



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1394448** **A1**

(51) 4 Н 04 L 7/02

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4086814/24-09

(22) 02.07.86

(46) 07.05.88. Бюл. № 17

(71) Свердловский инженерно-педагогический институт

(72) А. К. Капылов, В. А. Киприн,
И. В. Колясникова и М. И. Гарбар

(53) 621.394.662(088.8)

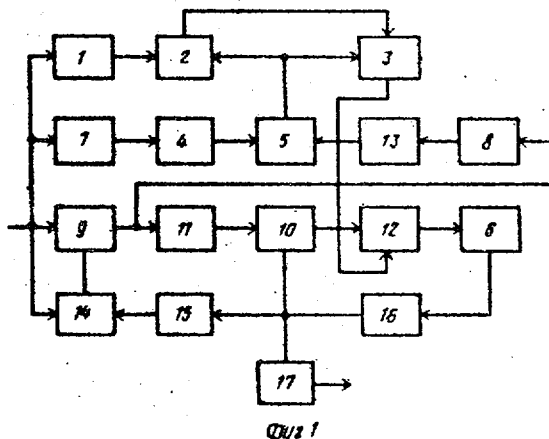
(56) Авторское свидетельство СССР
№ 915264, кл. Н 04 L 7/02, 1979.

Авторское свидетельство СССР
№ 347942, кл. Н 04 L 13/18, 1970.

(54) УСТРОЙСТВО ТАКТОВОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ

(57) Изобретение относится к областям электросвязи и радиотехники и м.б., использовано в системах передачи дискретной информации, в радиолокационных и радионавигационных системах. Целью изобретения является повышение точности синхронизации при изменяющихся значениях разности уровней сигнала и шума. Устр-во содержит квадратор 4, фильтры 6 - 8 нижних частот, перемножители 9, 10, полосовой

фильтр (ПФ) 11, блок 14 задержки, управляемый генератор 16 тактовых импульсов, делитель 17 частоты. Для достижения цели в устр-во введены квадратичный детектор 1, два блока 2, 5 вычитания, делитель 3 напряжений, управляемый усилитель 12, дополнительный усилитель 13 и формирователь 15 управляющего сигнала. ПФ 11 выделяет область частот с центральной частотой, равной 2-й гармонике тактовой частоты. Точное же выделение 2-й гармоники осуществляется петлей ФАПЧ, содержащей перемножитель 10, управляемый усилитель 12, фильтр 6 и управляемый генератор 16. Миним. среднеквадратическая ошибка слежения q^2 при заданном отношении С/Ш м.б. получена при оптимальном выборе структуры фильтра 6 и коэф. усиления усилителя 12 в петле слежения, причем тип фильтра 6 зависит от корреляционных св-в сигнала, а коэф. усиления - в основном от значения отношения С/Ш. 2 ил.



Q1/2 1

(19) **SU** (11) **1394448** **A1**

Изобретение относится к электро-
связи и радиотехнике и может быть ис-
пользовано в системах передачи диск-
ретной информации, в радиолокационных
и радионавигационных системах.

Цель изобретения - повышение точ-
ности синхронизации при изменяющихся
значениях уровней сигнала и шума.

На фиг. 1 представлена структурная
электрическая схема устройства так-
товой синхронизации; на фиг. 2 - ав-
токорреляционная функция последова-
тельности двоичных импульсов произ-
вольной формы.

Устройство тактовой синхронизации
содержит квадратичный детектор 1,
первый блок 2 вычитания, делитель 3
напряжений, квадратор 4, второй блок
5 вычитания, первый 6, второй 7 и
третий 8 фильтры нижних частот, пер-
вый 9 и второй 10 перемножители, по-
лосовой фильтр 11, управляемый 12 и
дополнительный 13 усилители, блок 14
задержки, формирователь 15 управляю-
щего сигнала, управляемый генератор
16 тактовых импульсов и делитель 17
частоты.

Устройство тактовой синхронизации
работает следующим образом.

Входной сигнал, представляющий
последовательность двоичных импульсов
произвольной (случайной) формы с
флуктуирующей тактовой частотой f_T
и аддитивным широкополосным шумом,
перемножается со своей копией, сдви-
нутой на половину длительности пери-
ода тактовой частоты, в первом пере-
множителе 9 (фиг. 1). В результате
в спектре сигнала на выходе первого
перемножителя 9 появляются гармоники
тактовой частоты.

Полосовой фильтр 11 выделяет об-
ласть частот с центральной частотой,
равной второй гармонике тактовой час-
тоты. Точное выделение второй гармо-
ники осуществляется петлей ФАПЧ, со-
державшей второй перемножитель 10, уп-
равляемый усилитель 12, первый фильтр
6 и управляемый генератор 16. Мини-
мальная среднеквадратическая ошибка
слежения q^2 при заданном отношении
сигнал/шум может быть получена при
оптимальном выборе структуры первого
фильтра 6 и коэффициента усиления уп-
равляемого усилителя 12 в петле сле-
жения, причем тип первого фильтра 6
зависит от корреляционных свойств
сигнала, а коэффициент усиления - в

основном от значения отношения сиг-
нал/шум.

Для анализа параметра q^2 исполь-
зуются определенные свойства автокор-
реляционных функций двоичных сигналов.
При безызбыточном кодировании авто-
корреляционная функция имеет вид,
показанный на фиг. 2. При этом спра-
ведливы следующие соотношения:

$$B(0) = 2B\left(\frac{T}{2}\right); \quad (1)$$

$$B(0) = \overline{(S(t) - \overline{S(t)})^2}; \quad (2)$$

$$B\left(\frac{T}{2}\right) = \overline{(S(t) - \overline{S(t)}) \cdot (S\left(\frac{T}{2}\right) - \overline{S\left(\frac{T}{2}\right)})}, \quad (3)$$

где $B(\tau)$ - функция автокорреляции
двоичного сигнала $S(t)$;

T - период повторения тактовой
частоты f_T (черта над сим-
волами - знак усреднения
по времени).

На выходе квадратичного детектора
1 формируется сигнал вида

$$x_t^2 = (S_t + \bar{\epsilon}_t)^2 = \bar{S}_t^2 + \bar{\epsilon}_t^2, \quad (4)$$

где x_t - принятый сигнал;

$\bar{\epsilon}_t$ - белый шум;

$\bar{\epsilon}_t^2$ - мощность шума.

Из (4) следует

$$\bar{\epsilon}_t^2 = \bar{x}_t^2 - \bar{S}_t^2. \quad (5)$$

Учитывая соотношения (1) - (3),
получают

$$\bar{S}_t^2 = 2B\left(\frac{T}{2} - \overline{(S(t))^2} = 2\overline{S(t)S\left(t + \frac{T}{2}\right)} + \overline{(S(t))^2}. \quad (6)$$

Тогда из (5) получают

$$\bar{\epsilon}_t^2 = \bar{x}_t^2 - 2\overline{S(t)S\left(t + \frac{T}{2}\right)} + \overline{(S(t))^2}. \quad (7)$$

Последний член в правой части (7)
формируется с помощью второго фильтра
и квадратора 4. Второй член в правой
части (7) формируется с помощью бло-
ка 14 задержки, первого перемножите-
ля 9, третьего фильтра 8 и дополни-
тельного усилителя 13. При этом коэф-
фициент усиления дополнительного уси-
лителя 13 равен двум, а блок 14 за-
держки автоматически подстраивается
на величину $T/2$ с помощью формиро-
вателя 15. Средняя мощность полезного
сигнала $\bar{S}_t^2$ в соответствии с (6) фор-
мируется на выходе второго блока 5

вычитания, а мощность шума в соответствии с (5) и (7) - на выходе первого блока вычитания. Отношение сигнала к шуму $q^2 = \bar{S}_t^2 / \bar{\epsilon}_t^2$ реализуется на выходе делителя 3, что позволяет произвести оптимальную настройку управляемого усилителя 12 по управляющему входу. При этом шумы, присутствующие на выходе первого перемножителя 9, в силу их некоррелированности на интервале $\tau' = \frac{T}{2}$ минимизируются на выходе третьего фильтра 8 и не участвуют в формировании функций, входящих в выражение (6).

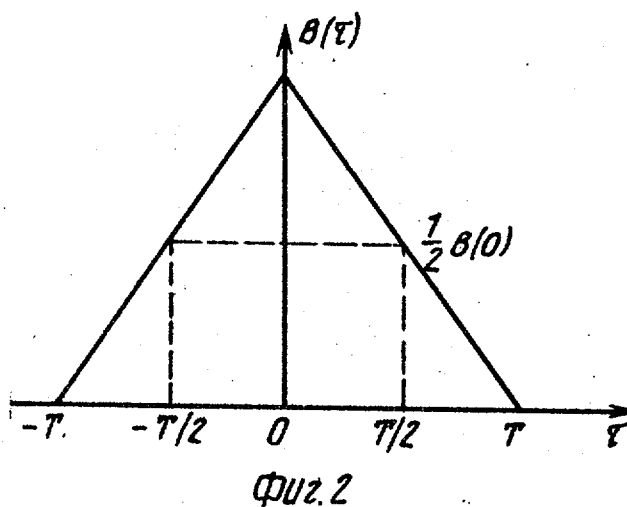
Блок 14 задержки и первый перемножитель 9 одновременно используются для двух целей: для формирования автокорреляционной функции при $\tau = \frac{T}{2}$ и

для восстановления второй гармоники в спектре сигнала, по которой осуществляется слежение в петле ФАПЧ.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Устройство тактовой синхронизации, содержащее последовательно соединенные блок задержки, первый перемножитель и полосовой фильтр, последовательно соединенные первый фильтр нижних частот, управляемый генератор тактовых импульсов и второй перемножитель, а также квадратор, второй и третий фильтры нижних частот и делитель частоты, отличающееся тем, что, с целью повышения точности

синхронизации при изменяющихся значениях уровней сигнала и шума, введены последовательно соединенные квадратичный детектор, первый блок вычитания, делитель напряжений и управляемый усилитель, информационный вход и выход которого подключены соответственно к выходу второго перемножителя и входу первого фильтра нижних частот, последовательно соединенные дополнительный усилитель и второй блок вычитания, выход которого подключен к вторым входам первого блока вычитания и делителя напряжений, а также формирователь управляющего сигнала, выход которого подсоединен к управляющему входу блока задержки, при этом выход второго фильтра нижних частот через квадратор подсоединен к второму входу второго блока вычитания, выход первого перемножителя через третий фильтр нижних частот подсоединен к входу дополнительного усилителя, выход управляемого генератора тактовых импульсов подсоединен к входам делителя частоты и формирователя управляющего сигнала, выход полосового фильтра подсоединен к второму входу второго перемножителя, а вход квадратичного детектора объединен с входом второго фильтра нижних частот, вторым входом первого перемножителя и информационным входом блока задержки, причем второй вход первого перемножителя и выход делителя частоты являются соответственно входом и выходом устройства.



Составитель В. Орлов
 Редактор И. Дербак Техред Л. Сердюкова Корректор И. Николайчук

Заказ 2240/57 Тираж 660 Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
 по делам изобретений и открытий
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4