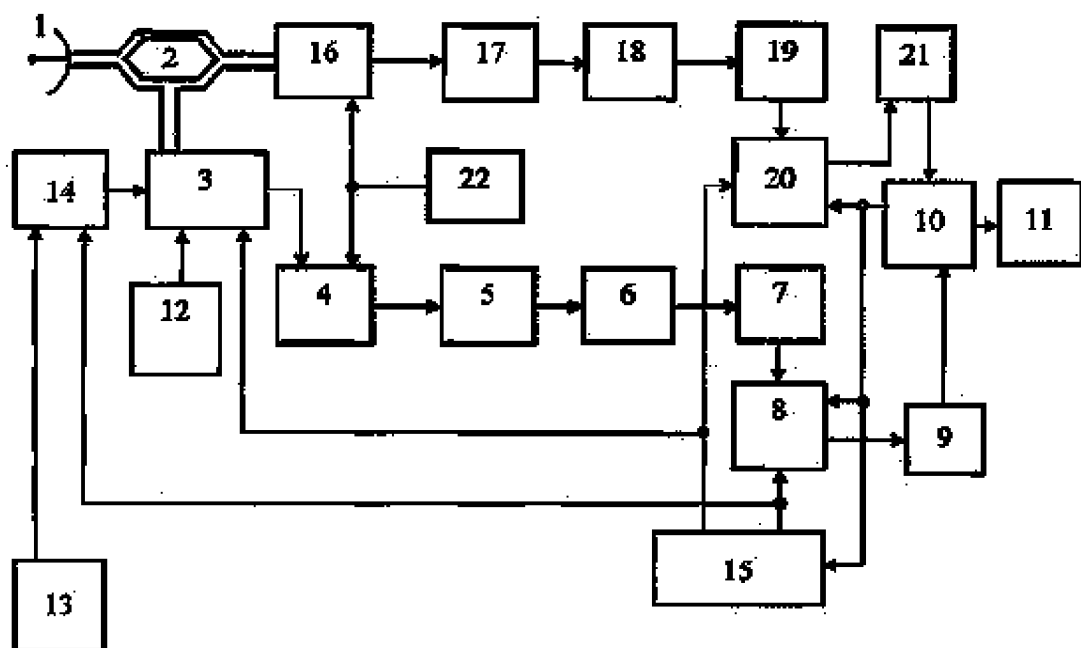
Перелік літератури, прийнятої до уваги при підготовці заявки:

1. "Радиотелескопы и радиометры", Есенкин НА., Корольков Д.В., Парийский Ю.Н., М., "Наука", 1973, с.257-258.
2. АС СРСР №1146610, кл. G01R29/08, публ. 23.03.85р. (прототип).
3. Frater R., Williams D., "Active "Gold" course of noise", IEEE Tans, 1981, V. MTT-29, №4, p.344.
4. АС СРСР №1686389, кл. G01R29/08, публ. 23.10.91р.
5. Деклараційний патент України на корисну модель №9354, кл. G01R29/08, публ. 15.09.2005р.
6. Заявка на патент Російської Федерації на винахід №2003115658, кл. G01R29/08, публ. 20.11.2004р.
7. Патент Російської Федерації на винахід №2235340, кл. G01R29/08, публ. 27.08.2004р.
8. Патент Російської Федерації на винахід №2220426, кл. G01R29/08, публ. 27.12.2003р.
9. Патент Російської Федерації на винахід №2211455, кл. G01R29/08, публ. 27.08.2003р.
10. Патент Російської Федерації на винахід №2187824, кл. G01R29/08, публ. 20.08.2002р.
11. Патент Російської Федерації на винахід №2168733, кл. G01R29/08, публ. 10.06.2001р.
12. Патент Російської Федерації на винахід №2124213, кл. G01R29/08, публ. 27.12.1998р.
13. Патент Російської Федерації на винахід №2093845, кл. G01R29/08, публ. 20.10.1997р.
14. Патент Російської Федерації на винахід №2091805, кл. G01R29/08, публ. 27.09.1997р.
15. Патент Російської Федерації на винахід №2073875, кл. G01R29/08, публ. 20.02.1997р.
16. Патент Російської Федерації на винахід №2022286, кл. G 01 R 29/08, публ. 10.10.1994р.
17. "Радиотеплолокация", А.Г. Николаев; С.В.Перцов; Военное издательство Министерства Обороны СССР, Москва, 1970г.

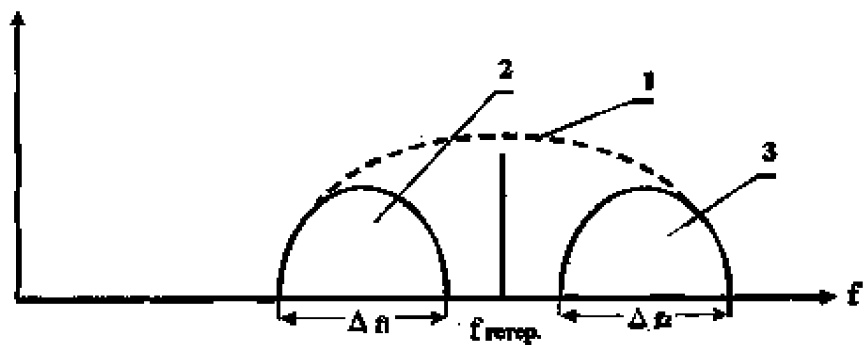
Формула винаходу

5 1. Нульовий радіометричний пристрій, що містить антену, з'єднану з першим входом комутатора, послідовно сполученого з першим змішувачем, першим підсилювачем проміжної частоти, першим детектором, першим синхронним детектором та індикатором, перший генератор шуму, вихід якого пов'язаний з другим входом комутатора, генератор частоти модуляції, перший вихід якого сполучений з керувальним входом комутатора, а другий вихід - з опорним входом першого синхронного детектора, а також гетеродин, зв'язаний з першим входом другого змішувача, який відрізняється тим, що пристрій містить також Y-циркулятор, атенюатор, другий генератор шуму, другий підсилювач проміжної частоти, другий детектор, другий синхронний детектор, перший та другий фільтри низької частоти, а також аналого-цифровий перетворювач, з'єднаний з індикатором, причому антена сполучена з комутатором через Y-циркулятор, перший синхронний детектор підключений до індикатора послідовно через перший фільтр низької частоти, сполучений з першим входом аналого-цифрового перетворювача, другий генератор шуму підключений до третього входу комутатора через атенюатор, другий вихід Y-циркулятора пов'язаний зі входом другого змішувача, вихід якого послідовно сполучений з другим підсилювачем проміжної частоти, другим детектором, другим синхронним детектором, другим фільтром низької частоти, вихід якого з'єднаний з другим входом аналого-цифрового перетворювача, вихід аналого-цифрового перетворювача пов'язаний з керувальними входами генератора частоти модуляції, першого і другого синхронних детекторів, гетеродин підключений до другого входу першого змішувача, перший вихід генератора частоти модуляції сполучений також з опорним входом другого синхронного детектора, а другий його вихід підключений до керувального входу атенюатора.

2. Нульовий радіометричний пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що він також містить перший та другий підсилювачі низької частоти, причому перший детектор сполучений з першим синхронним детектором через перший підсилювач низької частоти, а другий детектор сполучений з другим синхронним детектором через другий підсилювач низької частоти.



Фиг. 1



Фиг. 2

Офіційний бюлетень "Промислова власність". Книга 1 "Винаходи, корисні моделі, топографії інтегральних мікросхем", 2007, N 2, 15.02.2007. Державний департамент інтелектуальної власності Міністерства освіти і науки України.