



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2015145410, 22.10.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
22.10.2015Дата регистрации:
12.05.2017

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 22.10.2015

(43) Дата публикации заявки: 27.04.2017 Бюл. № 12

(45) Опубликовано: 12.05.2017 Бюл. № 14

Адрес для переписки:

125363, Москва, ул. Героев-Панфиловцев, 10,
ПАО "Радиофизика", научно-исследовательское
отделение N 6, сектор 6021

(72) Автор(ы):

Бердыев Валерий Сахаткулиевич (RU),
Тушнов Петр Анатольевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

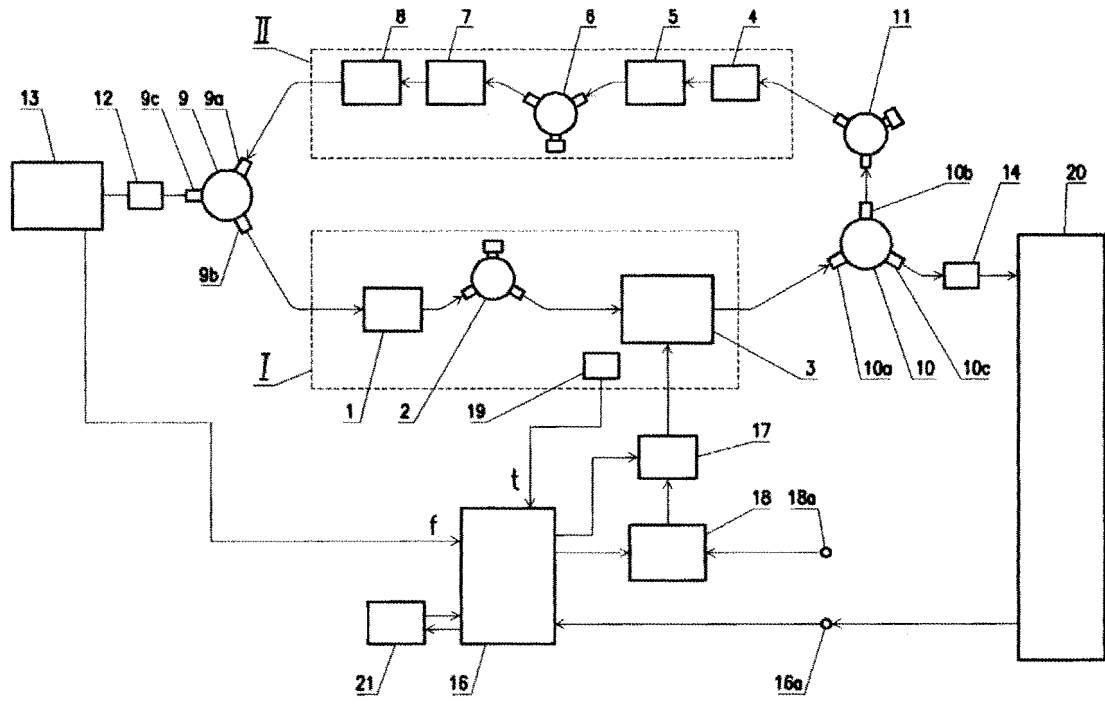
Публичное акционерное общество
"Радиофизика" (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2297714 C2 20.04.2007. RU
2160502 C1 10.12.2000. RU 43423 U1 10.01.2005.
RU 2142670 C1 10.12.1999. US 5157346 A
20.10.1992.

(54) СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ УСИЛИТЕЛЕМ МОЩНОСТИ РАДИОЧАСТОТНОГО СИГНАЛА И ПРИЕМО-ПЕРЕДАЮЩИЙ СВЧ-МОДУЛЬ АКТИВНОЙ ФАЗИРОВАННОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ

(57) Реферат:

Группа изобретений относится к области радиоэлектроники. Технический результат - повышение точности и быстродействия регулирования амплитуды радиочастотного сигнала с помощью управления усилителем мощности при использовании транзисторов, работающих в режиме глубокого насыщения. В способе управления усилителем мощности радиочастотного сигнала в приеме-передающем СВЧ-модуле активной фазированной антенной решетки радиолокационной станции, работающей в импульсном режиме, производят предварительное измерение выходной мощности радиочастотного сигнала в заданном

температурном и частотном диапазоне для формирования массива температурных и частотных поправок к амплитуде радиочастотного сигнала и последующее регулирование амплитуды посредством изменения напряжения, подаваемого на усилитель мощности, содержащий транзисторы, работающие в режиме глубокого насыщения. Приемопередающий СВЧ-модуль содержит приемо-передающий канал, усилитель мощности радиочастотного сигнала, управляющее устройство, и модулятор, обеспечивающий импульсный режим управления источником питания. 2 н.п. ф-лы, 2 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
H03G 3/24 (2006.01)
H03F 3/217 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2015145410, 22.10.2015**

(24) Effective date for property rights:
22.10.2015

Registration date:
12.05.2017

Priority:

(22) Date of filing: **22.10.2015**

(43) Application published: **27.04.2017** Bull. № 12

(45) Date of publication: **12.05.2017** Bull. № 14

Mail address:

**125363, Moskva, ul. Geroev-Panfilovtsev, 10, PAO
"Radiofizika", nauchno-issledovatel'skoe otdelenie
N 6, sektor 6021**

(72) Inventor(s):

**Berdyev Valerij Sakhatkulievich (RU),
Tushnov Petr Anatolevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Publichnoe aktsionernoe obshchestvo
"Radiofizika" (RU)**

(54) **METHOD OF CONTROLLING POWER AMPLIFIER OF RADIO FREQUENCY SIGNAL AND RADIOELECTRONIC DEVICE CONTAINING POWER AMPLIFIER OF RADIO FREQUENCY SIGNAL**

(57) Abstract:

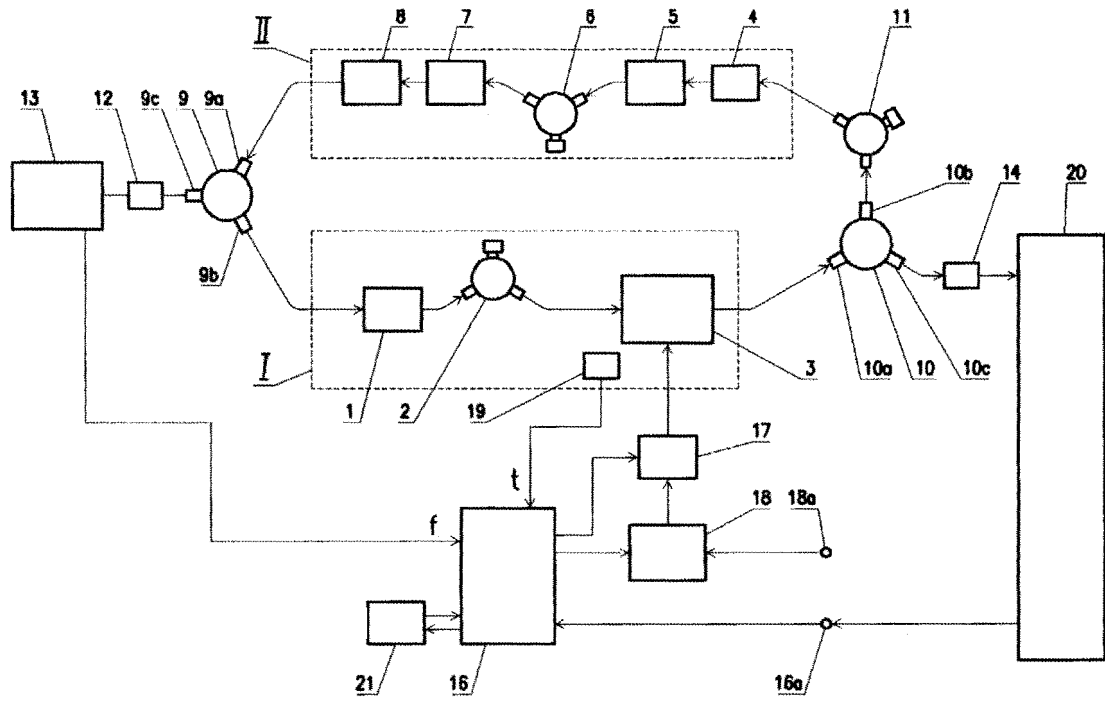
FIELD: radio engineering, communication.

SUBSTANCE: in the method of controlling the radio frequency power amplifier in the receiving-transmitting microwave module of the active phased array antenna of a radar station operating in a pulsed mode, a preliminary measurement of the radio frequency signal output power at a predetermined temperature and frequency range is performed to form an array of temperature and frequency corrections to the amplitude of the radio frequency signal and subsequent amplitude control by changing the voltage

applied to the power amplifier, containing transistors operating in a deep saturation mode. The receiving-transmitting microwave module comprises a receiving-transmitting channel, a radio frequency signal power amplifier, a control device, and a modulator providing a pulsed power supply control.

EFFECT: increasing the accuracy and speed of the radio frequency signal amplitude adjustment by controlling the power amplifier using transistors operating in the deep saturation mode.

2 cl, 2 dwg



Фиг. 1

Группа изобретений относится к области радиоэлектроники.

Известен способ управления усилителем мощности радиочастотного сигнала, включающий измерение выходной мощности радиочастотного сигнала, сравнение ее с заданным значением и регулирование амплитуды (а следовательно, и мощности) радиочастотного сигнала посредством изменения напряжения смещения на транзисторах, входящих в состав усилителя мощности (см. US 5903192, H03G 3/30, 11.05.1999).

Также известен приемо-передающий модуль активной фазированной антенной решетки, имеющий приемо-передающий канал, включающий приемный тракт и передающий тракт, содержащий усилитель мощности радиочастотного сигнала, и управляющее устройство, выполненное с возможностью ввода информации о выходной мощности радиочастотного сигнала, и средство регулирования амплитуды радиочастотного сигнала, выполненное с возможностью получения управляющего сигнала с выхода управляющего устройства (см. там же).

Известный способ и устройство приняты в качестве ближайших аналогов заявленного способа и устройства.

Недостатки известного способа и устройства состоят в применении в системе регулирования амплитуды радиочастотного сигнала контура обратной связи, обладающего инерционностью, что снижает качество управления усилителем мощности, и непригодности ее использования в случае применения транзисторов, работающих в режиме глубокого насыщения, используемых в активных фазированных антенных решетках радиолокационных станций (АФАР РЛС), работающих в импульсном режиме.

Задачей настоящей группы изобретений является создание способа управления усилителем мощности радиочастотного сигнала в приемо-передающем СВЧ-модуле активной фазированной антенной решетки радиолокационной станции, работающей в импульсном режиме, и приемо-передающего СВЧ-модуля активной фазированной антенной решетки радиолокационной станции, работающей в импульсном режиме, лишенных указанных недостатков.

В результате достигается технический результат, заключающийся в повышении качества управления усилителем мощности радиочастотного сигнала, а также возможности регулирования амплитуды (а следовательно, и выходной мощности) радиочастотного сигнала.

Конкретно, технический результат достигается путем осуществления способа управления усилителем мощности радиочастотного сигнала в приемо-передающем СВЧ-модуле активной фазированной антенной решетки радиолокационной станции, работающей в импульсном режиме, включающего предварительное измерение выходной мощности радиочастотного сигнала в заданном температурном и частотном диапазоне для формирования массива температурных и частотных поправок к амплитуде радиочастотного сигнала и последующее регулирование амплитуды радиочастотного сигнала посредством изменения напряжения, подаваемого на усилитель мощности, содержащий транзисторы, работающие в режиме глубокого насыщения.

Также технический результат достигается путем создания приемо-передающего СВЧ-модуля активной фазированной антенной решетки радиолокационной станции, работающей в импульсном режиме, содержащего приемо-передающий канал, включающий приемный тракт и передающий тракт, содержащий усилитель мощности радиочастотного сигнала, управляющее устройство, выполненное с возможностью ввода информации о выходной мощности и частоте радиочастотного сигнала и температуры в зоне усилителя мощности и частоте радиочастотного сигнала, и средство

регулирования амплитуды радиочастотного сигнала, выполненное с возможностью получения управляющего сигнала с выхода управляющего устройства. Он снабжен модулятором, обеспечивающим режим импульсного питания, и запоминающим устройством для хранения массива температурных и частотных поправок к амплитуде радиочастотного сигнала, связанным с упомянутым управляющим устройством. Средство регулирования амплитуды радиочастотного сигнала представляет собой управляемый источник питания, выход которого соединен с входом упомянутого модулятора, один из входов - с выходом упомянутого управляющего устройства, а другой вход является входом питания, а в усилителе мощности использованы транзисторы, работающие в режиме глубокого насыщения

На фиг. 1 показано схематичное изображение заявленного приемо-передающего СВЧ-модуля активной фазированной антенной решетки в режиме калибровки.

На фиг. 2 показано схематичное изображение заявленного приемо-передающего СВЧ-модуля активной фазированной антенной решетки в рабочем режиме.

Приемо-передающий СВЧ-модуль содержит приемо-передающий канал, включающий в себя передающий тракт I, содержащий соединенные последовательно фазовращатель 1, вентиль 2 и усилитель мощности 3, имеющий степень компрессии от 1,6 защитное устройство 4, малошумящий усилитель (МШУ) 5, вентиль 6, фазовращатель 7 и аттенюатор 8.

Приемо-передающий канал также включает в себя циркуляторы 9 и 10, обеспечивающие разделение приемного (II) и передающего (I) трактов, и вентиль 11. Вход 9а циркулятора 9 соединен с выходом аттенюатора 8 (являющимся выходом приемного тракта II), а выход 9б соединен с входом фазовращателя 1 (являющимся входом передающего тракта I). Циркулятор 9, кроме этого, имеет вход-выход 9с, соединенный с СВЧ-соединителем 12, который, в свою очередь, соединен с устройством формирования и обработки сигнала 13.

Вход защитного устройства 4 (являющийся входом приемного тракта II) соединен с выходом вентиля 11, вход которого соединен с выходом 10б циркулятора 10, вход 10а которого соединен с выходом усилителя мощности 3 (являющимся выходом передающего тракта I). Циркулятор 10, кроме этого, имеет вход-выход 10с, соединенный с СВЧ-соединителем 14, который, в свою очередь, соединен с излучателем 15.

В качестве СВЧ-соединителей 12 и 14 могут быть использованы участки СВЧ-линий (например, полосковых линий), неразрывно соединенные, например, путем сварки или пайки, или разъемные соединители (например, СВЧ-разъемы).

Кроме этого, приемо-передающий СВЧ-модуль содержит управляющее устройство 16 и модулятор 17, обеспечивающий режим импульсного питания, один из входов которого соединен с выходом управляемого источника питания 18, другой вход соединен с одним из выходов управляющего устройства 16, а выход соединен с входом питания усилителя мощности 3.

Другой выход управляющего устройства 16 соединен с входом управляемого источника питания 18, снабженного входом питания 18а от внешнего источника питания.

В качестве управляемого источника питания 18 может быть использован управляемый преобразователь напряжения.

Управляющее устройство 16 выполнено с возможностью ввода информации о частоте радиочастотного сигнала (от устройства формирования и обработки сигнала 13) и температуре в зоне усилителя мощности (от датчика температуры 19) и имеет вход 16а для ввода данных о поправках от калибровочного устройства 20. Управляющее устройство 16 связано с запоминающим устройством 21 для хранения массива

температурных и частотных значений поправок к амплитуде радиочастотного сигнала.

Заявленный приемо-передающий СВЧ-модуль активной фазированной антенной решетки, в котором реализуется заявленный способ управления усилителем мощности, работает следующим образом.

5 Предварительно в режиме калибровки производят измерения выходной мощности радиочастотного сигнала в заданном температурном и частотном диапазоне для формирования массива температурных и частотных поправок к амплитуде радиочастотного сигнала.

10 Калибровку производят при работе приемо-передающего модуля на передачу с заданным шагом по частоте и по температуре.

Калибровку производят с помощью калибровочного устройства 20, подключаемого к приемо-передающему СВЧ-модулю через соединитель 14. Информация о поправках поступает от калибровочного устройства 20 на вход 16а управляющего устройства 16 и в запоминающем устройстве 21 формируется в трехмерный массив поправок.

15 В рабочем режиме при работе приемо-передающего модуля на передачу сигнал поступает из устройства формирования и обработки сигнала 13 в фазовращатель 1, где выставляется необходимая фаза сигнала. Далее сигнал поступает в усилитель мощности 3, где усиливается до требуемого уровня, и затем поступает через циркулятор 10 в излучатель 15.

20 При работе приемо-передающего модуля на прием отраженный сигнал поступает через излучатель 15 и циркулятор 10 в защитное устройство 4, которое защищает приемный тракт от воздействия мощностей большого уровня. Затем сигнал поступает в МШУ 5, где усиливается, и затем поступает в фазовращатель 7 и аттенюатор 8, где выставляется необходимая фаза сигнала и затем в устройство формирования и
25 обработки сигнала 13.

Регулирование амплитуды (а следовательно, и выходной мощности) радиочастотного сигнала осуществляется за счет изменения напряжения, подаваемого на усилитель мощности 3 посредством управляющего сигнала, подаваемого на управляемый источник питания 18 от управляющего устройства 16.

30

(57) Формула изобретения

1. Способ управления усилителем мощности радиочастотного сигнала в приемопередающем СВЧ-модуле активной фазированной антенной решетки радиолокационной станции, работающей в импульсном режиме, включающий измерение
35 выходной мощности радиочастотного сигнала и регулирование амплитуды радиочастотного сигнала, отличающийся тем, что производят предварительное измерение выходной мощности радиочастотного сигнала в заданном температурном и частотном диапазоне для формирования массива температурных и частотных поправок к амплитуде радиочастотного сигнала и последующее регулирование
40 амплитуды радиочастотного сигнала посредством изменения напряжения, подаваемого на усилитель мощности, содержащий транзисторы, работающие в режиме глубокого насыщения.

2. Приемо-передающий СВЧ-модуль активной фазированной антенной решетки радиолокационной станции, работающей в импульсном режиме, содержащий
45 приемопередающий канал, включающий приемный тракт и передающий тракт, содержащий усилитель мощности радиочастотного сигнала, управляющее устройство, выполненное с возможностью ввода информации о выходной мощности радиочастотного сигнала, и средство регулирования амплитуды радиочастотного

сигнала, выполненное с возможностью получения управляющего сигнала с выхода управляющего устройства, отличающееся тем, что он снабжен модулятором, обеспечивающим режим импульсного питания, и запоминающим устройством для хранения массива температурных и частотных поправок к амплитуде радиочастотного сигнала, связанным с упомянутым управляющим устройством, при этом упомянутое управляющее устройство выполнено с возможностью ввода информации о температуре в зоне усилителя мощности и частоте радиочастотного сигнала, средство регулирования амплитуды радиочастотного сигнала представляет собой управляемый источник питания, выход которого соединен с входом упомянутого модулятора, один из входов - с выходом упомянутого управляющего устройства, а другой вход является входом питания, а в усилителе мощности использованы транзисторы, работающие в режиме глубокого насыщения.

15

20

25

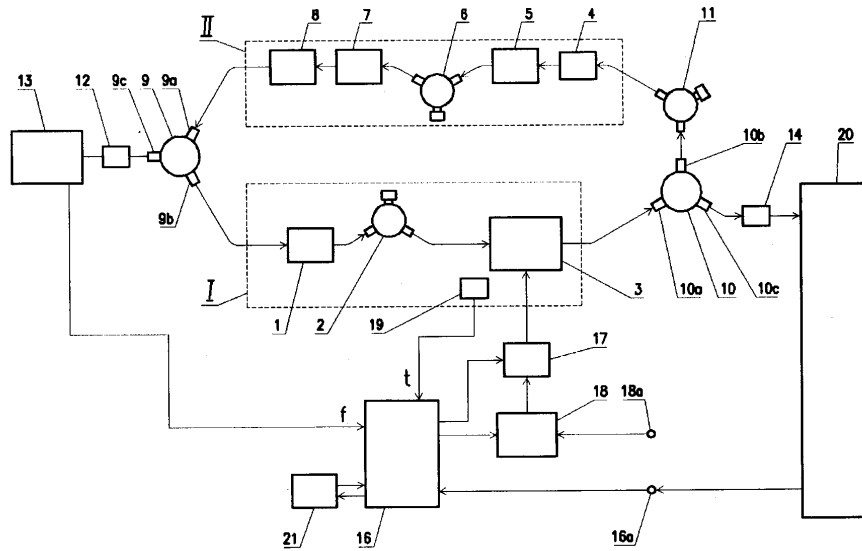
30

35

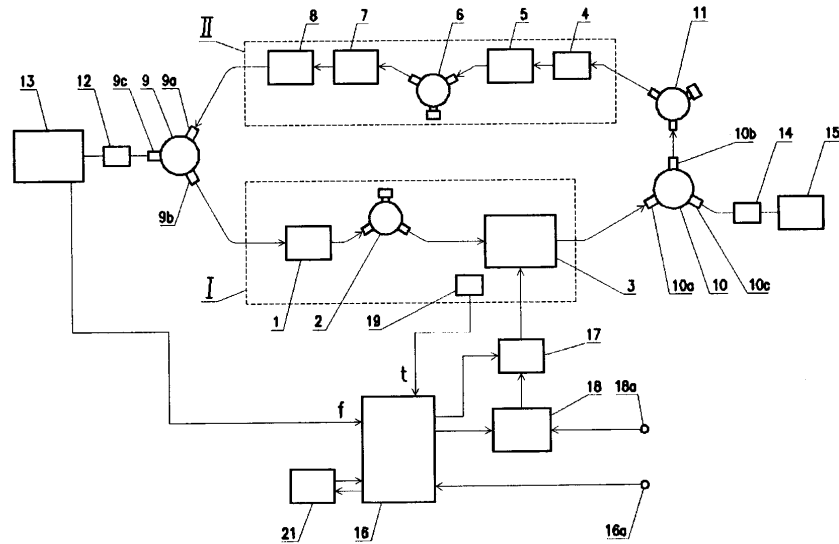
40

45

К заявке на группу изобретений
 «Способ управления усилителем мощности
 радиочастотного сигнала и радиоэлектронное устройство,
 содержащее усилитель мощности радиочастотного сигнала»



Фиг. 1



Фиг. 2