



# О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 23.05.77 (21) 2487896/18-09

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 05.05.79. Бюллетень №17

Дата опубликования описания 05.05.79

(11) 661842

(51) М. Кл.<sup>2</sup>

H 04 L 27/22

(53) УДК 621.396.  
.625.13  
(088.8)

(72) Авторы  
изобретения

А.А. Бурцев, М.И. Моисеечко и В.А. Чердынцев

(71) Заявитель

Минский радиотехнический институт

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРИЕМА ФАЗОМАНИПУЛИРОВАННЫХ  
ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ СИГНАЛОВ

Изобретение относится к радиосвя-  
зи и может быть использовано для об-  
работки фазоманипулированных сигна-  
лов в системах передачи дискретной  
информации.

Известно устройство для приема  
фазоманипулированных псевдослучай-  
ных сигналов, содержащее последова-  
тельно соединенные первый перемножи-  
тель, блок фазовой автоподстройки,  
синхронный детектор, блок для слеже-  
ния за задержкой, канал для выделе-  
ния информации и управляющий блок,  
элемент задержки, выход которого сое-  
динен с первым входом второго перем-  
ножителя, второй вход которого соеди-  
нен с входом элемента задержки, пер-  
вым входом первого перемножителя и  
другим входом синхронного детектора,  
выход которого соединен с другим вхо-  
дом канала для выделения информации,  
а выход управляющего блока соединен  
с вторым входом блока для слежения  
за задержкой, выход которого соединен  
с вторым входом первого перемножите-  
ля, а также фазовый детектор, выход  
которого через последовательно соеди-  
ненные фильтр нижних частот и управ-  
ляемый тактовый генератор соединен  
с первым входом фазового детектора. [1]

Однако известное устройство для  
приема фазоманипулированных псевдо-  
случайных сигналов обладает относи-  
тельно большим временем вхождения в  
связь, обусловленным большой диспер-  
сией временного положения импульса  
вбивания кода и большой зависимостью  
математического ожидания временного  
положения импульса вбивания от до-  
плеровского смещения тактовой частоты.

Целью изобретения является умень-  
шение времени вхождения в синхронизм.

Для этого в устройство для приема  
фазоманипулированных псевдослучайных  
сигналов, содержащее последовательно  
соединенные первый перемножитель,  
блок фазовой автоподстройки, синхрон-  
ный детектор, блок для слежения за  
задержкой, канал для выделения инфор-  
мации и управляющий блок, элемент за-  
держки, выход которого соединен с  
первым входом второго перемножителя,  
второй вход которого соединен с вхо-  
дом элемента задержки, первым входом  
первого перемножителя и другим входом  
синхронного детектора, выход которого  
соединен с другим входом канала для  
выделения информации, а выход управ-  
ляющего блока соединен с вторым вхо-

дом блока для слежения за задержкой, выход которого соединен с вторым входом первого перемножителя, а также фазовый детектор, выход которого через последовательно соединенные фильтр нижних частот и управляемый тактовый генератор соединен с первым входом фазового детектора, введены третий и четвертый перемножители, второй синхронный детектор, первый и второй фазовращатели, дополнительный фильтр нижних частот и управляемый делитель частоты, причем выход управляемого тактового генератора через последовательно соединенные первый фазовращатель, второй синхронный детектор, третий перемножитель и дополнительный фильтр нижних частот соединен с первым входом управляемого делителя частоты, выход которого соединен с первым входом четвертого перемножителя, другим входом управляющего блока и через второй фазовращатель с другим входом третьего перемножителя, при этом выход второго перемножителя соединен с другим входом второго синхронного детектора и с вторым входом четвертого перемножителя, выход которого соединен с вторым входом фазового детектора, при этом выход управляемого тактового генератора соединен с другим входом управляемого делителя частоты.

На фиг. 1 приведена структурная электрическая схема устройства; на фиг. 2 — временные диаграммы, иллюстрирующие принцип работы синхронизации.

Устройство для приема фазоманипулированных псевдослучайных сигналов содержит последовательно соединенные первый перемножитель 1, блок 2, предназначенный для фазовой автоподстройки, синхронный детектор 3, блок 4, предназначенный для слежения за задержкой, канал 5, предназначенный для выделения информации, управляющий блок 6, элемент задержки 7, выход которого соединен с первым входом второго перемножителя 8, второй вход которого соединен с входом элемента задержки 7, первым входом первого перемножителя 1 и другим входом синхронного детектора 3, выход которого соединен с другим входом канала 5, а выход управляющего блока 6 соединен с вторым входом блока 4, выход которого соединен с вторым входом первого перемножителя 1, а также фазовый детектор 9, выход которого через последовательно соединенные фильтр 10 нижних частот и управляемый тактовый генератор 11 соединен с первым входом фазового детектора 9, третий и четвертый перемножители 12 и 13, второй синхронный детектор 14, первый и второй фазовращатели 15 и 16, дополни-

тельный фильтр 17 и управляемый делитель 18 частоты, причем выход управляемого тактового генератора 11 через последовательно соединенные первый фазовращатель 15, второй синхронный детектор 14, третий перемножитель 12 и дополнительный фильтр 17 нижних частот соединен с первым входом управляемого делителя 18 частоты, выход которого соединен с первым входом четвертого перемножителя 13, другим входом управляющего блока 6 и через второй фазовращатель 16 с другим входом третьего перемножителя 12, при этом выход второго перемножителя 8 соединен с другим входом второго синхронного детектора 14 и с вторым входом четвертого перемножителя 13, выход которого соединен с вторым входом фазового детектора 9, при этом выход управляемого тактового генератора 11 соединен с другим входом управляемого делителя 18, канал синхронизации 19.

Устройство работает следующим образом.

В синхронном режиме входной фазоманипулированный сигнал по закону бинарной псевдослучайной последовательности поступает на вход устройства и в первом перемножителе 1 преобразуется в гармонический сигнал за счет перемножения с опорным бинарным сигналом, поступающим с выхода блока 4 и фильтруется блоком фазовой автоподстройки 2. Этот же входной сигнал в синхронном детекторе 3 преобразуется в бинарную последовательность, так как на второй вход его поступает гармонический сигнал с выхода блока фазовой автоподстройки 2. Выделенный бинарный сигнал поступает в блок 4 и в канал 5 для выделения информации. Блок 4 для слежения за задержкой следит за временным положением фазоманипулированного сигнала путем определения максимума взаимной корреляции принимаемого и опорного сигналов. Канал 5 для выделения информации путем сравнения принимаемой последовательности с опорным сигналом осуществляет выделение информационных импульсов, которые поступают на его первый выход. Сигнал о наличии либо отсутствии синхронизации с второго выхода канала 5 для выделения информации поступает на управляющий блок 6.

В случае отсутствия синхронизации управляющий блок 6 подключает выход канала синхронизации 19 к установочному входу блока 4. При этом импульсы канала синхронизации 19, несущие информацию о временном положении принимаемого сигнала, возвращают приемное устройство в положение синхронизма.

Работа канала синхронизации 19 заключается в следующем.

Сигнал с входа принимаемого устройства поступает на устройство для выделения тактовой частоты, образованное элементом задержки 7 и вторым перемножителем 8. При этом в спектре произведения фазоманипулированного псевдослучайного сигнала и этого же сигнала, смещенного во времени на половину периода тактовой частоты, содержится составляющая тактовой частоты псевдослучайного сигнала. Ввиду того, что манипуляция псевдослучайного сигнала по задержке приводит к манипуляции фазы тактовой частоты на  $180^\circ$ , фаза выделенного колебания тактовой частоты изменяется в соответствии с бинарными информационными посылками. Для снятия этой фазовой манипуляции с целью получения гармонического сигнала сигнал с выхода устройства для выделения тактовой частоты поступает на четвертый перемножитель 13, на второй вход которого подается меандровый сигнал, соответствующий информационным посылкам.

Выделенный гармонический сигнал тактовой частоты фильтруется блоком фазовой автоподстройки тактовой частоты, образованным последовательным включением фазового детектора 9, фильтра 10 и управляемого тактового генератора 11, выход которого подключен к второму входу фазового детектора 9.

Отфильтрованный гармонический сигнал тактовой частоты с выхода управляемого тактового генератора 11 через первый фазовращатель 15 поступает на вход второго синхронного детектора 14, на второй вход которого приходит ФМ-сигнал тактовой частоты с выхода второго перемножителя 8.

В результате на выходе второго синхронного детектора 14 выделяется меандровый сигнал в соответствии с информационными посылками. Выделенный таким образом меандровый сигнал фильтруется в следящем корреляторе, в состав которого входят третий перемножитель 12, дополнительный фильтр 17 нижних частот, управляемый делитель частоты 18, второй фазовращатель 16. При этом, в результате перемножения выделенного информационного меандра и меандрового сигнала управляемого делителя частоты 18, проходящего через второй фазовращатель 16 на второй вход третьего перемножителя 12 и фильтрации с помощью дополнительного фильтра 17, на входе последнего появляется напряжение, пропорциональное значению взаимной корреляционной функции этих сигналов. Это напряжение управляет коэффициентом деления управляемого делителя частоты 18, так что временное рассогласование между этими сигналами стремится к нулю. Этот процесс иллюстрируется связанными между собой дискриминационными характерис-

тиками блока фазовой автоподстройки тактовой частоты (см. фиг. 2а) и следящего коррелятора (см. фиг. 2б).

Предположим, что в начальный момент расстройка между принимаемым и опорным меандровым сигналами равна  $\tau_4$ . При этом на выходе третьего перемножителя 12 напряжение равно  $U_4$ , которое изменяет коэффициент деления управляемого делителя частоты 18, что приводит к дискретному изменению задержки от  $\tau_4$  к  $\tau_3$  и так далее до  $\tau_2$ , пока напряжение на выходе третьего перемножителя не станет равно нулю (либо будет находиться в пределах зоны нечувствительности).

В дальнейшем блок фазовой автоподстройки тактовой частоты осуществляет слежение за фазой тактовой частоты и за счет постоянного коэффициента деления, а фазой меандрового сигнала, поддерживая максимум взаимной корреляции между принимаемым и опорным меандровыми сигналами.

Так как информационный меандр "привязан" по временному положению к началу псевдослучайной последовательности, то импульсы с выхода делителя 18 несут информацию о временном положении псевдослучайной последовательности, что позволяет ввести приемное устройство в целом в положение синхронизма.

Применение предложенного устройства позволяет получить помехоустойчивость следящих колец такой же, как у известного, так как полоса пропускания следящего коррелятора во много раз меньше шумовой полосы блока фазовой автоподстройки тактовой частоты, что приводит к практически безошибочному снятию манипуляции сигнала тактовой частоты. В то же время применение следящего коррелятора за временным положением информационного меандра позволяет с большой точностью производить наведение импульсов вбивания кода в устройстве для слежения за задержкой, что в среднем сокращает количество попыток вбивания до достижения правильного результата.

Кроме того, данное устройство не подвержено влиянию доплеровского смещения тактовой частоты, что в известном устройстве приводило к нежелательным эффектам отклонения импульса вбивания от номинального значения, так как переходный процесс в блоке фазовой автоподстройки тактовой частоты при перескоке фазы на  $180^\circ$  зависит от начальных условий, которые изменяются в соответствии с доплеровским смещением тактовой частоты.

Формула изобретения

Устройство для приема фазоманипулированных псевдослучайных сигналов, содержащее последовательно сое-

диненные первый перемножитель, блок фазовой автоподстройки, синхронный детектор, блок для слежения за задержкой, канал для выделения информации и управляющий блок, элемент задержки, выход которого соединен с первым входом второго перемножителя, второй вход которого соединен с входом элемента задержки, первым входом первого перемножителя и другим входом синхронного детектора, выход которого соединен с другим входом канала для выделения информации, а выход управляющего блока соединен с вторым входом блока для слежения за задержкой, выход которого соединен с вторым входом первого перемножителя, а также фазовый детектор, выход которого через последовательно соединенные фильтр нижних частот и управляемый тактовый генератор соединен с первым входом фазового детектора, отличающемся тем, что, с целью уменьшения времени вхождения в синхронизм, введены третий и четвертый перемножители, второй синхронный детектор, первый и второй фазовращатели, до-

5  
10  
15  
20

полнительный фильтр нижних частот и управляемый делитель частоты, причем выход управляемого тактового генератора через последовательно соединенные первый фазовращатель, второй синхронный детектор, третий перемножитель и дополнительный фильтр нижних частот соединен с первым входом управляемого делителя частоты, выход которого соединен с первым входом четвертого перемножителя, другим входом управляющего блока и через второй фазовращатель с другим входом третьего перемножителя, при этом выход второго перемножителя соединен с другим входом второго синхронного детектора и с вторым входом четвертого перемножителя, выход которого соединен с вторым входом фазового детектора, при этом выход управляемого тактового генератора соединен с другим входом управляемого делителя частоты.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе

1. Авторское свидетельство СССР № 555556, кл. Н 04 L 27/22, 1975.

25

