

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **2 857 817** (13) **C1**

(51) МПК

[H04L 27/04 \(2006.01\)](#)ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

Статус: действует (последнее изменение статуса: 20.03.2026)
 Пошлина: учтена за 5 год с 25.06.2029 по 24.06.2030. Установленный срок для уплаты пошлины за 6 год: с 25.06.2029 по 24.06.2030. При уплате пошлины за 6 год в дополнительный 6-месячный срок с 25.06.2030 по 24.12.2030 размер пошлины увеличивается на 50%.

Начисление для уплаты
пошлины за поддержание
патента в силе

(52) СПК

[H04L 27/04 \(2025.08\)](#)(21)(22) Заявка: [2025117316](#), 24.06.2025(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
24.06.2025Дата регистрации:
11.03.2026

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 24.06.2025

(45) Опубликовано: [11.03.2026](#) Бюл. № 8

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: [RU 2798980 C1](#), 30.06.2023. [RU 2329597 C1](#), 20.07.2008. [RU 2452037 C2](#), 27.05.2012. [US 2008063214 A1](#), 13.03.2008. [US 2004057529 A1](#), 25.03.2004. [US 2004184400 A1](#), 23.09.2004.

Адрес для переписки:

190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 67, лит. А, ФГАОУ ВО ГУАП, ЦКНИ

(72) Автор(ы):

Дворников Сергей Сергеевич (RU),
Долгих Василий Алексеевич (RU),
Васильева Дина Владимировна (RU),
Дворников Сергей Викторович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

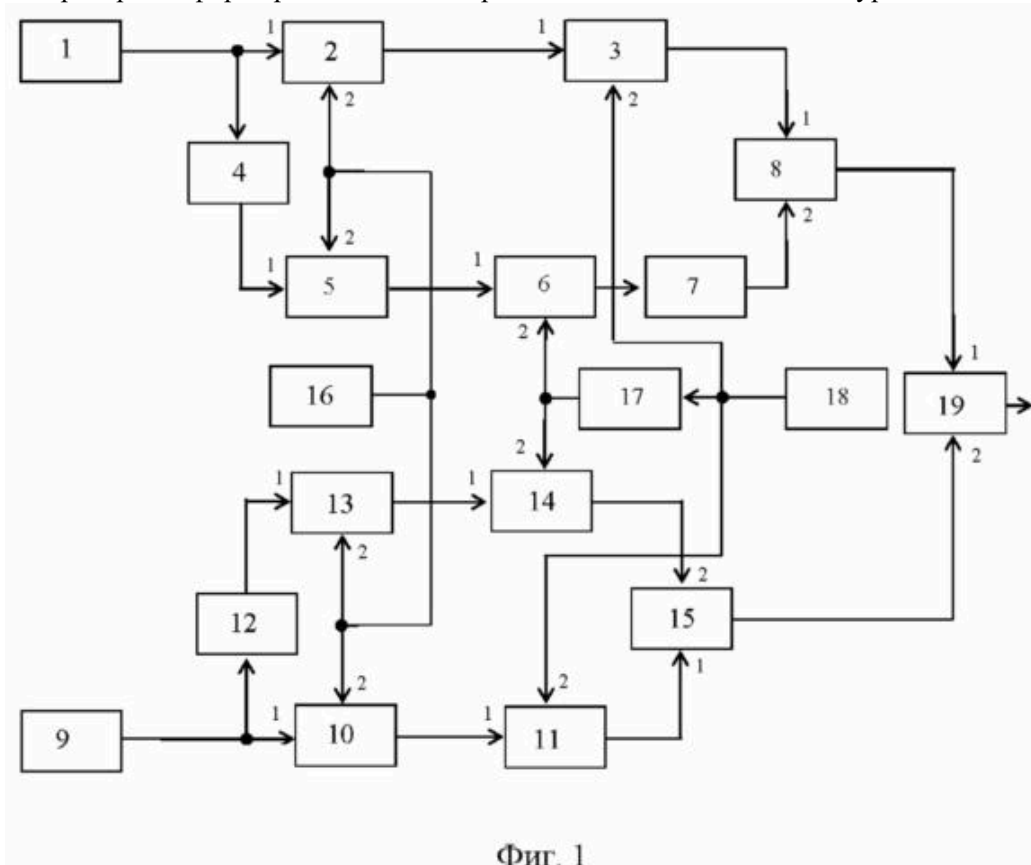
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения" (RU)

(54) Модулятор сигнала амплитудной модуляции

(57) Реферат:

Изобретение относится к устройствам формирования сигналов амплитудной модуляции (АМ) и может быть использовано в системах связи и передачи информации. Техническим результатом изобретения является формирование сигнала АМ, в боковых полосах спектра которого содержится информация от разных источников. Модулятор сигнала амплитудной модуляции дополнительно содержит первый и второй дополнительные сумматоры, второй и четвертый умножители, инвертор, второй и четвертый сумматоры, второй источник дискретных отсчетов низкочастотного модулирующего сигнала, второй преобразователь Гильберта и

генератор формирования напряжения единичного уровня. 2 ил.



Фиг. 1

Изобретение относится к устройствам формирования сигналов АМ и может быть использовано в системах связи и передачи информации.

Из предшествующего уровня техники известен цифровой способ формирования сигналов однополосной модуляции (ОМ) с использованием квадратурного модулятора (Формирование и генерация сигналов в военной технике радиосвязи. Часть 1. Синтезаторы частот. Формирование радиосигналов: Учебник - СПб. : ВАС, 2022. 224 с.).

На рис. 2.81, см. (Формирование и генерация сигналов в военной технике радиосвязи. Часть 1. Синтезаторы частот. Формирование радиосигналов: Учебник СПб. : ВАС, 2022. - 224 с.), представлен квадратурный модулятор, формирующий сигналы ОМ на основе цифрового способа. В известном устройстве с источника дискретных отсчетов (ИДО) дискретные отсчеты низкочастотного модулирующего сигнала (НЧМС) ut , сигнал ut подают на первые входы первого и второго умножителей, причем на первый вход второго умножителя сигнал ut подают через преобразователь Гильберта (ПГ), а на вторые входы первого и второго умножителей подают дискретные отсчеты высокочастотного несущего колебания (ВЧНК) st , причем на второй вход второго умножителя колебание st подают через высокочастотный фазовращатель, соответственно с выхода первого и второго умножителей результирующие дискретные отсчеты сигналов $s1t$ и $s2t$ подают на первый и второй входы сумматора, с выхода которого получают дискретные отсчеты искомого сигнала однополосной модуляции zt .

Недостаток такого устройства заключается в том, что искомый сигнал ОМ zt не содержит постоянную составляющую в виде пилот-сигнала, что приводит к снижению помехоустойчивости его приема без построения сложных систем синхронизации при его демодуляции. Кроме того, искомый сигнал ОМ zt содержит информацию только от одного источника.

Наиболее близким по своей сущности к заявляемому устройству является «Устройство формирования сигнала однополосной модуляции» (Патент РФ №2798980, МПК Н03К 5/00, Опубл.: 30.06.2023 Бюл. №19.).

Устройство-прототип содержит источник дискретных отсчетов низкочастотного модулирующего сигнала, преобразователь Гильберта, первый и второй умножители, выходы которых соединены с выходом сумматора, выход которого является выходом дискретных отсчетов искомого сигнала однополосной модуляции, а также генератор высокочастотного несущего колебания, выход которого непосредственно соединен с первым входом первого умножителя, а через фазовращатель с первым входом второго умножителя, при этом устройство также содержит второй и третий сумматоры и

усилитель постоянного тока с дискретными отсчетами постоянного напряжения на выходе, при этом выход источника дискретных отсчетов низкочастотного модулирующего сигнала соединен с первым входом второго сумматора, а через преобразователь Гильберта с первым входом третьего сумматора, вторые входы второго и третьего сумматоров соединены с усилителем постоянного тока, а выходы второго и третьего сумматоров соединены соответственно со вторыми входами первого и второго умножителей.

Недостаток устройства-прототипа заключается в том, что искомым сигнал ОМ содержит информацию только от одного источника.

Задачей изобретения является разработка устройства, позволяющего формировать из сигнала ОМ с верхней боковой полосой спектра и сигнала ОМ с нижней боковой полосой спектра результирующий сигнал АМ, одновременно содержащий информацию от двух источников.

Техническим результатом заявляемого изобретения является формирование сигнала АМ, в боковых полосах спектра которого содержится информация от разных источников.

Технический результат достигается тем, что в модулятор сигнала амплитудной модуляции содержащий первый источник дискретных отсчетов низкочастотного модулирующего сигнала, первый сумматор и первый умножитель, первый преобразователь Гильберта, выход которого соединен с выходом первого источника дискретных отсчетов низкочастотного модулирующего сигнала, последовательно соединенные второй сумматор и второй умножитель, а также генератор формирования напряжения единичного уровня, выход которого одновременно соединен со вторым входами первого и второго умножителей и входом фазовращателя на $\pi/2$, также устройство содержит результирующий сумматор, выход которого является выходом модулятора дополнительно содержит последовательно соединенные первый дополнительный сумматор, третий умножитель и инвертор, а также третий сумматор, при этом первый вход первого дополнительного сумматора соединен с выходом первого преобразователя Гильберта, выход первого умножителя соединен с первым входом третьего сумматора, выход инвертора соединен со вторым входом третьего сумматора, выход которого соединен с первым входом результирующего сумматора, последовательно соединенные второй источник дискретных отсчетов низкочастотного модулирующего сигнала, второй преобразователь Гильберта второй дополнительный сумматор и четвертый умножитель, а также четвертый сумматор, при этом выход второго источника дискретных отсчетов низкочастотного модулирующего сигнала соединен с первым входом второго сумматора, выход второго умножителя соединен с первым входом четвертого сумматора, а выход четвертого умножителя соединен со вторым входом четвертого сумматора, при этом выход соединен со вторым входом результирующего сумматора, а выход генератора формирования напряжения единичного уровня соединен со вторыми входами первого и второго дополнительных сумматоров, в выход фазовращателя на $\pi/2$ соединен со вторыми входами третьего и четвертого умножителей.

Благодаря использованию в заявляемом устройстве первого дополнительного сумматора, второго умножителя, инвертора, второго сумматора, второго источника дискретных отсчетов низкочастотного модулирующего сигнала, второго преобразователя Гильберта, второго дополнительного сумматора, четвертого умножителя, четвертого сумматора и второго дополнительного сумматора, а также новым связям между новыми и старыми блоками, обеспечивается возможность формирования сигнала АМ, в боковых полосах которого содержится информация от разных источников.

Поясним возможность достижения заявляемого технического результата.

В соответствии с устройством-прототипом сформированный сигнал ОМ имеет пилот-сигнал, что делает его аналогичным сигналу АМ. Но так как сигнал ОМ имеет только одну блоковую составляющую спектра (верхняя боковая полоса), то он может содержать информацию только от одного источника.

Введение дополнительных блоков, в соответствии с заявляемым устройством, обеспечивает формирование сигнала АМ, у которого в нижней боковой полосе спектра содержится информация, поступающая от второго источника дискретных отсчетов низкочастотного модулирующего сигнала. Это стало возможным за счет того, что заявляемое устройство в своем составе объединяет два квадратурных модулятора сигналов ОМ, соответственно с верхней и нижней боковыми полосами спектра.

Заявляемое изобретение поясняется чертежами, на которых показаны:

На фиг. 1. представлена структурная схема, позволяющая формировать сигнал АМ, в боковых полосах спектра которого содержится информация от разных источников.

На фиг. 2. Модуль спектра сигнала АМ, сформированного в соответствии с заявляемым устройством, в боковых полосах спектра которого содержится информация от разных источников.

На фиг. 1 введены следующие обозначения:

1. первый источник дискретных отсчетов низкочастотного модулирующего сигнала;
2. первый сумматор
3. первый умножитель
4. первый преобразователь Гильберта
5. первый дополнительный сумматор;
6. второй умножитель
7. инвертор
8. второй сумматор
9. второй источник дискретных отсчетов низкочастотного модулирующего сигнала;
10. третий сумматор
11. третий умножитель
12. второй преобразователь Гильберта
13. второй дополнительный сумматор
14. четвертый умножитель
15. четвертый сумматор
16. генератор формирования напряжения единичного уровня
17. фазовращатель на $\pi/2$;
18. генератор высокочастотного несущего колебания
19. результирующий сумматор

Модулятор сигнала амплитудной модуляции содержит последовательно соединенные первый источник дискретных отсчетов низкочастотного модулирующего сигнала 1, первый сумматор 2 и первый умножитель 3, последовательно соединенные первый преобразователь Гильберта 4, первый дополнительный сумматор 5, второй умножитель 6 и инвертор 7, а также сумматор 8, при этом выход первого источника дискретных отсчетов низкочастотного модулирующего сигнала 1 соединен со входом первого преобразователя Гильберта 4, а выходы первого умножителя 3 и инвертора 7 соединены с первым и вторым входами сумматора 8 соответственно, а также последовательно соединенные второй источник дискретных отсчетов низкочастотного модулирующего сигнала 9, третий сумматор 10 и третий умножитель 11, последовательно соединенные второй преобразователь Гильберта 12, второй дополнительный сумматор 13 и четвертый умножитель 14, а также четвертый сумматор 15, при этом выход второго источника дискретных отсчетов низкочастотного модулирующего сигнала 9 соединен со входом второго преобразователя Гильберта 12, а выходы третьего 11 и четвертого 14 умножителей соединены с первым и вторым входами четвертого сумматора 15 соответственно, также модулятор содержит генератор формирования напряжения единичного уровня 16, выход которого одновременно соединен со вторыми входами первого сумматора 2, первого 5 и второго 13 дополнительных сумматоров и третьего сумматора 10, также модулятор содержит фазовращатель на $\pi/2$ 17, выход которого соединен со вторыми входами второго 6 и четвертого 14 умножителей, генератор высокочастотного несущего колебания 18, выход которого одновременно соединен с входом фазовращателя на $\pi/2$ 17 и вторыми входами первого 3 и третьего 11 умножителей, также устройство содержит результирующий сумматор 19, первый и второй входы которого соединены с выходами второго 8 и четвертого 15 сумматоров соответственно, при этом выход результирующего сумматора 19 является выходом модулятора.

Блоки, входящие в общую схему модулятора соединены посредством проводов и контактов.

Заявляемое устройство работает следующим образом.

От первого источника дискретных отсчетов низкочастотного модулирующего сигнала 1 модулирующий сигнал подают на первый вход первого сумматора 2 и через первый преобразователь Гильберта 4 на первый вход первого дополнительного сумматора 5, при этом на вторые входы первого сумматора 2 и первого дополнительного сумматора 5 подают сигнал постоянного уровня с генератора формирования напряжения единичного уровня 16.

Затем суммарный сигнал с выхода первого сумматора 2 подают на первый вход первого умножителя 3, а с выхода первого дополнительного сумматора 5 на первый

вход третьего умножителя 6.

Одновременно несущее колебание с выхода генератора высокочастотного несущего колебания 18 подают на второй вход первого умножителя 3 и через фазовращатель на $\pi/2$ 17 - на второй вход второго умножителя 6. С выхода первого умножителя 3 сигнал поступает на первый второго сумматор 8, а с выхода второго умножителя 6 сигнал поступает через инвертор 7 на второй вход второго сумматора 8. Применение инвертора 7 обеспечивает формирование на выходе второго сумматора 8 сигнала ОМ с нижней боковой полосой спектра и остаточным уровнем несущего колебания (пилот-сигналом).

Одновременно со второго источника дискретных отсчетов низкочастотного модулирующего сигнала 9, являющегося другим источником информации, сигнал подают на первый вход третьего сумматора 10 и через второй преобразователь Гильберта 12 на первый вход второго дополнительного сумматора 13, при этом на вторые входы третьего сумматора 10 и второго дополнительный сумматор 13 подают сигнал постоянного уровня с генератора формирования напряжения единичного уровня 16

Далее сигнал с выхода второго дополнительного сумматора 13 подают на первый вход четвертого умножителя 14, а с выхода третьего сумматора 10 подают на первый вход третьего умножителя 11. При этом несущее колебание с выхода генератор высокочастотного несущего колебания 18 поступает на второй вход третьего умножителя 11 и через фазовращатель на $\pi/2$ 17 подают на второй вход четвертого умножителя 14

После этого сигнал с выхода четвертого умножителя 14 подают на второй вход четвертого сумматора 15, на первый вход которого поступает сигнал с третьего умножителя 11. В результате на выходе четвертого сумматора 15 формируется сигнал ОМ с верхней боковой полосой спектра и остаточным уровнем несущего колебания (пилот-сигналом).

Сформированные сигналы ОМ с верхней и нижней боковой полосой спектра, соответственно, с выходов второго 8 и четвертого 15 сумматоров поступают на первый и второй входы результирующего сумматора 19, на выходе которого получают результирующий сигнал АМ, содержащий информацию от двух источников сообщений.

В качестве примера на фиг. 2 представлен спектр результирующего сигнала АМ $|S_{AM}(f)|$, сформированного в соответствии с заявляемым техническим решением, у которого в верхней и нижней боковых полосах содержится информация от двух различных источников сообщений.

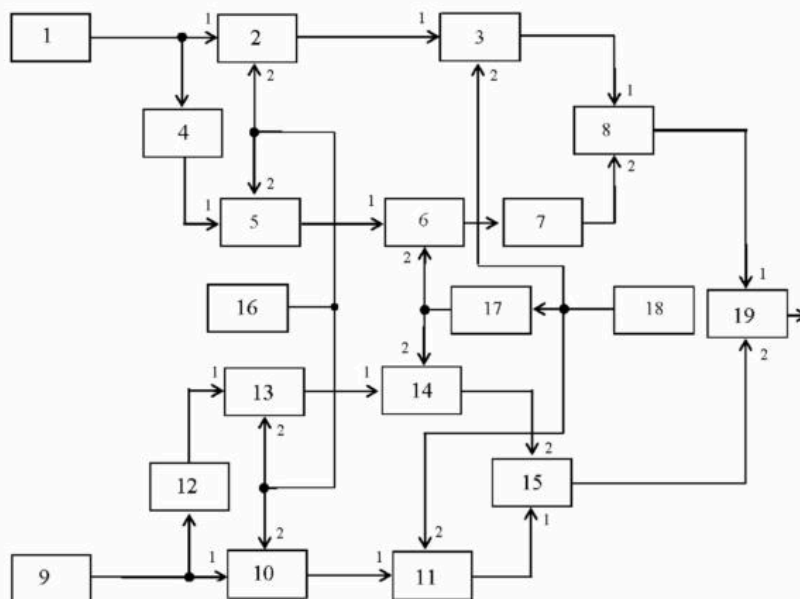
Величина сигнала постоянного уровня, формируемого генератором формирования напряжения единичного уровня 16, определяет остаточный уровень (величину) несущего колебания в результирующем сигнале АМ.

Работа каждого из блоков, составляющих заявляемое устройство, известна и представлена в Верзунов М.В. Однополосная модуляция в радиосвязи. - М.: Воениздат, 1972, - 296 с., Формирование и генерация сигналов в военной технике радиосвязи. Часть 1. Синтезаторы частот. Формирование радиосигналов: Учебник - СПб. : ВАС, 2022. 224 с.

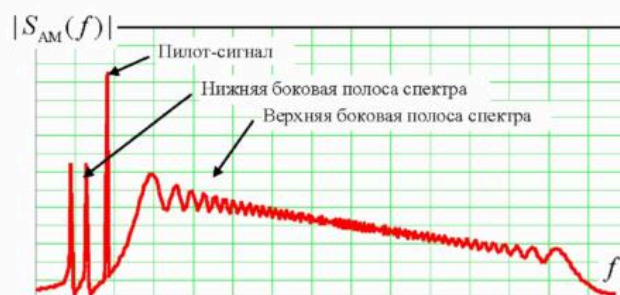
Формула изобретения

Модулятор сигнала амплитудной модуляции, содержащий последовательно соединенные первый источник дискретных отсчетов низкочастотного модулирующего сигнала, первый сумматор, первый умножитель и результирующий сумматор, выход которого является выходом модулятора, первый преобразователь Гильберта, вход которого соединен с выходом первого источника дискретных отсчетов низкочастотного модулирующего сигнала, последовательно соединенные третий сумматор и третий умножитель, а также генератор высокочастотного несущего колебания, выход которого одновременно соединен со вторыми входами первого и третьего умножителей и входом фазовращателя на $\pi/2$, отличающийся тем, что дополнительно содержит последовательно соединенные первый дополнительный сумматор, второй умножитель и инвертор, при этом первый вход первого дополнительного сумматора соединен с выходом первого преобразователя Гильберта, выход первого умножителя соединен с первым входом второго сумматора, выход инвертора соединен со вторым входом второго сумматора, выход которого соединен с первым входом результирующего сумматора, последовательно соединенные второй источник дискретных отсчетов низкочастотного модулирующего сигнала, второй преобразователь Гильберта, второй дополнительный сумматор и четвертый

умножитель, при этом выход второго источника дискретных отсчетов низкочастотного модулирующего сигнала соединен с первым входом третьего сумматора, выход третьего умножителя соединен с первым входом четвертого сумматора, а выход четвертого умножителя соединен со вторым входом четвертого сумматора, выход которого соединен со вторым входом результирующего сумматора, а выход генератора формирования напряжения единичного уровня соединен со вторыми входами первого и третьего и первого и второго дополнительных сумматоров, выход фазовращателя на $\pi/2$ соединен со вторыми входами второго и четвертого умножителей.



Фиг. 1



Фиг. 2