



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
H01Q 21/00 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2017143050, 11.12.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
11.12.2017

Дата регистрации:
16.07.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 11.12.2017

(45) Опубликовано: 16.07.2018 Бюл. № 20

Адрес для переписки:

107014, Москва, ул. 2-я Боевская, 2, АО "НПО
"Электронное приборостроение", Алёхину
Максиму Дмитриевичу

(72) Автор(ы):

Мерданов Мердан Казимагомедович (RU),
Малый Андрей Константинович (RU),
Челянов Альберт Ринадович (RU),
Орищук Сергей Григорьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

АО "Научно-производственное объединение
"Электронное приборостроение" (RU)

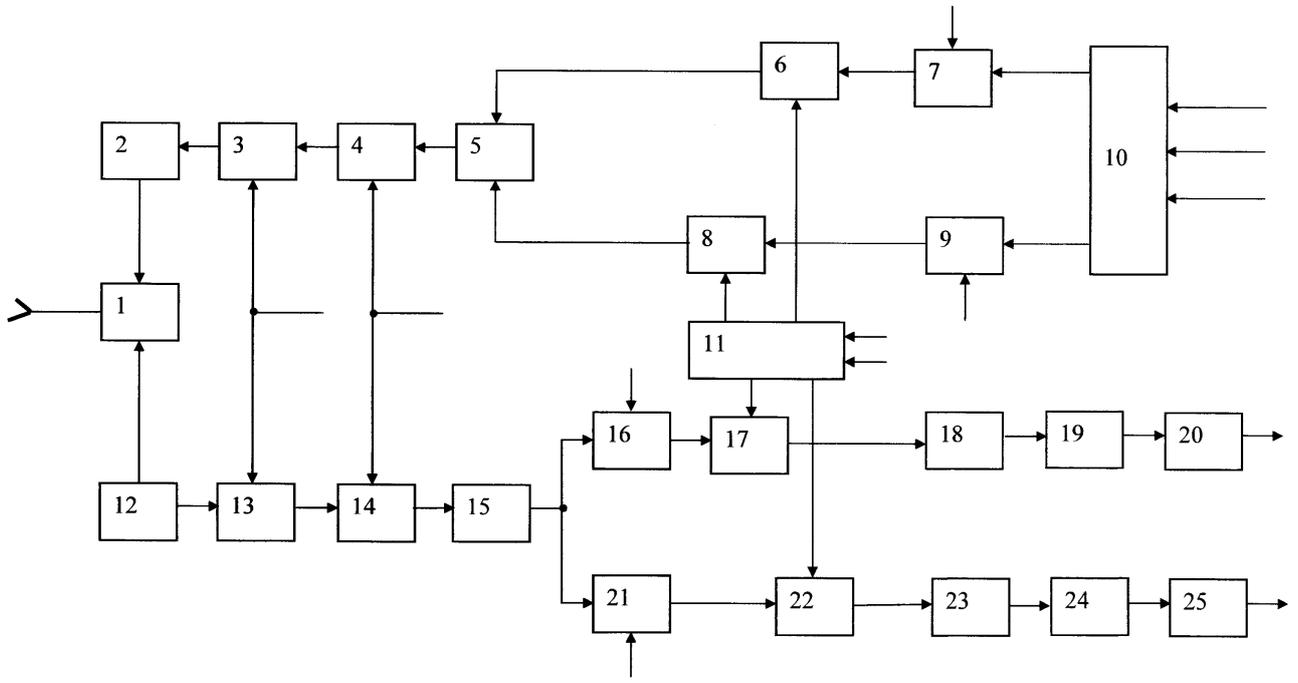
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2362268 C2, 20.07.2009. RU
157114 U1, 20.11.2015. RU 147523 U1,
10.11.2014. RU 2454763 C1, 27.06.2012. US 5745-
76 A, 28.04.1998. ДОБЫЧИНА Е.М. и др.
Цифровой приемо-передающий модуль
активной фазированной антенной решетки.
Научный вестник МГТУ ГА, 2014, # 209,
с.117-123.

(54) Приёмо-передающий модуль радиотехнических сигналов

(57) Реферат:

Изобретение относится к радиотехнике, в частности к приемо-передающим элементам антенн, и может быть использовано в цифровых антенных решетках. Техническим результатом изобретения является расширение функциональных возможностей за счет возможности его использования в цифровых антенных решетках. Приемно-передающий модуль радиотехнических сигналов содержит блок коммутации прием-передача 1, широкополосный усилитель мощности 2, два преобразователя частоты 3 и 13, цифроаналоговый

преобразователь 4, сумматор 5, два блока умножения 6 и 8, два фазовращателя 7 и 9, блок цифрового генератора гармоник 10, блок банка сигналов 11, широкополосный усилитель высокой частоты 12, широкополосный усилитель промежуточной частоты 14, квадратурный аналого-цифровой преобразователь 15, два цифровых полосовых фильтра 16 и 21, два канальных оптимальных фильтра 17 и 22, четыре буфера 18, 19, 23 и 24, два блока быстрого преобразования Фурье 20 и 25. 1 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
H01Q 21/00 (2006.01)

(21)(22) Application: **2017143050**, 11.12.2017

(24) Effective date for property rights:
11.12.2017

Registration date:
16.07.2018

Priority:

(22) Date of filing: 11.12.2017

(45) Date of publication: 16.07.2018 Bull. № 20

Mail address:

107014, Moskva, ul. 2-ya Boevskaya, 2, AO "NPO
"Elektronnoe priborostroenie", Alekhinu Maksimu
Dmitrievichu

(72) Inventor(s):

**Merdanov Merdan Kazimagomedovich (RU),
Malyj Andrej Konstantinovich (RU),
Chelyanov Albert Rinadovich (RU),
Orishchuk Sergej Grigorevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**AO "Nauchno-proizvodstvennoe obединenie
"Elektronnoe priborostroenie" (RU)**

(54) **TRANCEIVER MODULE OF RADIO-TECHNICAL SIGNALS**

(57) Abstract:

FIELD: radio engineering and communications.

SUBSTANCE: invention relates to radio engineering, in particular to transceiver elements of antennas, and can be used in digital antenna arrays. Transceiver module of the radio-technical signals contains switching unit, transmit-receive 1, broadband power amplifier 2, two frequency converters 3 and 13, digital-to-analog converter 4, adder 5, two multiplying units 6 and 8, two phase shifter 7 and 9, digital harmonic generator unit 10, signal bank unit 11, broadband high-

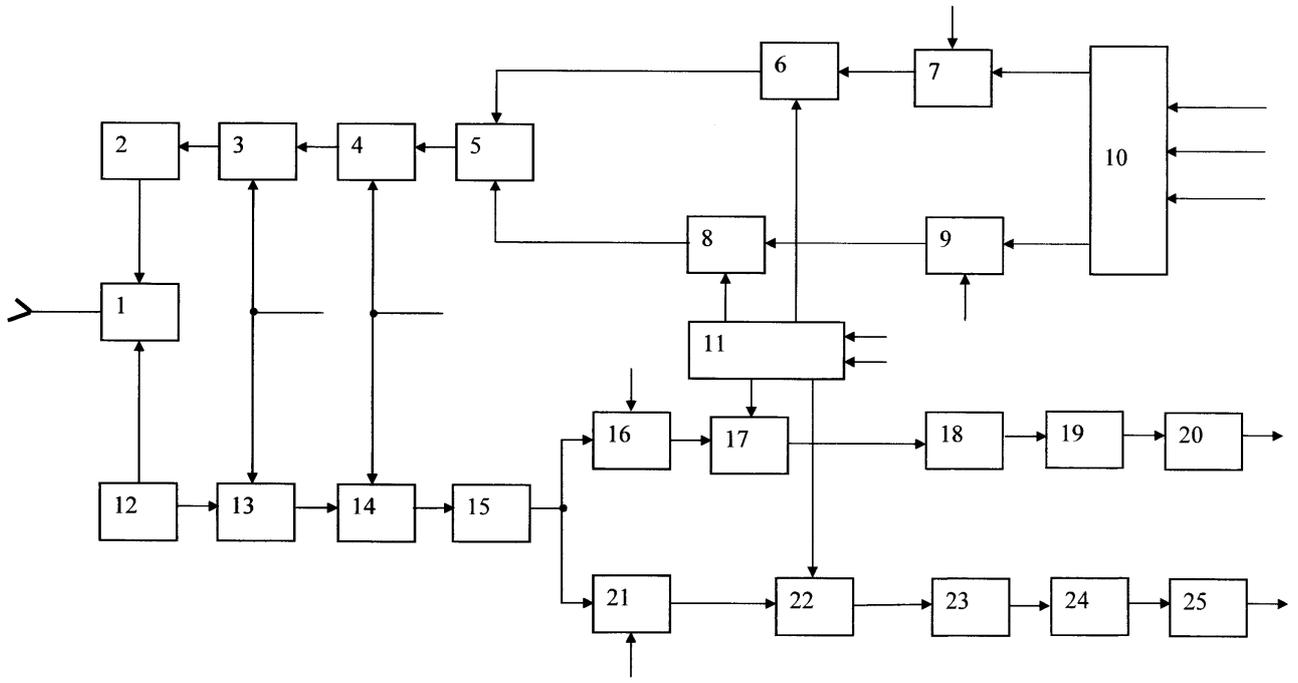
frequency amplifier 12, broadband intermediate frequency amplifier 14, quadrature analog-to-digital converter 15, two digital bandpass filters 16 and 21, two channel optimal filters 17 and 22, four buffers 18, 19, 23 and 24, two fast Fourier transform units 20 and 25.

EFFECT: extend of functionality due to the possibility of its use in digital antenna arrays.

1 cl, 1 dwg

RU 2 661 334 C1

RU 2 661 334 C1



Фиг. 1

RU 2661334 C1

RU 2661334 C1

Изобретение относится к радиотехнике, в частности к приемо-передающим элементам антенн, и может быть использовано в цифровых антенных решетках.

Известен "Приемо-передающий модуль активной фазированной антенной решетки СВЧ-диапазона" [RU №2454763 от 27.06.2012], содержащий, по меньшей мере, один переключатель "прием/передача" на 2 положения, контакт "вход-выход" которого является входом-выходом модуля, контакт "выход" в положении переключателя "передача" подключен ко входу передающего канала, включающего последовательно соединенные, по меньшей мере, один управляемый n -разрядный ступенчатый фазовращатель, предварительный усилитель мощности, выходной усилитель мощности, выход передающего канала, который является выходом модуля, и, по меньшей мере, один контакт "вход" в положении переключателя "прием", который подключен к выходу приемного канала, содержащего последовательно соединенные, по меньшей мере, один управляемый n -разрядный ступенчатый фазовращатель, по меньшей мере, один управляемый n -разрядный ступенчатый аттенюатор, по меньшей мере, один маломощный усилитель, защитное устройство и вход приемного канала, который является входом модуля, переключатель имеет второй контакт "вход", к которому подключен коммутатор, передающий канал содержит дополнительный n -разрядный ступенчатый фазовращатель и два согласующих усилителя, при этом вход одного из усилителей соединен с контактом "выход" переключателя, а выход усилителя со входом дополнительного n -разрядного ступенчатого фазовращателя, вход второго усилителя соединен с выходом дополнительного n -разрядного ступенчатого фазовращателя, а выход усилителя со входом n -разрядного ступенчатого фазовращателя, причем оба фазовращателя подключены к одной схеме управления, приемный канал содержит дополнительный n -разрядный ступенчатый аттенюатор, выход которого соединен со входом n -разрядного ступенчатого аттенюатора, причем аттенюаторы подключены к одной схеме управления, дополнительный n -разрядный ступенчатый фазовращатель, выход которого соединен со входом первого n -разрядного ступенчатого фазовращателя, причем фазовращатели подключены к одной схеме управления, два согласующих усилителя, вход одного из которых соединен с выходом n -разрядного ступенчатого аттенюатора, а выход усилителя со входом дополнительного n -разрядного ступенчатого фазовращателя, вход второго усилителя соединен с выходом n -разрядного ступенчатого фазовращателя, а выход второго усилителя с контактом "вход" переключателя, и делитель мощности СВЧ-сигнала, вход которого соединен с выходом маломощного усилителя, первый выход делителя соединен со входом дополнительного n -разрядного ступенчатого аттенюатора, а ко второму выходу делителя подключен второй приемный канал, содержащий последовательно соединенные дополнительный n -разрядный и n -разрядный ступенчатые фазовращатели, имеющие одну схему управления, дополнительный n -разрядный и n -разрядный ступенчатые аттенюаторы, имеющие одну схему управления, и два согласующих усилителя, вход одного из которых соединен с выходом n -разрядного ступенчатого фазовращателя, а выход усилителя со входом дополнительного n -разрядного ступенчатого аттенюатора, вход второго усилителя соединен с выходом n -разрядного ступенчатого аттенюатора, а выход второго усилителя соединен с выходом второго приемного канала, который является выходом модуля, при этом в каждом канале каждая схема управления фазовращателями или аттенюаторами содержит преобразователь последовательного кода управления в параллельный код и преобразователь уровней сигналов управления.

Недостатком данного модуля является то, что он имеет невысокий КПД, в режиме передачи работает в одном диапазоне частот, а также имеет сложную структуру

передающего и приемных каналов.

Наиболее близким к заявляемому решению является "Приемо-передающий модуль активной фазированной антенной решетки" [RU №2362268 от 20.07.2009], содержащий излучатель, соединенный со вторым контактом первого переключателя, управляющий вход которого соединен с блоком коммутации "прием-передача", последовательно соединенные предварительный усилитель и усилитель мощности, связанный с первым контактом первого переключателя, третий контакт первого переключателя подключен ко входу малошумящего усилителя-ограничителя, а также усилитель, управляемый фазовращатель и управляемый аттенюатор, второй, третий и четвертый переключатели, управляющие входы которых соединены с управляющим входом первого переключателя, вторые контакты второго и третьего переключателей связаны между собой через последовательно соединенные управляемый аттенюатор и управляемый фазовращатель, первые контакты второго и четвертого переключателей соединены между собой непосредственно, а третьи контакты третьего и четвертого переключателей соединены через усилитель, третий контакт второго переключателя соединен с выходом малошумящего усилителя-ограничителя, а первый контакт третьего переключателя соединен с входом предварительного усилителя, при этом второй контакт четвертого переключателя является входом-выходом приемопередающего модуля.

Недостатком данного модуля является то, что он может использоваться только в бортовых радиолокационных станциях (РЛС), устанавливаемых на самолетах и истребителях.

Техническим результатом изобретения является расширение функциональных возможностей за счет возможности его использования в цифровых антенных решетках.

Технический результат достигается тем, что в приемо-передающий модуль радиотехнических сигналов (ППМ), содержащий, усилитель мощности, фазовращатель и блок коммутации прием-передача дополнительно введены два преобразователя частоты, цифро-аналоговый преобразователь, сумматор, два блока умножения, два фазовращателя, блок цифрового генератора гармоник, блок банка сигналов, широкополосный усилитель высокой частоты, широкополосный усилитель промежуточной частоты, квадратурный аналого-цифровой преобразователь, два цифровых полосовых фильтра, два канальных оптимальных фильтра, четыре буфера, два блока быстрого преобразования Фурье, выходы которых соединены, соответственно, с первым и вторым выходами модуля, антенные элементы которого соединены с первым входом блока коммутации прием-передача, второй вход которого соединен с широкополосным усилителем мощности, вход которого соединен с выходом первого преобразователя частоты, первый вход которого соединен с выходом цифро-аналогового преобразователя, первый вход которого соединен с выходом сумматора, первый вход которого соединен с выходом первого блока умножения, первый вход которого соединен с выходом первого фазовращателя, первый вход которого соединен с первым выходом блока цифрового генератора гармоник, второй выход которого соединен с первым входом второго фазовращателя, выход которого соединен с первым входом второго блока умножения, выход которого соединен с вторым входом сумматора, выход блока коммутации прием-передача соединен с входом широкополосного усилителя высокой частоты, выход которого соединен с первым входом второго преобразователя частоты, выход которого соединен с входом широкополосного усилителя промежуточной частоты, выход которого соединен с первым входом квадратурного аналого-цифрового преобразователя, выход которого соединен с объединенными входами первого и второго цифровых полосовых фильтров,

выход второго цифрового полосового фильтра соединен с первым входом второго канального оптимального фильтра, выход которого соединен с входом третьего буфера, выход которого соединен с входом четвертого буфера, выход которого соединен с входом второго блока быстрого преобразования Фурье, выход первого цифрового полосового фильтра соединен с первым входом первого канального оптимального фильтра, выход которого соединен с входом первого буфера, выход которого соединен с входом второго буфера, выход которого соединен с входом первого блока быстрого преобразования Фурье, вход первого блока умножения соединен с вторым выходом блока банка сигналов, первый выход которого соединен с входом второго блока умножения, второй вход первого канального оптимального фильтра соединен с третьим выходом блока банка сигналов, четвертый выход которого соединен с вторым входом второго канального оптимального фильтра, объединенные вторые входы первого и второго преобразователей частоты соединены с десятым входом модуля, одиннадцатый вход которого соединен с объединенными вторыми входами цифро-аналогового преобразователя и квадратурного аналого-цифрового преобразователя, второй вход первого цифрового полосового фильтра соединен с восьмым входом модуля, девятый вход которого соединен с вторым входом второго цифрового полосового фильтра, второй вход первого фазовращателя соединен с шестым входом модуля, седьмой вход которого соединен с вторым входом второго фазовращателя, первый и второй входы блока банка сигналов, соединены соответственно с четвертым и пятым входами модуля, первый, второй и третий входы которого соединены соответственно с первым, вторым и третьим входами блока цифрового генератора гармоник.

На фиг. 1 представлена блок-схема приема-передающего модуля радиотехнических сигналов.

Приемо-передающий модуль радиотехнических сигналов (фиг. 1) содержит блок коммутации прием-передача 1, широкополосный усилитель мощности 2, два преобразователя частоты 3 и 13, цифро-аналоговый преобразователь 4, сумматор 5, два блока умножения 6 и 8, два фазовращателя 7 и 9, блок цифрового генератора гармоник 10, блок банка сигналов 11, широкополосный усилитель высокой частоты 12, широкополосный усилитель промежуточной частоты 14, квадратурный аналого-цифровой преобразователь 15, два цифровых полосовых фильтра 16 и 21, два канальных оптимальных фильтра 17 и 22, четыре буфера 18, 19, 23 и 24, два блока быстрого преобразования Фурье 20 и 25.

Приемо-передающий модуль радиотехнических сигналов (фиг. 1) содержит блок коммутации прием-передача 1, широкополосный усилитель мощности 2, два преобразователя частоты 3 и 13, цифро-аналоговый преобразователь 4, сумматор 5, два блока умножения 6 и 8, два фазовращателя 7 и 9, блок цифрового генератора гармоник 10, блок банка сигналов 11, широкополосный усилитель высокой частоты 12, широкополосный усилитель промежуточной частоты 14, квадратурный аналого-цифровой преобразователь 15, два цифровых полосовых фильтра 16 и 21, два канальных оптимальных фильтра 17 и 22, четыре буфера 18, 19, 23 и 24, два блока быстрого преобразования Фурье 20 и 25, выходы которых соединены соответственно с первым и вторым выходами модуля, антенные элементы которого соединены с первым входом блока коммутации прием-передача 1, второй вход которого соединен с широкополосным усилителем мощности 2, вход которого соединен с выходом первого преобразователя частоты 3, первый вход которого соединен с выходом цифро-аналогового преобразователя 4, первый вход которого соединен с выходом сумматора 5, первый вход которого соединен с выходом первого блока умножения 6, первый вход которого

соединен с выходом первого фазовращателя 7, первый вход которого соединен с первым выходом блока цифрового генератора гармоник 10, второй выход которого соединен с первым входом второго фазовращателя 9, выход которого соединен с первым входом второго блока умножения 8, выход которого соединен с вторым входом сумматора 5, выход блока коммутации прием-передача 1 соединен с входом широкополосного усилителя высокой частоты 12, выход которого соединен с первым входом второго преобразователя частоты 13, выход которого соединен с входом широкополосного усилителя промежуточной частоты 14, выход которого соединен с первым входом квадратурного аналого-цифрового преобразователя 15, выход которого соединен с объединенными входами первого 16 и второго цифровых полосовых фильтров 21, выход второго цифрового полосового фильтра 21 соединен с первым входом второго канального оптимального фильтра 22, выход которого соединен с входом третьего буфера 23, выход которого соединен с входом четвертого буфера 24, выход которого соединен с входом второго блока быстрого преобразования Фурье 25, выход первого цифрового полосового фильтра 16 соединен с первым входом первого канального оптимального фильтра 17, выход которого соединен с входом первого буфера 18, выход которого соединен с входом второго буфера 19, выход которого соединен с входом первого блока быстрого преобразования Фурье 20, вход первого блока умножения 6 соединен с вторым выходом блока банка сигналов 11, первый выход которого соединен с входом второго блока умножения 8, второй вход первого канального оптимального фильтра 17 соединен с третьим выходом блока банка сигналов 11, четвертый выход которого соединен с вторым входом второго канального оптимального фильтра 22, объединенные вторые входы первого 3 и второго 13 преобразователей частоты соединены с десятым входом модуля, одиннадцатый вход которого соединен с объединенными вторыми входами цифро-аналогового преобразователя 4 и квадратурного аналого-цифрового преобразователя 15, второй вход первого цифрового полосового фильтра 16 соединен с восьмым входом модуля, девятый вход которого соединен с вторым входом второго цифрового полосового фильтра 21, второй вход первого фазовращателя 7 соединен с шестым входом модуля, седьмой вход которого соединен с вторым входом второго фазовращателя 9, первый и второй входы блока банка сигналов 11, соединены соответственно с четвертым и пятым входами модуля, первый, второй и третий входы которого соединены соответственно с первым, вторым и третьим входами блока цифрового генератора гармоник 10.

Работа приемно-передающего модуля радиотехнических сигналов (фиг. 1) заключается в следующем.

Приемо-передающий модуль радиотехнических сигналов построен по двухканальной схеме, так как один и тот же приемно-передающий модуль (ППМ) обеспечивает формирование сразу двух пространственных каналов, разнесенных в пространстве и по частоте.

При работе на передачу под воздействием команд от блока управления РЛС на апертуре антенной решетки на ее антенные элементы ППМ формируется фазовое и амплитудное распределение поля, обеспечивающее формирование в пространстве четырех остронаправленных лучей, разнесенных по азимуту через 90° и по частоте на ширину спектра зондирующего сигнала. Заданное распределение сохраняется 43 мс, в течение которых в каждом пространственном канале излучается пачка сложных зондирующих сигналов с кодовой фазовой модуляцией (КФМ) длительностью 16,7 мкс длиной 69 импульсов с периодом 600 мкс.

При работе на прием отраженные от различных объектов сигналы в виде плоских

электромагнитных волн падают на антенную решетку, возбуждая в ее антенных элементах высокочастотные колебания тока. Причем, на один и тот же элемент могут воздействовать электромагнитные волны разных частотных каналов. Но в ППМ выделяются только два частотных канала, соответствующих тем пространственным каналам, в формировании которых принимает участие данный модуль.

На входы передающей части ППМ от блока управления поступает команды на выбор номеров каналов, по которым в блоке цифрового генератора гармоник (ЦГГ) 10 с момента поступления синхроимпульса начинают формироваться цифровые отсчеты гармонического сигнала с частотами, равными промежуточным частотам зондирующих сигналов. Период формирования отсчетов гармоник определяется периодом тактовой частоты f_t , поступающей на второй вход ППМ с синтезатора сигналов (на схеме не указан), превышающей $8\Delta f$ для обеспечения частотного разделения четырех пространственных каналов. Затем цифровым гармоникам фазовращателями 7 и 9 навязываются начальные фазы, определяемыми номером ППМ в кольце и требуемым направлением излучения $\theta K1$, $\theta K2$, поступающими на шестой и седьмой входы ППМ.

Цифровыми гармониками с заданными фазами, поступающими с выходов фазовращателями 7 и 9 на первые входы соответствующих блоков умножения 6 и 8, и поступающими, на их вторые входы, с выходов блока банка сигналов 11, модулируются копии зондирующих сигналов, имеющие свой код для каждого канала. Копии зондирующих сигналов с выходов блоков умножения 6 и 8 на своих промежуточных частотах поступают на соответствующие входы сумматора 5. Зондирующие сигналы каналов суммируются в сумматора 5, а затем в цифро-аналоговом преобразователе 4 преобразуются в аналоговую форму.

Банк сигналов содержит все использующиеся в РЛС коды зондирующих сигналов, которые выбираются по мере необходимости по командам блока управления (в схеме не указан), поступающими на четвертый и пятый входы ППМ.

Полоса пропускания цифро-аналогового преобразователя 4 обеспечивает формирование четырех не перекрывающихся по частоте сигналов с шириной спектра 11,6 МГц. Таким требованиям удовлетворяет цифро-аналоговый преобразователь с полосой пропускания 100 МГц. После преобразования в аналоговую форму сигнал, представляющий собой аддитивную сумму двух зондирующих сигналов на своих промежуточных частотах, поступает на первый преобразователь частоты 3, где спектр сигналов переносится на несущую частоту, и, после усиления в широкополосном усилителе мощности 2, через блок коммутации прием-передача 1 подается на антенный элемент.

Смесь отраженных сигналов нескольких пространственных каналов после отражения от объектов локации воспринимается антенной модуля и преобразуется в высокочастотные колебания. В режиме приема блок коммутации прием-передача 1 модуля отключает антенну от передающей части и подключает антенну к приемной части ППМ согласно командам управления циклами работы ППМ, поступающим от вычислительного комплекса (на схеме не показан). Принятый сигнал усиливается в широкополосном усилителе высокой частоты 12. Ширина его полосы пропускания достаточна для усиления всех четырех используемых в РЛС частотных точек, из которых для обработки сигналов в конкретном ППМ используются только две, на которых сигнал был излучен. Принятый сигнал во втором преобразователе частоты 13 преобразуется в промежуточную частоту и усиливается в широкополосном усилителе промежуточной частоты 14.

Затем сигнал оцифровывается квадратурным аналого-цифровым преобразователем

15. Частота квантования преобразователя перекрывает возможный диапазон частот принимаемых сигналов. Аналогично цифро-аналоговому преобразователю 4 полоса пропускания квадратурного аналого-цифрового преобразователя 15 составляет 100 МГц. Комплексные отсчеты сигнала разделяются в двух цифровых полосовых фильтрах 16 и 21, настроенных на выделение сигналов каналов K_1 и K_2 , заданных блоком управления, поступающим с соответственно с восьмого и девятого входов ППМ. Полосовые фильтры 16 и 21 одновременно обеспечивают накопление и прореживание отсчетов, снижая период следования отсчетов до длительности одного дискрета кодовой фазовой модуляции сигнала. С выходов полосовых фильтров 16 и 21 сигналы пространственных каналов, разделенные по частоте, подаются на первые входы соответствующих канальных оптимальных фильтров 17 и 22, в которых осуществляется свертка принятых сигналов с копиями зондирующих сигналов своих каналов, поступающих с соответствующих выходов блока банка сигналов 11. Оптимальные фильтры 17 и 22 представляют собой набор цифровых линий задержки с весовым сумматором.

Оптимально обработанные входные сигналы накапливаются в течение одного периода следования импульсов в соответствующих первом и втором буферах 18 и 23 длиной, равной отношению длительности периода следования импульсов и длительности одного дискрета ($N_d \times l$) сигнала с кодовой фазовой модуляцией. Каждый такой набор отсчетов сигналов $\|\dot{U}_{nd}^{K1}\|$ в виде вектора также накапливается в соответствующих третьем и четвертом буферах 19 и 24 в течение всей пачки импульсов, в результате чего формируется матрица комплексных отсчетов сигналов $\|\dot{U}_{nd, np}^{K1}\|$ размером ($N_d \times N_i$), где N_i - количество импульсов в пачке. Последней операцией, выполняемой в ППМ является формирование частотных фильтров посредством операции быстрого преобразования Фурье, осуществляемой в соответствующих блоках быстрого преобразования Фурье 20 и 25, в которых подвергаются столбцы матрицы отсчетов данных. В результате чего обеспечивается частотная селекция сигналов по частоте Доплера и когерентное накопление пачки принятых сигналов.

На выходе ППМ выдаются два набора данных в виде матриц комплексных отсчетов сигналов для каждого дискрета дальности и скоростного фильтра двух пространственных каналов $\|\dot{U}_{nd, n\Phi}^{K1}\|$ и $\|\dot{U}_{nd, n\Phi}^{K2}\|$ (где $n\Phi$ - номер скоростного фильтра, размером ($N_d \times N_\Phi$), которые поступают на выход ППМ и далее на вход блока пространственной обработки радиотехнических сигналов и могут быть впоследствии использованы в системе отображения информации, а также в системах вторичной обработки и классификации целей РЛС.

На вторые объединенные входы первого 3 и второго 13 преобразователей частоты с десятого и одиннадцатого, а также отдельно на вторые объединенные входы цифро-аналогового преобразователя 4 и квадратурного аналого-цифрового преобразователя 15 поступает тактовая частота f_t . Частота гетеродина поступает отдельно с первого и третьего входов ППМ и поступает на одноименные входы блока цифрового генератора гармоник 10.

Таким образом, в приемо-передающем модуле радиотехнических сигналов осуществляется расширение функциональных возможностей за счет возможности его использования в цифровых антенных решетках.

(57) Формула изобретения

Приемо-передающий модуль радиотехнических сигналов, содержащий усилитель мощности, фазовращатель и блок коммутации прием-передача, отличающийся тем, что в него дополнительно введены два преобразователя частоты, цифроаналоговый преобразователь, сумматор, два блока умножения, два фазовращателя, блок цифрового генератора гармоник, блок банка сигналов, широкополосный усилитель высокой частоты, широкополосный усилитель промежуточной частоты, квадратурный аналого-цифровой преобразователь, два цифровых полосовых фильтра, два канальных оптимальных фильтра, четыре буфера, два блока быстрого преобразования Фурье, выходы которых соединены соответственно с первым и вторым выходами модуля, антенные элементы которого соединены с первым входом блока коммутации прием-передача, второй вход которого соединен с широкополосным усилителем мощности, вход которого соединен с выходом первого преобразователя частоты, первый вход которого соединен с выходом цифроаналогового преобразователя, первый вход которого соединен с выходом сумматора, первый вход которого соединен с выходом первого блока умножения, первый вход которого соединен с выходом первого фазовращателя, первый вход которого соединен с первым выходом блока цифрового генератора гармоник, второй выход которого соединен с первым входом второго фазовращателя, выход которого соединен с первым входом второго блока умножения, выход которого соединен с вторым входом сумматора, выход блока коммутации прием-передача соединен с входом широкополосного усилителя высокой частоты, выход которого соединен с первым входом второго преобразователя частоты, выход которого соединен с входом широкополосного усилителя промежуточной частоты, выход которого соединен с первым входом квадратурного аналого-цифрового преобразователя, выход которого соединен с объединенными входами первого и второго цифровых полосовых фильтров, выход второго цифрового полосового фильтра соединен с первым входом второго канального оптимального фильтра, выход которого соединен с входом третьего буфера, выход которого соединен с входом четвертого буфера, выход которого соединен с входом второго блока быстрого преобразования Фурье, выход первого цифрового полосового фильтра соединен с первым входом первого канального оптимального фильтра, выход которого соединен с входом первого буфера, выход которого соединен с входом второго буфера, выход которого соединен с входом первого блока быстрого преобразования Фурье, вход первого блока умножения соединен с вторым выходом блока банка сигналов, первый выход которого соединен с входом второго блока умножения, второй вход первого канального оптимального фильтра соединен с третьим выходом блока банка сигналов, четвертый выход которого соединен с вторым входом второго канального оптимального фильтра, объединенные вторые входы первого и второго преобразователей частоты соединены с десятым входом модуля, одиннадцатый вход которого соединен с объединенными вторыми входами цифроаналогового преобразователя и квадратурного аналого-цифрового преобразователя, второй вход первого цифрового полосового фильтра соединен с восьмым входом модуля, девятый вход которого соединен с вторым входом второго цифрового полосового фильтра, второй вход первого фазовращателя соединен с шестым входом модуля, седьмой вход которого соединен с вторым входом второго фазовращателя, первый и второй входы блока банка сигналов соединены соответственно с четвертым и пятым входами модуля, первый, второй и третий входы которого соединены соответственно с первым, вторым и третьим входами блока цифрового

генератора гармоник.

5

10

15

20

25

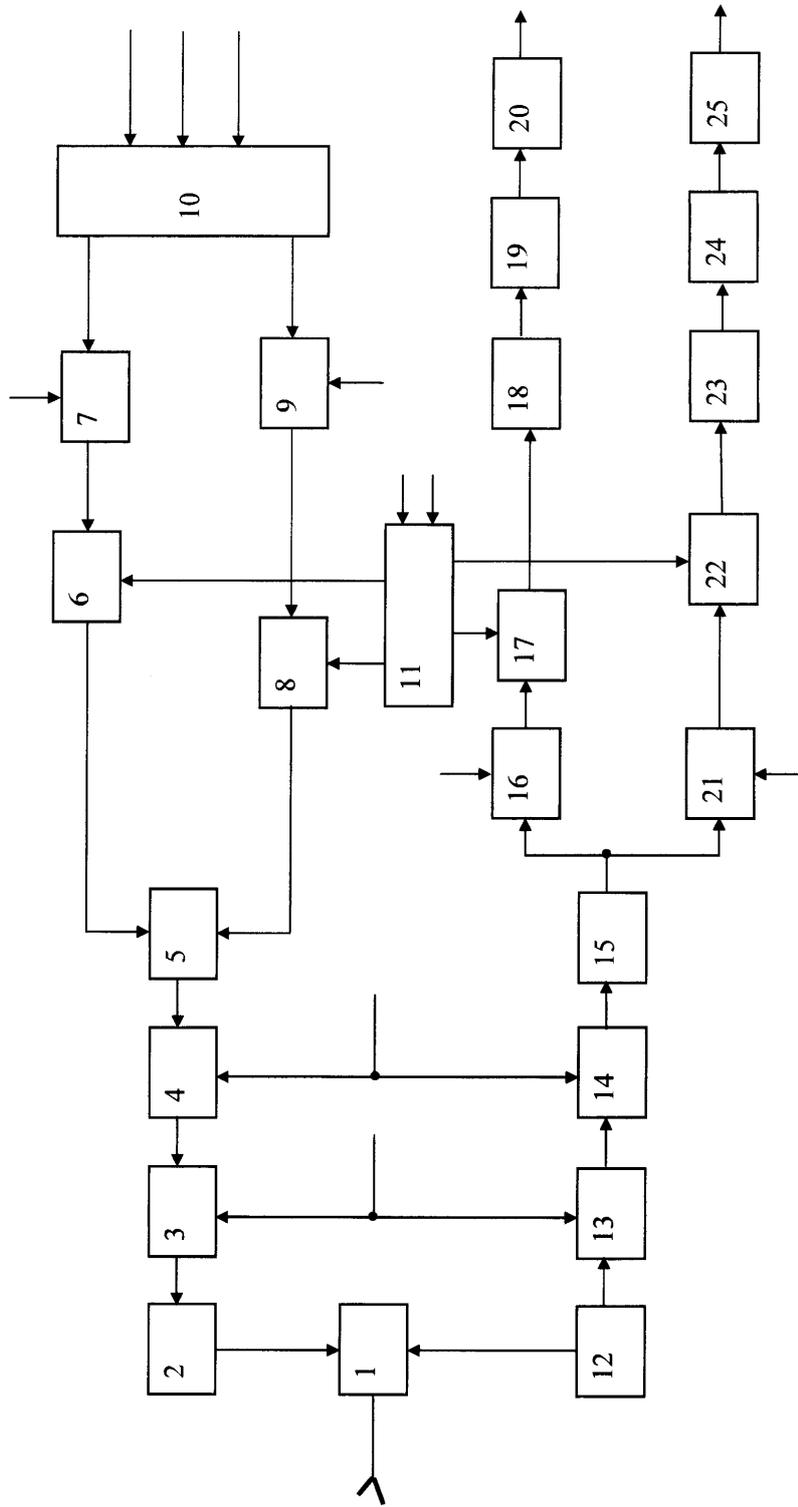
30

35

40

45

Приёмно-передающий модуль радиотехнических сигналов



Фиг. 1.