

Союз Советских  
Социалистических  
Республик



Государственный комитет  
СССР  
по делам изобретений  
и открытий

# О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 21.04.77 (21) 2477843/18-21

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 05.05.79. Бюллетень № 17.

Дата опубликования описания 05.05.79

Р. С. СОЮЗНАЯ  
ПАТЕНТНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ  
У. С. ДАТОЕ. А. К. Б. А.

(11) 661733

(51) М. Кл.<sup>2</sup>

H 03 K 3/64

(53) УДК 621.374  
(088.8)

(72) Автор  
изобретения

С. Б. Саломатин

(71) Заявитель

Минский радиотехнический институт

## (54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОРТОГОНАЛЬНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ

Изобретение относится к радиотехнике и может быть использовано в системах передачи информации.

Известно устройство формирования ортогональных последовательностей, представляющее собой канонический фильтр, на вход которого подаются тактовые импульсы [1]. Недостатком такого устройства являются его сложность, а также ограниченный класс формируемых последовательностей.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому устройству является устройство для формирования ортогональных последовательностей, содержащее генератор тактовых импульсов, связанный со входом двоичного счетчика, выходы разрядов которого соединены через дешифратор и коммутатор со входами анализатора четности [2].

Однако такое устройство формирует ограниченный класс ортогональных последовательностей.

Целью изобретения является расширение класса формируемых последовательностей.

Поставленная цель достигается тем, что в устройстве формирования ортогональных последовательностей, содер-

жащее генератор тактовых импульсов, связанный со входом двоичного счетчика, выходы разрядов которого соединены через дешифратор и коммутатор со входами анализатора четности, введены последовательно соединенные делитель частоты, блок элементов И, ключ и сумматор по модулю два, а также генератор действительных чисел, причем вход делителя частоты подключен к выходу генератора тактовых импульсов, выход одного разряда двоичного счетчика соединен со вторым входом ключа, выход анализатора четности подключен к второму входу сумматора по модулю два, а выход генератора действительных чисел подключен ко второму входу блока элементов И, вторые выходы которого подключены к установочным входам двоичного счетчика.

На чертеже представлена структурная электрическая схема устройства формирования ортогональных последовательностей.

Устройство формирования ортогональных последовательностей содержит генератор 1 тактовых импульсов, n-разрядный двоичный счетчик 2, дешифратор 3, коммутатор 4, анализатор 5 четности, делитель частоты на N 6

1

2

5

10

15

20

25

30

блок 7 элементов И, ключ 8, сумматор 9 по модулю два, генератор 10 действительных чисел.

Возможность расширения класса формируемых последовательностей вытекает из следующих свойств четверичных последовательностей (Д кода).

1. Алгоритм формирования  $D_i^n$ -й последовательности записывается в виде:

$$D_i^n = \sum_{j=1}^{n-1} A_j^n \oplus A_{j+1}^n + \sum_{j=1}^n x_j^1 A_i^n \pmod{2}, \quad (1)$$

где  $A_j^n$  -  $j$ -я функция Радемахера значности  $2^n$ ;

$i = \sum_{j=1}^n x_j^1 2^{j-1}$  - двоичная запись номера последовательности.

Парная последовательность определяется по формуле:

$$\tilde{D}_i^n = D_i^n + A_n^n \pmod{2}.$$

2. Пусть  $V_{XY}(V)$  - значение периодической взаимно-корреляционной функции между последовательностями X и Y при V-ом сдвиге. Тогда значение автокорреляционной функции последовательности D кода  $D_i^n$   $V_{XX}(V)$  при четных сдвигах (V - четно) равно нулю (1).

3. Взаимно-корреляционная функция  $V_{XY}(V)$  между парными последовательностями  $D_i^n$  и  $\tilde{D}_i^n$  принимает значения равные нулю при четных сдвигах (V - четно).

4. Четные циклические сдвиги парных последовательностей попарно ортогональны. Множество всех четных циклических сдвигов парных последовательностей при фиксированном номере образуют новое ортогональное множество, состоящее из  $2^n$  последовательностей. Обозначим такое множество как

$$n_i^n = \{D_i^n(K), \tilde{D}_i^n(K)\},$$

где K - четно  
 $(D_i^n(K))$  - циклический сдвиг на K символов последовательности  $D_i^n$ .

5. Между символами последовательности D кода и состояниями двоичного счетчика существует взаимно-однозначное соответствие при фиксированном

1. Заномеруем символы последовательности  $D_i^n$  номерами от 0 до  $2^n - 1$ . Тогда номер символа последовательности однозначно задается состояниями выходов разрядов двоичного счетчика.

Следовательно, для формирования K-ого циклического сдвига последовательности D кода достаточно разряды двоичного счетчика установить в начальный момент времени, соответствующий формированию первого символа, в такое состояние, чтобы на их выходах установилась величина сдви-

га K в двоичной системе представления чисел.

Устройство формирования ортогональных квазициклических последовательностей работает следующим образом. Пусть необходимо сформировать множество квазициклических ортогональных последовательностей длиной  $N = 2^n$ . Генератор 10 действительных чисел имеет n выходов и формирует

в двоичной форме любое действительное число  $M \in (0, 2^n - 1)$ . Выходы генератора 10 подключены к вторым входам блока 7 элементов И, к первому входу которого подключен выход делителя на N 6, на выходе которого и, соответственно, на выходах блока 7 элементов И сигнал появляется в момент  $t_Y$ , кратный периоду последовательности  $T = nT$  и соответствующий формированию первого символа. Вторые входы блока 7 элементов И подключены к установочным входам разрядов двоичного счетчика 2. На вторых выходах блока 7 элементов И в дискретный момент  $t_Y$  формируется ближайшее к M число  $M'$  в двоичной форме, то есть

$$M' = M, \quad M - \text{четно};$$

$$M' = M - 1, \quad M - \text{нечетно}.$$

Соответственно, в момент  $t_Y$  разряды двоичного счетчика устанавливаются в состояние, определяемое числом  $M'$ .

Запишем число M в двоичной системе представления чисел

$$M = 2^0 Y_0 + 2^1 Y_1 + \dots + 2^{n-1} Y_{n-1},$$

где  $Y_j$  - сигнал на j-ом выходе генератора 10 действительных чисел.

$$\text{Тогда } M' = M / Y_0 = 0.$$

На первом выходе блока 7 элементов И в момент  $t_Y$  появляется сигнал, соответствующий состоянию выхода младшего разряда генератора 10 действительных чисел  $Y_0$ . Первый выход блока 7 элементов И подключен к входу ключа 8, на второй вход которого со старшего n-ого разряда двоичного счетчика 2 подается периодическая функция Радемахера  $A_n^n$ . Выход ключа 8 соединен со входом сумматора 9 по модулю два, второй вход которого подключен к выходу анализатора четности 5.

Пусть в начальный момент времени  $t_Y$  генератор 10 действительных чисел сформировал число M. На выходе делителя на N 6 появился сигнал установки, на вторых выходах блока 7 элементов И появилось число  $M'$ , а разряды двоичного счетчика 2 установились в состояние, определяемое этим числом. На первом выходе блока 7 элементов И формируется сигнал управления ключом 8. При  $Y_0 = 1$  на первом выходе блока 7 элементов И появляется сигнал, открывающий ключ 8, который удерживается в таком состоянии до прихо-

да следующего сигнала с первого выхода блока 7 элементов И. При  $U_0 = 0$  на первом выходе блока 7 элементов появляется сигнал, закрывающий ключ 8. Таким образом, в момент  $t_y$  формируется начальная фаза последовательности, а состояние  $U_0$  определяет принадлежность формируемой последовательности к подмножеству  $\{D_i^n(K)\}$  или к парному подмножеству  $\{\bar{D}_i^n(K)\}$ . При поступлении тактовых импульсов на вход двоичного счетчика 2 сигнал установки исчезает и двоичный счетчик 2 начинает работать обычным образом. Разряды двоичного счетчика 2 соединены через дешифратор 3 и коммутатор 4 со входами анализатора четности 5 так, что на выходе анализатора четности 5 формируется символ '1', если сумма числа пар рядом стоящих единиц в двоичном счетчике 2 и числа совпадений единиц в одноименных разрядах двоичного счетчика 2 и коммутатора 4 четна, и формируется '0', если указанная сумма нечетна. Причем на выходе анализатора четности 5 формируется последовательность  $D_i^n(K)$  или  $\bar{D}_i^n(K)$ , циклически сдвинутая на  $K$  символов, где  $K=M$ , а номер  $i$  задается коммутатором 4. При открытом ключе 8 ( $M$  - нечетно,  $U_0 = 1$ ) последовательность  $D_i^n(K)$  складывается по модулю два с  $A_n^n$ , сдвинутой на  $K$  символов, и на выходе сумматора 9 по модулю два формируется парная последовательность  $\bar{D}_i^n(K)$ . При  $M$  - четно,  $U_0 = 0$ , ключ 8 закрыт и на выходе сумматора 9 по модулю два формируется  $D_i^n(K)$  последовательность. При изменении  $M$  от 0 до  $2^n - 1$  формируется множество  $\Pi_1^n = \{D_i^n(K), \bar{D}_i^n(K)\}$ .  
 Множество последовательностей  $D$  кода  $\{D_i^n\}$  (при  $n = \text{const}$ ) содержит  $N = 2^n$  последовательностей, из которых  $2^{n-1}$  являются парными. Следова-

тельно, множество  $\{\Pi_1^n\}$  состоит из  $N/2$  ортогональных подмножеств, каждое из которых состоит из  $N$  последовательностей. Таким образом устройство формирования ортогональных последовательностей расширяет класс формируемых последовательностей в  $2^{n-1}$  раза.

Формула изобретения

Устройство для формирования ортогональных последовательностей, содержащее генератор тактовых импульсов, связанный со входом двоичного счетчика, выходы разрядов которого соединены через дешифратор и коммутатор со входами анализатора четности, отличающееся тем, что, с целью расширения класса формируемых последовательностей, в устройство введены последовательно соединенные делитель частоты, блок элементов И, ключ и сумматор по модулю два, а также генератор действительных чисел, причем вход делителя частоты подключен к выходу генератора тактовых импульсов, выход одного разряда двоичного счетчика соединен со вторым входом ключа, выход анализатора четности подключен к второму входу сумматора по модулю два, а выход генератора действительных чисел подключен к второму входу блока элементов И, вторые выходы которого подключены к установочным входам двоичного счетчика.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе  
 1. Велти. Четверичные коды для импульсного радиолокатора. Зарубежная радиотехника, 1961, № 4, стр.24.  
 2. Авторское свидетельство № 358771, кл.Н 03 К 3/64, 1972.

