

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **2 865 508** (13) **C1**

(51) МПК

H04B 10/54 (2013.01)ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: действует (последнее изменение статуса: 10.07.2026)
 Пошлина: учтена за 5 год с 25.02.2030 по 24.02.2031. Установленный срок для уплаты пошлины за 6 год: с 25.02.2030 по 24.02.2031. При уплате пошлины за 6 год в дополнительный 6-месячный срок с 25.02.2031 по 24.08.2031 размер пошлины увеличивается на 50%.

Начисление для уплаты
пошлины за поддержание
патента в силе

(52) СПК

H04B 10/00 (2026.01); H04B 10/54 (2026.01); H04B 1/00 (2026.01); H03K 5/00 (2026.01)(21)(22) Заявка: **2026104966**, **24.02.2026**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
24.02.2026Дата регистрации:
06.07.2026

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **24.02.2026**(45) Опубликовано: **06.07.2026** Бюл. № **19**(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2798980 C1, 30.06.2023. RU 2784030 C1, 23.11.2022. US 2004/0057529 A1, 25.03.2004. US 2004/0184400 A1, 23.09.2004.**Адрес для переписки:
190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 67, лит. А, ГУАП, ЦКНИ

(72) Автор(ы):

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

(73) Патентообладатель(и):

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

(54) Модулятор сигналов от двух источников сообщений

(57) Реферат:

Изобретение относится к устройствам формирования сигналов амплитудной модуляции (АМ) и может быть использовано в средствах связи. Техническим результатом является формирование сигнала АМ, в боковых полосах спектра которого содержится информация от источника дискретной информации и источника аналоговой информации. Он достигается за счет того, что в модулятор сигнала однополосной модуляции дополнительно введены источник низкочастотного модулирующего сигнала, аналого-цифровой преобразователь, первый дополнительный сумматор, третий умножитель, инвертор, третий сумматор, дополнительный преобразователь Гильберта, второй дополнительный сумматор,

The graph consists of 21 nodes arranged in a grid-like structure. The edges and their weights are as follows:

- Node 1 to Node 2: weight 1
- Node 1 to Node 8: weight 1
- Node 2 to Node 3: weight 1
- Node 2 to Node 9: weight 2
- Node 3 to Node 17: weight 2
- Node 3 to Node 15: weight 1
- Node 4 to Node 5: weight 1
- Node 5 to Node 12: weight 1
- Node 5 to Node 6: weight 1
- Node 6 to Node 13: weight 1
- Node 6 to Node 9: weight 1
- Node 6 to Node 7: weight 1
- Node 7 to Node 14: weight 1
- Node 7 to Node 16: weight 1
- Node 8 to Node 9: weight 1
- Node 9 to Node 10: weight 1
- Node 9 to Node 19: weight 1
- Node 10 to Node 11: weight 1
- Node 10 to Node 17: weight 2
- Node 11 to Node 15: weight 2
- Node 12 to Node 13: weight 1
- Node 13 to Node 14: weight 1
- Node 13 to Node 19: weight 1
- Node 14 to Node 18: weight 2
- Node 14 to Node 16: weight 1
- Node 15 to Node 21: weight 1
- Node 16 to Node 21: weight 2
- Node 17 to Node 10: weight 2
- Node 17 to Node 13: weight 2
- Node 18 to Node 14: weight 2
- Node 18 to Node 7: weight 2
- Node 19 to Node 13: weight 1
- Node 20 to Node 14: weight 1
- Node 20 to Node 17: weight 2
- Node 21 to Node 21: weight 1 (self-loop)
- Node 21 to Node 21: weight 2 (self-loop)

Изобретение относится к устройствам формирования сигналов амплитудной модуляции (АМ) и может быть использовано в средствах связи, используемых в сетях обмена радиолокационной информации между беспилотными авиационными системами.

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 z_t 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 z_t содержит информацию только от одного источника.

Наиболее близким по своей сущности к заявляемому устройству является «Устройство формирования сигнала однополосной модуляции» (Патент РФ №2798980, МПК H03K 5/00, Опубликовано: 30.06.2023 Бюл. № 19).

Устройство-прототип содержит ИДО НЧМС, ПГ, первый и второй умножители, выходы которых соединены с выходом сумматора, выход которого является выходом

дискретных отсчетов искомого сигнала ОМ, а также генератор ВЧНК, выход которого непосредственно соединен с первым входом первого умножителя, а через фазовращатель с первым входом второго умножителя, при этом в устройство введены второй и третий сумматоры и усилитель постоянного тока (УПТ) с дискретными отсчетами постоянного напряжения на выходе, при этом выход ИДО НЧ модулирующего сигнала соединен с первым входом второго сумматора, а через ПГ с первым входом третьего сумматора, вторые входы второго и третьего сумматоров соединены с УПТ, а выходы второго и третьего сумматоров соединены соответственно со вторыми входами первого и второго умножителей.

Недостаток устройства-прототипа заключается в том, что искомым сигналом содержит данные только от одного источника дискретной информации.

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, источника дискретной информации и источника аналоговой информации.

Техническим результатом заявляемого устройства является формирование сигнала АМ, в боковых полосах спектра которого содержится информация от источника дискретной информации и источника аналоговой информации.

Технический результат достигается тем, что модулятор сигналов от двух источников сообщений содержащий последовательно соединенные источник дискретных отсчетов низкочастотного модулирующего сигнала, первый сумматор и первый умножитель, последовательно соединенные второй сумматор и второй умножитель, а также преобразователь Гильберта, вход которого соединен с выходом источника дискретных отсчетов низкочастотного модулирующего сигнала, генератор формирования напряжения единичного уровня, выход которого соединен со вторыми входами первого и второго сумматоров, фазовращатель на $\pi/2$, генератор высокочастотного несущего колебания, выход которого соединен со вторым входом первого умножителя и входом фазовращателя на $\pi/2$, а также результирующий сумматор, выход которого является выходом модулятора, дополнительно содержит последовательно соединенные первый дополнительный сумматор, третий умножитель и инвертор, при этом первый вход дополнительного сумматора соединен с выходом преобразователя Гильберта, а второй вход - с выходом генератора формирования напряжения единичного уровня, а второй вход третьего умножителя соединен с выходом фазовращателя на $\pi/2$, последовательно соединенные дополнительный источник низкочастотного модулирующего сигнала, аналого-цифровой преобразователь, дополнительный преобразователь Гильберта, второй дополнительный сумматор и четвертый умножитель при этом выход аналого-цифрового преобразователя соединен с также с первым входом второго сумматора, а второй вход второго дополнительного сумматора соединен с выходом генератора формирования напряжения единичного уровня, а также дополнительный фазовращатель на $\pi/2$, выход которого соединен со вторым входом четвертого умножителя, а также устройство дополнительно содержит третий сумматор, первый и второй входы которого соединены с первым умножителем и инвертором соответственно, четвертый сумматор, первый и второй входы которого соединены с четвертым умножителем и вторым умножителем соответственно, при этом выход генератора высокочастотного несущего колебания также одновременно соединен со входом дополнительного фазовращателя на $\pi/2$ и вторым входом второго умножителя, при этом выходы третьего и четвертого сумматоров соединены с первым и вторым входами результирующего сумматора соответственно.

Благодаря дополнительному использованию в заявляемом устройстве новых блоков, а также новым связям между новыми и старыми блоками, обеспечивается возможность формирования сигнала АМ, в боковых полосах спектра которого содержится информация от разных источников, от источника дискретной информации и источника аналоговой информации.

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 боковую 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 дополнительного аналогового источника НЧМС.

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.

Заявляемая полезная модель поясняется чертежами, на которых показаны: фиг. 1 - структурная схема модулятора сигналов от двух источников сообщений, 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. источник дискретных отсчетов низкочастотного модулирующего сигнала
2. первый сумматор
3. первый умножитель
4. дополнительный источник низкочастотного модулирующего сигнала
5. аналого-цифровой преобразователь
6. второй сумматор
7. второй умножитель
8. преобразователь Гильберта
9. первый дополнительный сумматор
10. третий умножитель
11. инвертор
12. дополнительный преобразователь Гильберта
13. второй дополнительный сумматор
14. четвертый умножитель
15. третий сумматор
16. четвертый сумматор
17. фазовращатель на $\pi/2$
18. дополнительный фазовращатель на $\pi/2$
19. генератор формирования напряжения единичного уровня
20. генератор высокочастотного несущего колебания
21. результирующий сумматор

Модулятор сигналов от двух источников сообщений состоит из последовательно соединенные источник дискретных отсчетов низкочастотного модулирующего сигнала 1, первый сумматор 2 и первый умножитель 3, последовательно соединенные дополнительный источник низкочастотного модулирующего сигнала 4, аналого-цифровой преобразователь 5, второй сумматор 6 и второй умножитель 7, последовательно соединенные преобразователь Гильберта 8, первый дополнительный сумматор 9, третий умножитель 10 и инвертор 11, последовательно соединенные дополнительный преобразователь Гильберта 12, второй дополнительный сумматор 13 и четвертый умножитель 14, а также третий сумматор 15, первый и второй входы которого соединены с первым умножителем 3 и инвертором 11 соответственно, четвертый сумматор 16, первый и второй входы которого соединены с четвертым умножителем 14 и вторым умножителем 7 соответственно, фазовращатель на $\pi/2$ 17 и дополнительный фазовращатель на $\pi/2$ 18, выходы которых соединены со вторыми входами третьего 10 и четвертого 14 умножителей соответственно, генератор формирования напряжения единичного уровня 19 выход которого соединен со вторыми входами первого сумматора 2, первого дополнительного сумматора 9, второго дополнительного сумматора 13 и второго сумматора 6, генератор высокочастотного несущего колебания 20 выход которого соединен со вторыми входами первого 3 и второго 7 умножителей, а также со входами фазовращателя на $\pi/2$ 17 и дополнительного фазовращателя на $\pi/2$ 18, при этом выход источника дискретных отсчетов низкочастотного модулирующего сигнала 1 соединен со входом преобразователя Гильберта 8, а выход аналого-цифрового преобразователя 5 соединен со входом дополнительного преобразователя Гильберта 12, также устройство содержит результирующий сумматор 21, первый и второй входы которого соединены с выходами третьего 15 и четвертого 16 сумматоров, при этом его выход является выходом модулятора.

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

Заявляемое устройство работает следующим образом.

1. От источника дискретных отсчетов низкочастотного модулирующего сигнала 1, модулирующий сигнал подают на первый вход первого сумматора 2 и через преобразователь Гильберта 8 на первый вход первого дополнительного сумматора 9. На вторые входы первого сумматора 2 и первого дополнительного сумматора 9 подают

сигнал постоянного уровня с генератор формирования напряжения единичного уровня 19.

2. Затем суммарный сигнал с выхода первого сумматора 2 подают на первый вход первого умножителя 3, а с выхода первого дополнительного сумматора 9- на первый вход третьего умножителя 5.3.

3. Одновременно несущее колебание с выхода генератора высокочастотного несущего колебания 20 подают на второй вход первого умножителя 3 и через фазовращатель на $\pi/2$ 17 подают на второй вход третьего умножителя 10.

4. С выхода первого умножителя 3 сигнал подают на первый вход третьего сумматора 15, а с выхода третьего умножителя 10 сигнал через инвертор 11 подают на второй вход третьего сумматора 15.

Применение инвертора 11 обеспечивает формирование на выходе третьего сумматора 15 сигнала ОМ с нижней боковой полосой спектра и остаточным уровнем несущего колебания (пилот-сигналом), см. фиг. 2.

5. Одновременно с дополнительного источника низкочастотного модулирующего сигнала 4, являющегося вторым источником информации, сигнал через аналого-цифровой преобразователь 5 подают на первый вход второго сумматора 6 и через, дополнительный преобразователь Гильберта 12 - на первый вход второго дополнительного сумматора 13, на вторые входы второго дополнительного сумматора 13 и второго сумматора 6 одновременно подают сигнал постоянного уровня с генератора формирования напряжения единичного уровня 19.

6. Далее сигнал с выхода второго дополнительного сумматора 13 подают на первый вход четвертого умножителя 14, а с выхода второго сумматора 6 сигнал подают на первый вход второго умножителя 7. При этом несущее колебание с выхода генератора 20, генератор высокочастотного несущего колебания 20 подают на второй вход второго умножителя 7 и через дополнительный фазовращатель на $\pi/2$ 18 подают на второй вход четвертого умножителя 14.

7. Затем с выхода четвертого умножителя 14 сигнал подают на первый вход четвертого сумматора 16, на второй вход которого подают сигнал с выхода второго умножителя 7. В результате на выходе четвертого сумматора 16 формируется сигнал ОМ с верхней боковой полосой спектра и остаточным уровнем несущего колебания (пилот-сигналом), см. фиг. 2.

8. Сформированные сигналы ОМ с верхней и нижней боковой полосой спектра, соответственно, с выхода третьего сумматора 15 и четвертого сумматора 16 подают на первый и второй входы результирующего сумматора 21, на выходе которого получают результирующий сигнал АМ, содержащий информацию от двух источников сообщений, один из которых является аналоговым.

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.

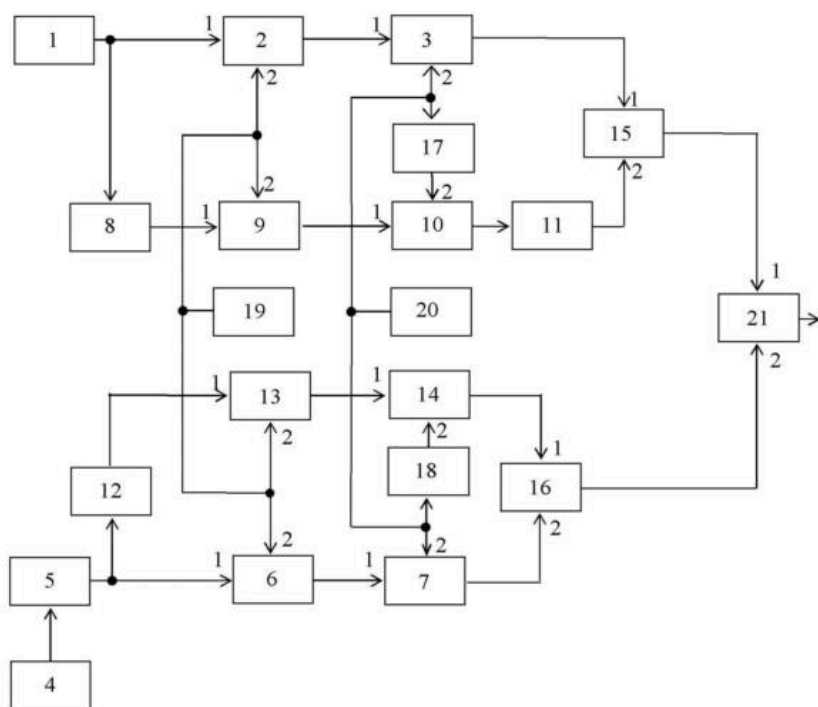
Величина сигнала постоянного уровня, формируемого генератор формирования напряжения единичного уровня 19 определяет остаточный уровень (величину) несущего колебания в результирующем сигнале АМ.

Раздельная 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 сигналов от двух источников сообщений содержит последовательно соединенные источник дискретных отсчетов низкочастотного модулирующего сигнала, первый сумматор и первый умножитель, последовательно соединённые второй сумматор и второй умножитель, а также преобразователь Гильберта, вход которого соединен с выходом источника дискретных отсчетов низкочастотного модулирующего сигнала, генератор формирования напряжения единичного уровня, выход которого соединен со вторыми входами первого и второго сумматоров, фазовращатель на $\pi/2$, генератор высокочастотного несущего колебания, выход которого соединен со вторым входом первого умножителя и входом фазовращателя на $\pi/2$, а также результирующий сумматор, выход которого является выходом модулятора, отличающийся тем, что дополнительно содержит последовательно соединенные первый дополнительный сумматор, третий умножитель и инвертор, при

этом первый вход дополнительного сумматора соединен с выходом преобразователя Гильберта, а второй вход - с выходом генератора формирования напряжения единичного уровня, а второй вход третьего умножителя соединен с выходом фазовращателя на $\pi/2$, последовательно соединенные дополнительный источник низкочастотного модулирующего сигнала, аналого-цифровой преобразователь, дополнительный преобразователь Гильберта, второй дополнительный сумматор и четвертый умножитель, при этом выход аналого-цифрового преобразователя соединен также с первым входом второго сумматора, а второй вход второго дополнительного сумматора соединен с выходом генератора формирования напряжения единичного уровня, а также дополнительный фазовращатель на $\pi/2$, выход которого соединен со вторым входом четвертого умножителя, а также устройство дополнительно содержит третий сумматор, первый и второй входы которого соединены с первым умножителем и инвертором соответственно, четвертый сумматор, первый и второй входы которого соединены с четвертым умножителем и вторым умножителем соответственно, при этом выход генератора высокочастотного несущего колебания также одновременно соединен со входом дополнительного фазовращателя на $\pi/2$ и вторым входом второго умножителя, при этом выходы третьего и четвертого сумматоров соединены с первым и вторым входами результирующего сумматора соответственно.



Фиг. 1



Фиг. 2