

ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА КОДИРОВАННЫХ СИГНАЛОВ ПОВЕРКИ ВРЕМЕНИ ПОВЫШЕННОЙ ИНФОРМАТИВНОСТИ

Оленев Е.А.

Владимирский государственный университет

В последние годы широкое распространение получили радиоуправляемые часы, управляемые кодированными эталонными сигналами времени. Сигналы проверки времени осуществляют передачу кодированной информации о шкале Государственного эталона времени и частоты. В России сигнал проверки времени повышенной информативности (СПВПИ) представляет собой последовательность из шести радиоимпульсов с периодом повторения 1 с и частотой заполнения 1 кГц. При этом первые пять импульсов длительностью 100 мс являются по существу кодовым словом сигнала проверки, начало шестого импульса соответствует часу по шкале времени Государственного эталона времени и частоты, а длительность шестого импульса является переменной величиной и может изменяться от 100 до 560 мс в зависимости от значения указанного часа. Дискретность изменения длительности шестого сигнала составляет 20 мс на один час, причем импульс длительностью 100 мс соответствует нулю часов московского времени, а продолжительностью 560 мс – 23 часам [1, 2].

Получение хронометрической информации сводится к обнаружению известного сигнала на фоне помех, определению момента прихода шестого импульса и декодированию номера часа. Задача приема сводится к выявлению указанного сигнала на фоне гауссовского белого шума. Оптимальным для этого случаев будет устройство, реализующее корреляционную обработку сигнала по критерию максимума отношения сигнал/шум, и состоящее из узкополосного согласованного с сигналом фильтра и амплитудного детектора.

Рассмотрим обнаружение СПВПИ селектором радиосигналов точного времени, функциональная схема которого представлена на рис. 1.

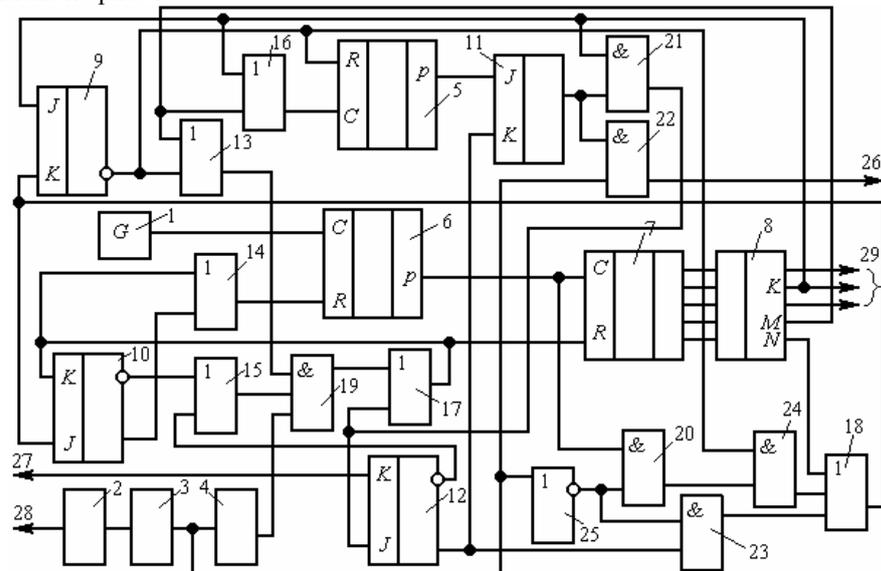


Рис. 1. Функциональная схема селектора радиосигналов

В исходном триггеры 9, 11, 12 находятся в состоянии «0», а триггер 10 - в состоянии «1». Все счетчики находятся в нулевом состоянии, причем наличие «1» на входах сброса счетчиков 5, 6 запрещает им прием информации. На выходах дешифратора 8 низкий уровень напряжения. На выходах элементов ИЛИ 13-15 «1», а на выходах элементов ИЛИ 16-18 и элементов И 19-24 «0».

Сначала рассмотрим работу устройства при воздействии на него кратковременной помехи. Пусть в момент времени t_1 на вход 28 поступила помеха. На выходе амплитудного детектора 3 появляется высокий уровень напряжения (рис. 2,а), способствующий формированию на выходе формирователя 4 сигнала (рис. 2,б), который через элементы И 19 и ИЛИ 17 обнуляет (или подтверждает нулевое состояние) счетчик 7 и переводит триггер 10 в нулевое состояние (рис. 2,в). После прекращения действия указанного сигнала на выходе элемента ИЛИ 14 устанавливается низкий потенциал (рис. 2,г), и счетчик 6 начинает подсчет импульсов генератора 1 опорных импульсов.

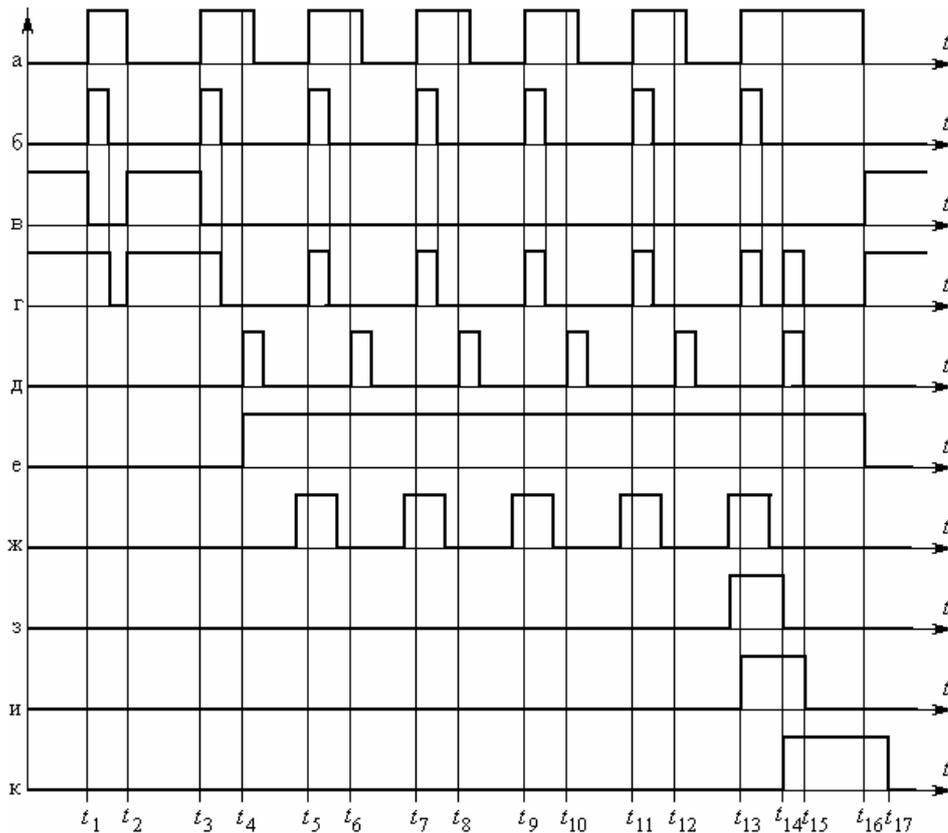


Рис. 2. Диаграмма работы селектора радиосигналов

Отметим, что импульсы с выхода счетчика 6 следуют с периодом около 20 мс, а модуль пересчета этого счетчика выбран таким, чтобы обеспечить с заданной точностью появление импульса на выходе счетчика относительно сигнала на входе 28. Чем выше требуемая точность, тем больше модуль пересчета счетчика 6, и выше частота генератора 1. При этом точнее осуществляется «привязка» выходного импульса этого счетчика к импульсу на входе 28.

С выхода счетчика 6 импульсы поступают на счетный вход счетчика 7 и на вход элемента И 20, на втором входе которого присутствует низкий потенциал на протяжении всего времени действия помехи на входе 28. В момент времени t_2 действие помехи заканчивается, на выходе детектора 3 появляется низкий, а на выходе элемента НЕ 25 – высокий потенциал. Очередной импульс с выхода счетчика 6 последовательно формирует высокий уровень напряжения на выходах элементов И 20, И 24 и ИЛИ 18. С выхода последнего элемента логическая единица поступает соответственно на вход установки единицы триггера 10 и вход установки нуля триггера 9. Триггер 10 переходит в единичное состояние, «1» с его выхода через элемент ИЛИ 14 обнуляет счетчик 6 и запрещает ему прием информации.

При поступлении на вход 28 селектора первого сигнала точного времени на выходе детектора 3 в момент времени t_3 (рис. 2,а) формируется импульс длительностью 100 мс. На выходе элемента НЕ 25 и входах элементов И 20, 23 появляется «0», счетчик 7 обнуляется, а триггер 10 переходит в нулевое состояние. После прекращения действия импульса на выходе формирователя 4 на выходах элементов ИЛИ 17, 14 появляется «0», и счетчики 6, 7 становятся готовыми к приему информации. С выхода счетчика 6 импульсы с периодом около 20 мс поступают на вход счетчика 7, код числа которого выделяется дешифратором 8. При поступлении в момент времени t_4 в счетчик 7 пятого импульса на К-выходе дешифратора 8 формируется «1», которая переводит триггер 9 в единичное состояние (рис. 2,е). В результате этого счетчик 5 сигналов точного времени получает разрешение на прием информации, и импульс с К-выхода дешифратора 8 записывается в него через элемент ИЛИ 16. Одновременно на входах элементов ИЛИ 13 и И 24 формируется низкий потенциал. Логический «0» на выходе ИЛИ 13 препятствует прохождению через элемент И 19 возможной помехи в паузе между сигналами точного времени.

После окончания действия сигнала точного времени на выходе элемента НЕ 25 и входе элемента И 20 образуется «1», однако, импульсы с выхода счетчика не могут пройти через элемент И 24, так как на другом его входе по-прежнему низкий потенциал.

Счетчик 7 продолжает накапливать импульсы. К ожидаемому моменту t_5 появления на выходе детектора 3 второго сигнала точного времени на М-выходе дешифратора 8 появляется «1» (рис. 2,ж). Она через элемент ИЛИ 16 записывается в счетчик 5 и формирует на выходе элемента ИЛИ 13 высокий потенциал, способствующий прохождению импульса с формирователя 4 (соответствующего по времени переднему

фронт сигналу точного времени) на вход элемента ИЛИ 17. Таким образом, счетчики 6, 7 устанавливаются в нулевое состояние в начале каждого из шести радиосигналов точного времени.

В моменты времени $t_6 - t_{12}$ в счетчик 5, модуль пересчета которого равен 10, записывается еще 7 импульсов (рис. 2, д, ж), поэтому содержимое счетчика 5 будет равно 9 импульсам. Незадолго до прихода шестого сигнала точного времени с M -выхода дешифратора 8 (момент времени чуть меньше t_{13}) на вход счетчика 5 поступит десятый импульс, который сформирует на его выходе «1», переводящую триггер 11 в единичное состояние (рис. 2, з). В результате этого на входах элементов И 21, 22 устанавливается высокий потенциал.

По приходу в момент t_{13} шестого сигнала точного времени на выходе детектора 3 появляется высокий уровень напряжения, который способствует формированию на выходе элемента И 22 и выходе 26 сигнала коррекции (рис. 2, и).

Отметим, что в принципе сигнал коррекции мог бы быть получен на выходе элемента И 22 при подключении его входа не к выходу детектора 3, а к выходу элемента И 18. В этом случае была бы более жесткая селекция шестого сигнала по периоду следования, однако, при этом передний фронт сигнала коррекции на выходе 26 был бы задержан на суммарную величину времени срабатывания формирователя 4 и элемента И 19.

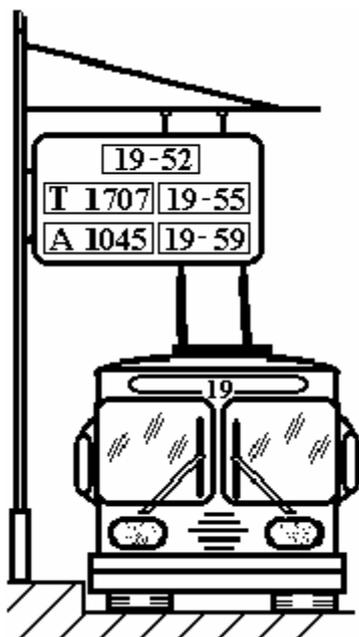


Рис. 3. Оборудование конечного остановочного пункта

По прошествии с момента начала шестого сигнала чуть менее 100 мс, в момент времени t_{14} на K -выходе дешифратора 8 появляется импульс, который через элемент И 21 поступает на вход триггера 12, переводя его в единичное состояние (рис. 2, к), а также – на вход элемента ИЛИ 17. В результате этого на входах сброса счетчиков 6, 7 устанавливается «1», которая обнуляет их и запрещает прием информации. Одновременно с выхода триггера 12 «1» поступает на вход элемента И 23, состояние которого не изменяется, так как на другом его входе низкий потенциал, а также – на вход установки нуля триггера 11. Логический «0» на выходе этого триггера формирует низкий уровень напряжения на выходах элементов И 21, 22. После этого низкий потенциал устанавливается на выходах элементов ИЛИ 17, 14, и счетчики 6, 7 становятся готовыми к приему информации.

Известно, что длительность шестого сигнала точного времени равна 20 мс умноженным на количество часов текущего времени плюс 100 мс. Так как по прошествии 100 мс счетчики 6, 7 обнулились, а период следования импульсов с выхода счетчика 6 составляет величину порядка 20 мс, то можно заметить, что количество импульсов, записавшихся в счетчик 7 за время действия шестого сигнала после момента t_{15} , будет равно количеству часов, информация о которых закодирована длительностью радиосигнала.

После прекращения действия шестого сигнала точного времени, в момент времени t_{16} на выходе элемента НЕ 25 формируется «1», которая способствует появлению высокого уровня напряжения на выходах элементов И 23 и ИЛИ 18 и переводу триггеров 10, 9 соответственно в единичное и нулевое состояние. При этом на выходе элемента ИЛИ 14 появляется «1», обнуляющая счетчик 6 и запрещающая прием информации, а на выходе элемента ИЛИ 17 формируется «0», препятствующий прохождению возможной помехи через элемент И 19, которая могла бы стереть информацию в счетчике 7.

Таким образом, после окончания шестого сигнала точного времени с выходов 29 можно считывать информацию о текущем часе. После считывания информации на вход 27 устройства в момент времени t_{17} подает импульс, который переводит триггер 12 в нулевое состояние, при этом селектор радиосигналов точного времени переходит в исходное состояние. Если длительность помехи превышает 1с, то при появлении на M -выходе дешифратора сигнала счетчик 7 не обнуляется и продолжает накапливать информацию. Через некоторое время на N -выходе дешифратора 8, при условии, что N несколько больше M , появляется «1», поступающая на вход элемента ИЛИ 18 и переводящая селектор в исходное состояние.

Селектор сигналов точного времени целесообразно применять для управления движением городского общественного транспорта, устанавливая его в часах на конечных остановочных пунктах, автоматизируя процесс управления часами (рис. 3).

Несмотря на большую пространственную разнесенность транспортной сети и объектов управления, усложняющую задачу функционирования последних в едином отсчете времени, можно обеспечить согласование работы всех транспортных единиц, участвующих в перевозочном процессе. При этом формируемый аппаратурой состав временных параметров полностью отвечает по точности их представления требованиям, которые необходимы для нормальной работы диспетчерской системы управления.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 8.515-84. Эталонные сигналы частоты и времени, излучаемые специализированными радиостанциями Государственной службы времени и частоты СССР. Временной код.
2. ГОСТ 27576-87. Государственная автоматизированная система единого времени технической точности. Сигналы информационные в локальных хронометрических системах.

DIGITAL PROCESSING OF CODED SIGNAL OF TIME CALIBRATION OF THE EXPANDED INFORMATION

Olenev E.

Vladimir state university

For the recent years radio controlled clocks have become very popular. Time calibration signals transmit standard (reference) information about the scale of the time and frequency state standard (reference). In Russia the signal time calibration of the expanded information is the sequence of six radio-impulses with pulse spacing (pulse repetition period) – 1 s and basic (carrier) frequency 1 kHz. In this case the first five pulses with duration of 100 ms are actually a code word of the time calibration signal. The beginning of the 6-th impulse corresponds to the beginning of the next hour according of the scale of time and frequency state standard. The duration of the 6-th impulse is considered to be a variable. It can range from 100 to 560 ms depending on the value of the hour indicated. Discreteness of the 6-th signal duration change is 20 ms per hour. The pulse with duration 100 ms corresponds to 0 o'clock, Moscow time, and the pulse with duration 560 ms corresponds to 11 p. m.

Chronometric information reception leads to detecting the known signals on the noise background, defining the moment of the 6-th pulse arrival and decoding hour number. The aim of the reception is to detect the indicated signal on the background of Gaussian white noise.

In this case the proper device is the device realizing treatment of the signal according to the criterion of the maximum ratio (of signal to noise) signal/noise. This device consists of a narrow band filter matched with the signal and an amplitude detector. Analyzing the probability of CSTCEI pass, dispersion of the assessment of the signal arrival and the probability of the wrong information about the number of an hour we can draw a conclusion that noise immunity of the signal detection and reception as well as the accuracy of measuring the time of CSTCEI arrival are determined only by the ratio signal/noise. To increase the reliability of the signal detection and the truth of the information being received we used the time selection of the signal component by means of gating the receiving channel. At the same time the receiving channel is switched on during the pause between the exact time signal. This is done in order to exclude a possible failure of the selector because of some noise in the process of identification of the code word, duration the process gating, the selector identifies the accepted mix (true) of the signal and noise with the signal component being required of the moment, i. e. the selector makes regular identification with the change (drop) 0/1 first and then with the change 1/0. After recognizing the code word the command to receive correlation signal and information about time is formed in the selector.

In order to increase the accuracy of the time synchronization it is necessary to matched quantization pulses to CSTCEI front. To achieve that such techniques is used for quantization which enables to perform matching with any degree of accuracy. The essence of this method is that the quantum size is achieved by summing up pseudo quanta whose size is determined by the crystal oscillator.

Pseudo quanta summation is carried out by the counter which starts working at the moment of the next CSTCEI pulse arrival. As pulses of its output are considered to be supporting, then in order to synchronize these pulses with the input pulse it's necessary that a ratio of the pulses cycle of the oscillator to the period (cycle) of the supporting pulses should be less than the given synchronization accuracy because this very ratio determines the accuracy of synchronization.

Taking into account that pulses come to the counter input arbitrary as referred to the pulse of CSTCEI signal, the first pulse at the counter output is formed with the accuracy 1/10 of the supporting pulses cycle (period) if the counter capacity is equal to 10. If the counter capacity equals 100, then the accuracy is 1/100 etc. New techniques used in the radio-signal selector enabled to devise it with small number of logic microchip as compared with traditional techniques.

The methods of digital processing of coded signals with have been introduced can be successfully used in other devices of automatic and measuring equipment, for example, in converters of frequency into code, decoding devices etc.