

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(19) **RU** **2 822 505** (11) **C1**  
(51) МПК  
**H04B 1/00 (2006.01)**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: действует (последнее изменение статуса: 10.07.2024)  
Пошлина: Установленный срок для уплаты пошлины за 3 год: с 09.02.2025 по 08.02.2026. При  
уплате пошлины за 3 год в дополнительный 6-месячный срок с 09.02.2026 по 08.08.2026  
размер пошлины увеличивается на 50%.

(52) СПК

**H04B 1/00 (2024.01); H03K 3/00 (2024.01); H04B 7/00 (2024.01)**

(21)(22) Заявка: **2024103157**, **08.02.2024**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**08.02.2024**

Дата регистрации:  
**08.07.2024**

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **08.02.2024**

(45) Опубликовано: **08.07.2024** Бюл. № **19**

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: ДЯТЛОВ А. П., ДЯТЛОВ П. А.,  
Проектирование радиосистем передачи  
информации с повышенными скрытностью  
и помехозащищенностью: Учебное пособие  
по курсовому проектированию, ч. 1 -  
Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2013 - 39 стр, рис.  
2.1. RU 87056 U1, 20.09.2009. RU 2150175  
C1, 27.05.2000. US 5199045 A1, 30.03.1993.

Адрес для переписки:  
**190000, Санкт-Петербург, ул. Большая  
Морская, 67, лит. А, ГУАП, ЦКНИ**

(72) Автор(ы):

**Сметанин Сергей Сергеевич (RU),  
Жуков Александр Олегович (RU),  
Дворников Сергей Сергеевич (RU),  
Селиванов Сергей Владимирович (RU),  
Дворников Александр Сергеевич (RU),  
Погорелов Андрей Анатольевич (RU),  
Богданов Александр Валентинович (RU),  
Дворников Сергей Викторович (RU)**

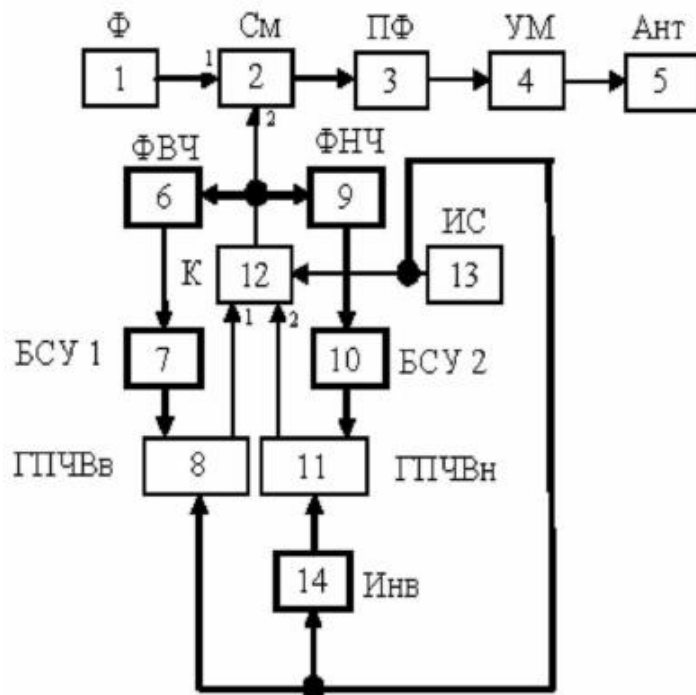
(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Санкт-Петербургский  
государственный университет  
аэрокосмического приборостроения" (RU)**

(54) Устройство формирования сигналов с линейной частотной модуляцией

(57) Реферат:

Устройство относится к технике формирования радиосигналов и может быть использовано в радиосвязи. Техническим результатом является уменьшение занимаемой полосы частот. Он достигается за счет того, что в известное устройство дополнительно введены первый и второй блоки синхронизации и управления, фильтр высокой частоты, фильтр низкой частоты и инвертор. При этом входы фильтра высокой частоты и фильтра низкой частоты соединены с выходом коммутатора. А выход фильтра высокой частоты через первый блок синхронизации и управления подключен к входу начальной установки гетеродина с преобразованием частоты вверх, выход фильтра низкой частоты через второй блок синхронизации и управления подключен к входу начальной установки гетеродина с преобразованием частоты вниз. А выход источника сообщений подключен к запускающему входу гетеродина с преобразованием частоты вверх, и через инвертор подключен к запускающему входу



Фиг. 1

Устройство относится к технике формирования радиосигналов и может быть использовано в радиосвязи.

Известен «Формирователь линейно-частотно-модулированных сигналов» (Патент РФ № 915213, МПК H03C 3/08 (2006.01), опубл.: 23.03.1982).

В известном формирователе линейно-частотно-модулированных (ЛЧМ) сигналов, содержащего последовательно соединенные двоичный счетчик, блок коммутации кодов, первый сумматор и первый регистр, выход которого соединен с вторым входом первого сумматора, блок синхронизации и управления, выход тактовой частоты которого соединен со счетным входом двоичного счетчика и входом записи первого регистра, а также фазовращатель. При этом, с целью упрощения управления скоростью изменения частоты путем его осуществления независимо от тактовой частоты, между кодовым выходом блока синхронизации и управления и первым управляющим входом фазовращателя введены последовательно соединенные преобразователь кодов режима работы в постоянное напряжение, второй сумматор, второй регистр и третий сумматор, при этом второй и третий выходы преобразователя кодов режима работы в постоянное напряжение соединены соответственно с входами начальной установки второго и первого регистра, а четвертый выход - с инверсным входом блока синхронизации и управления и входом начальной установки двоичного счетчика, выход сигнала управления знаком девиации блока синхронизации и управления соединен с вторым управляющим входом фазовращателя и управляющим входом блока коммутации кодов, а выход сигнала записи начальной установки - с входом записи начальной установки второго регистра, выход второго регистра соединен с вторым входом второго сумматора; второй вход третьего сумматора соединен с выходом первого регистра, выход третьего сумматора соединен также с входом записи второго регистра, а выход блока коммутации кодов подключен к входу нулевого кода блока синхронизации и управления.

Недостатком известного устройства является то, что в нем обеспечивается только управления скоростью изменения частоты путем его осуществления независимо от тактовой частоты, что не обеспечивает работу с бинарным информационным сигналом.

Известно «Устройство формирования линейно-частотно-модулированных сигналов» (Патент РФ № 2568329, МПК H03J 1/00 (2006.01), опубл.: 20.11.2015 Бюл. № 32).

В известном устройстве, содержащем передающий оптический модуль, приемный оптический модуль, полосовой фильтр, волоконно-оптическую линию задержки и электронный усилитель дополнительно введены устройство управления, устройство формирования задающих импульсов, оптический аттенюатор, смеситель, генератор,

управляемый напряжением, причем первый выход устройства управления подключен к входу устройства формирования задающих импульсов, выход которого соединен с первым входом передающего оптического модуля, второй выход устройства управления соединен с входом генератора, управляемого напряжением, выход которого соединен с вторым входом смесителя, третий выход устройства управления соединен с вторым входом передающего оптического модуля, причем оптический выход передающего оптического модуля через последовательно подключенные волоконно-оптическую линию задержки и оптический аттенюатор соединен с оптическим входом приемного оптического модуля, электрический выход которого подключен к первому входу смесителя, выход которого соединен с последовательно подключенными полосовым фильтром и электронным усилителем, причем выход электронного усилителя является выходом устройства.

Недостатком известного устройства является то, что в нем обеспечивается только управления скоростью изменения частоты путем его осуществления независимо от тактовой частоты, что не обеспечивает работу с бинарным информационным сигналом.

Известно «Устройство формирования линейно-частотно-модулированного сигнала» (Патент РФ № 2110145 МПК H03K 7/06 (1995.01), H03C 3/08 (1995.01), H02M 1/08 (1995.01), опубл.: 27.04.1998).

В известном устройстве формирования ЛЧМ сигнала, содержащего первый и второй накапливающие сумматоры и цифроаналоговый преобразователь дополнительно введены первый и второй умножители, усилитель, третий накапливающий сумматор, инвертор, блок управления, вход которого является пусковым входом устройства, информационный вход первого накапливающего сумматора подключен к выходу инвертора, вход которого подключен к выходу второго умножителя, выход первого накапливающего сумматора подключен к первому информационному входу первого умножителя, выход последнего подключен к информационному входу второго накапливающего сумматора, выход которого подключен к первому информационному входу второго умножителя, выход первого накапливающего сумматора дополнительно связан с входом цифроаналогового преобразователя, выход которого подключен к входу усилителя, а выход усилителя является выходом устройства, установочный выход блока управления одновременно подключен к установочным входам первого, второго и третьего накапливающих сумматоров, а информационный вход третьего накапливающего сумматора подключен к выходу сигнала приращения частоты блока управления, синхронизирующие выходы блока управления подключены соответственно к первому и второму управляющим входам первого накапливающего сумматора, к первому - четвертому управляющим входам первого умножителя, первому и второму управляющим входам второго накапливающего сумматора, первому - четвертому управляющим входам второго умножителя и к первому и второму управляющим входам третьего накапливающего сумматора, а выход третьего накапливающего сумматора подключен к вторым информационным входам первого и второго умножителей.

Недостатком известного устройства является то, что в нем обеспечивается только управления скоростью изменения частоты путем его осуществления независимо от тактовой частоты, что не обеспечивает работу с бинарным информационным сигналом.

Наиболее близким по технической сущности к заявленному способу является устройство формирования ЛЧМ сигнала в системе скрытной связи с использованием ЛЧМ-сигналов (Дятлов А. П., Дятлов П. А. Проектирование радиосистем передачи информации с повышенной скрытностью и помехозащищенностью: Учебное пособие по курсовому проектированию, ч. 1 - Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2013 - 39 с.).

Устройство-прототип содержит последовательно соединенные формирователь сигнала, смеситель, полосовой фильтр, усилитель мощности и антенну, а также гетеродин с преобразованием частоты вверх и гетеродин с преобразованием частоты вниз, коммутатор и источник сообщения, при этом выход коммутатора подключен ко второму входу смесителя, а выходы гетеродина с преобразованием частоты вверх и гетеродина с преобразованием частоты вниз, соответственно подключены к первому и второму входу коммутатора, к управляющему входу которого подключен источник сообщения.

Недостатком устройства-прототипа является то, что оно не предусматривает перевод в исходное состояние гетеродинов с преобразованием частоты вверх и вниз при следовании повторяющихся информационных импульсов, что приводит к необоснованному увеличению занимаемой полосы частот.

Задачей изобретения является разработка устройства, предусматривающего перевод в исходное состояние гетеродинов с преобразованием частоты вверх и вниз при следовании повторяющихся информационных импульсов.

Техническим результатом является уменьшение занимаемой полосы частот.

Технический результат достигается тем, что в устройство формирования сигналов с линейной частотной модуляцией, содержащее последовательно соединенные формирователь сигнала, смеситель, полосовой фильтр, усилитель мощности и антенну, а также гетеродин с преобразованием частоты вверх и гетеродин с преобразованием частоты вниз, коммутатор и источник сообщения, при этом выход коммутатора подключен ко второму входу смесителя, а выходы гетеродина с преобразованием частоты вверх и гетеродина с преобразованием частоты вниз, соответственно подключены к первому и второму входу коммутатора, к управляющему входу которого подключен источник сообщения, при этом устройство дополнительно содержит последовательно соединенные фильтр высоких частот и первый блок синхронизации и управления, последовательно соединенные фильтр низких частот и второй блок синхронизации и управления, при этом входы фильтра высокой частоты и фильтра низкой частоты соединены с выходом коммутатора, а выходы первого и второго блоков синхронизации и управления соединены со входами начальной установки гетеродина с преобразованием частоты вверх и гетеродина с преобразованием частоты вниз соответственно, а также инвертор, выход которого соединен с запускающим входом гетеродина с преобразованием частоты вниз, при этом выход источника сообщений соединен со входом инвертора и запускающим входом гетеродина с преобразованием частоты вверх.

Заявленный способ поясняется чертежами, на которых показаны:

фиг. 1 - заявляемое устройство, где введены следующие обозначения:

- 1 - формирователь сигнала (Ф);
- 2 - смеситель (См);
- 3 - полосовой фильтр (ПФ);
- 4 - усилитель мощности (УМ);
- 5 - антенна (Ант);
- 6 - фильтр высоких частот (ФВЧ);
- 7 - первый блок синхронизации и управления (БСУ 1);
- 8 - гетеродин с преобразованием частоты вверх (ГПЧВв);
- 9 - фильтр низких частот (ФНЧ);
- 10 - второй блок синхронизации и управления (БСУ 2);
- 11 - гетеродин с преобразованием частоты вниз (ГПЧВн);
- 12 - коммутатор (К);
- 13 - источник сообщений (ИС);
- 14 - инвертор (Инв);

фиг. 2 - частотно-временное представление фрагмента двух символов ЛЧМ сигнала, соответствующих двум информационным импульсам равным единице, формируемое заявляемым устройством;

фиг. 3 - частотно-временное представление фрагмента двух символов ЛЧМ сигнала, соответствующих двум информационным импульсам равным единице, формируемое устройством-прототипом.

Устройство формирования сигналов с линейной частотной модуляцией содержит последовательно соединенные формирователь сигнала 1, смеситель 2, полосовой фильтр 3, усилитель мощности 4 и антенна 5, последовательно соединенные фильтр высоких частот 6, первый блок синхронизации и управления 7 и гетеродин с преобразованием частоты вверх 8, последовательно соединенные фильтр низких частот 9, второй блок синхронизации и управления 10 и гетеродин с преобразованием частоты вниз 11, а также коммутатор 12, выход которого соединен со вторым входом смесителя 2 и входами фильтра высоких частот 6 и фильтра низких частот 9, при этом его первый и второй входы соединены с выходами гетеродина с преобразованием частоты вверх 8 и гетеродина с преобразованием частоты вниз 11, а управляющий вход коммутатора 12 соединен с выходом источника сообщений 13, при этом выход источника сообщений 13 соединен со входом инвертора 14 и запускающим входом гетеродина с преобразованием частоты вверх 8, при этом выход инвертора 14 соединен с запускающим входом гетеродина с преобразованием частоты вниз 11.

Работает устройство формирования сигналов с ЛЧМ следующим образом.

Перед началом работы на ГПЧВв 8 и ГПЧВн 9 введены начальные установки.

Работа начинается подачи напряжения. С формирователя сигналов 1 подают гармоническое колебание установленной частоты на первый вход смесителя 2. Одновременно с источника сообщений 13 подают информационные импульсы

(например, информационной единице соответствует импульс положительной полярности, информационному нулю - отрицательной полярности) на управляющий вход коммутатора 6, который в зависимости от полярности информационного импульса подключает или гетеродин с преобразованием частоты вверх 8 или гетеродин с преобразованием частоты вниз 11 ко второму входу смесителя 2.

Одновременно информационный импульс с источника сообщений 13, в зависимости от полярности, запускает или гетеродин с преобразованием частоты вверх 8, или гетеродин с преобразованием частоты вниз 11 (например, информационный импульс положительной полярности запускает гетеродин с преобразованием частоты вверх 8, а информационный импульс отрицательной полярности через инвертор 14 запускает гетеродин с преобразованием частоты вниз 11).

При этом гетеродин с преобразованием частоты вверх 8 формирует возрастающую частоту, а гетеродин с преобразованием частоты вниз 11 формирует убывающую частоту.

В смесителе 2 происходит формирование ЛЧМ сигнала с возрастающей частотой относительно гармонического колебания установленной частоты, если на второй вход смесителя 2 поступает сигнал с гетеродина с преобразованием частоты вверх 8, или с убывающей частотой относительно гармонического колебания установленной частоты, если на второй вход смесителя 2 поступает сигнал с гетеродина с преобразованием частоты вниз 11.

Далее с выхода смесителя 2 ЛЧМ сигнал подают на полосовой фильтр 3, где осуществляют фильтрацию в соответствии с заданной полосой частот. Затем отфильтрованный ЛЧМ сигнал подают на усилитель мощности 4, где происходит его усиление. Затем усиленный ЛЧМ сигнал подают в антенну 5 для его передачи по радиоканалу.

Фильтр высоких частот 6 настроен на предельную верхнюю частоту, генерируемую гетеродином с преобразованием частоты вверх 8 при воздействии на него импульса положительной полярности, соответствующего информационной единице.

Фильтр низких частот 9 настроен на предельную нижнюю частоту, генерируемую гетеродином с преобразованием частоты вниз 11 при воздействии на него импульса отрицательной полярности, соответствующего информационному нулю.

При достижении верхней предельной частоты с выхода фильтр высоких частот 6 сигнал подают на первый блок синхронизации и управления 7, где формируют сигнал, который поступает на вход начальной установки гетеродина с преобразованием частоты вверх 8 и переводит его в начальное состояние.

При достижении нижней предельной частоты с выхода фильтр низких частот 9 сигнал подают на второй блок синхронизации и управления 10, где формируют сигнал, который поступает на вход начальной установки гетеродина с преобразованием частоты вниз 11 и переводит его в начальное состояние.

В качестве примера, на фиг. 2 показано частотно-временное распределение энергии ЛЧМ сигнала на длительности двух последовательно идущих друг за другом с источника сообщений 13 информационных единиц, формируемое в соответствии с заявляемым устройством.

По оси времени отложено начальное значение  $T_0$ , время окончания длительности первого импульса  $T_1$  и время окончания длительности второго импульса  $T_2$ .

По оси частот отложено значение частоты  $F_0$ , соответствующее частоте гармонического колебания установленной частоты, поступающей с формирователя сигнала 1 и значение частоты  $F_1$ , соответствующее окончанию длительности информационного импульса.

При этом по окончании действия первого импульса гетеродина с преобразованием частоты вверх 8 был переведен в начальное положение, поэтому действие второго импульса началось с частоты  $F_0$  и закончилось на частоте  $F_1$ , как и при воздействии первого импульса.

На фиг. 3 показано частотно-временное распределение энергии ЛЧМ сигнала на длительности двух последовательно идущих друг за другом с источника сообщений 7 информационных единиц, формируемое в соответствии с устройством-прототипом.

Здесь, в отличие от заявляемого устройства, формирование ЛЧМ сигнала для второй информационной единицы началось с частоты  $F_1$  и закончилось на частоте  $F_2$ . Поэтому результирующий ЛЧМ сигнал, формируемый в соответствии с устройством-прототипом, занял полосу в два раза большую, чем потребовалась ЛЧМ сигналу, сформированному в соответствии с заявляемым устройством.

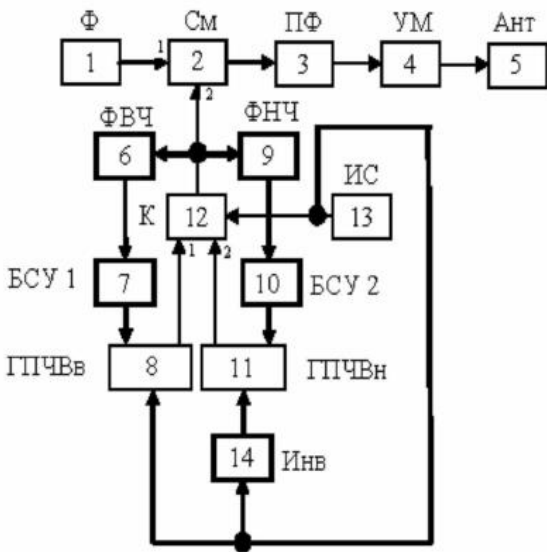
Таким образом, с возрастанием количества однотипных информационных импульсов, поступающих с источника сообщений 7, требуемая полоса частот для ЛЧМ

сигнала, формируемого в соответствии с устройством-прототипом, будет возрастать. В то время как ширина требуемой полосы частот для ЛЧМ сигнала, формируемого в соответствии с заявляемым устройством, будет оставаться прежней.

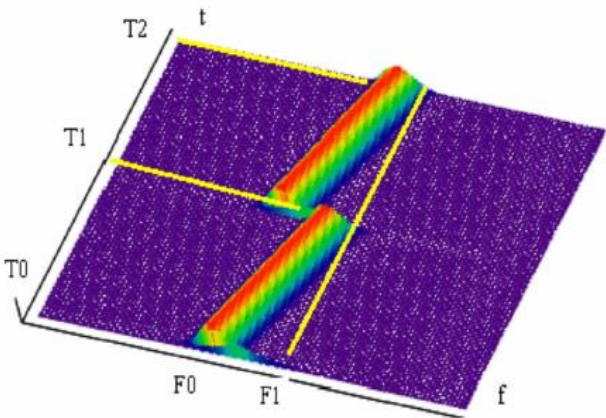
Реализация всех блоков заявляемого устройства известна и описана в авторском свидетельстве № 1617621 А1, опубл. 30.12.90. Бюл. № 48. В патенте РФ № 2 033 685 С1, опубл. 20.04.1995. А также устройствах прототипах.

#### Формула изобретения

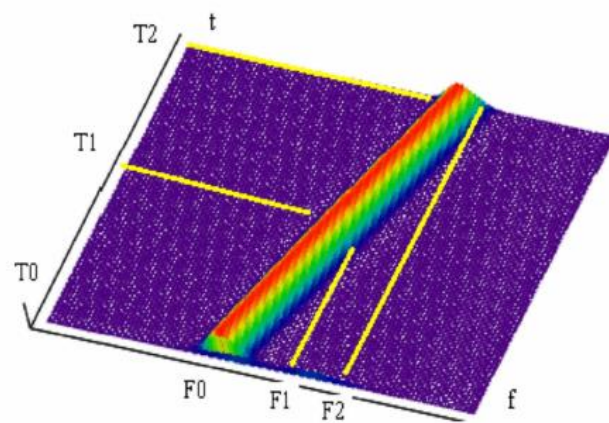
Устройство формирования сигналов с линейной частотной модуляцией, содержащее последовательно соединенные формирователь сигнала, смеситель, полосовой фильтр, усилитель мощности и антенну, а также гетеродин с преобразованием частоты вверх и гетеродин с преобразованием частоты вниз, коммутатор и источник сообщения, при этом выход коммутатора подключен ко второму входу смесителя, а выходы гетеродина с преобразованием частоты вверх и гетеродина с преобразованием частоты вниз, соответственно подключены к первому и второму входу коммутатора, к управляющему входу которого подключен источник сообщения, отличающееся тем, что устройство дополнительно содержит последовательно соединенные фильтр высоких частот и первый блок синхронизации и управления, последовательно соединенные фильтр низких частот и второй блок синхронизации и управления, при этом входы фильтра высокой частоты и фильтра низкой частоты соединены с выходом коммутатора, а выходы первого и второго блоков синхронизации и управления соединены со входами начальной установки гетеродина с преобразованием частоты вверх и гетеродина с преобразованием частоты вниз соответственно, а также инвертор, выход которого соединен с запускающим входом гетеродина с преобразованием частоты вниз, при этом выход источника сообщений соединен со входом инвертора и запускающим входом гетеродина с преобразованием частоты вверх.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3