УДК 621.391

СПОСОБ ПЕРЕДАЧИ ДИСКРЕТНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Кан О.А., Жаркимбекова А.Т., Кадирова Ж.Б., Жаксыбаева С.Р., Жолмагамбетова Б.Р.
Карагандинский государственный технический университет, Караганда, e-mail: aighan@mail.ru

В данной статье рассматривается способ передачи дискретных сигналов, позволяющий значительно повысить помехоустойчивость кодовых комбинаций. На передающем устройстве формируются только сигналы «единиц» первого, второго и последующих разрядов. Для оценки помехоустойчивости кодовых комбинаций используется энергетический критерий помехоустойчивости. Представлена структурная электрическая схема устройства для передачи информации.

Ключевые слова: передача информации, дискретная информация, единичные сигналы, кодирование, помехоустойчивость, кодовая комбинация, сигналы, энергетический критерий, технологический процесс, электрическая схема

METHOD OF TRANSMITTYING DISCRETE INFORMATION

Kan O.A., Zharkimbekova A.T., Kadirova Z.B., Zhaksybayeva S.R., Zholmagambetova B.R.
Karaganda State Technical University, Karaganda, e-mail: aighan@mail.ru

In the article there is considered the method of transmitting discrete signals permitting to increase significantly noise immunity of code combinations. On transmitting device there are formed only signals of the units of the first, second and the following categories. To estimate noise immunity of code combinations there is used an energy criterion of noise immunity. There is provided a structural electric circuit of the device for transmitting information.

Keywords: transmitting information, discrete information, single signal, coding, noise immunity, code combination, signals, energy criterion, technological process, electric circuit

В настоящее время широко применяются системы передачи дискретной информации для управления технологическими процессами в различных отраслях промышленности. Одновременно возрастают требования по обеспечению надежности их работы в условиях сложных внешних помех, работающих на близких частотах.

В этой связи необходимо не только совершенствование существующих систем передачи дискретной информации, но и разработка новых способов передачи и кодирования.

При выборе способа цифрового кодирования дискретной информации важное значение приобретают обеспечение помехоустойчивости и простота технической реализации.

Простым и часто применяемым способом повышения помехоустойчивости передачи является увеличение отношения «сигнал / помеха» за счет увеличения мощности передатчика. Однако этот метод, несмотря на свою простоту, может оказаться экономически невыгодным, так как связан с существенным ростом сложности и стоимости оборудования.

Важным способом повышения помехоустойчивости передачи дискретных сигналов является использование помехозащищенных кодов или построение помехоустойчивых приемников. При этом имеется два пути повышения помехоустойчивости кодов:

1. Выбор такого способа передачи дискретных сигналов, который обеспечивает меньшую вероятность искажения кода;

2. Увеличение корректирующих свойств кодовых комбинаций. Этот путь связан с использованием кодов, позволяющих обнаруживать и устранять искажения в кодовых комбинациях. Такой способ кодирования связан с введением в код дополнительных, избыточных разрядов, что сопровождается увеличением времени передачи или частоты передачи символов кода.

Следует отметить, что помехоустойчивость частотных кодов при стационарных флуктуационных помехах значительно более высокая, чем у последовательных двоичных кодов с исправлением ошибок [1, 2], так как помехоустойчивость сильнее зависит от увеличения энергии сигнала, чем от увеличения корректирующих свойств кода.

В современных системах связи значительный удельный вес имеют групповые импульсные помехи [3, 4], при которых продолжительность «плохого» состояния канала связи часто превышает длительность одной кодовой комбинации. Корректирующие коды с исправлением ошибок при этом нерациональны из-за необходимости вводить большую постоянную избыточность для исправления ошибок. Это приводит к увеличению помехоустойчивости излишне дорогой ценой и к нерациональным решениям, связанным с резким усложнением аппаратуры. Повышение помехоустойчивости при флуктуационных и импульсных помехах и ограниченной амплитуде сигнала достигается главным образом увеличением энергии элементарных импульсных посылок кода [2, 3].

Рассмотрим способ передачи дискретных сигналов, позволяющий значительно повысить помехоустойчивость кодовых комбинаций.

На передающем устройстве формируют сигналы «единиц» первого, второго и последующих разрядов передаваемого кода по формуле

$$K_i = K_1 + \Delta K\,(i–1), \qquad (1)$$

где K_i – количество импульсов i-го разряда передаваемого кода;

K_1 – количество импульсов первого разряда передаваемого кода;

ΔK – количество импульсов, устанавливающее различие между соседними разрядами передаваемого кода.

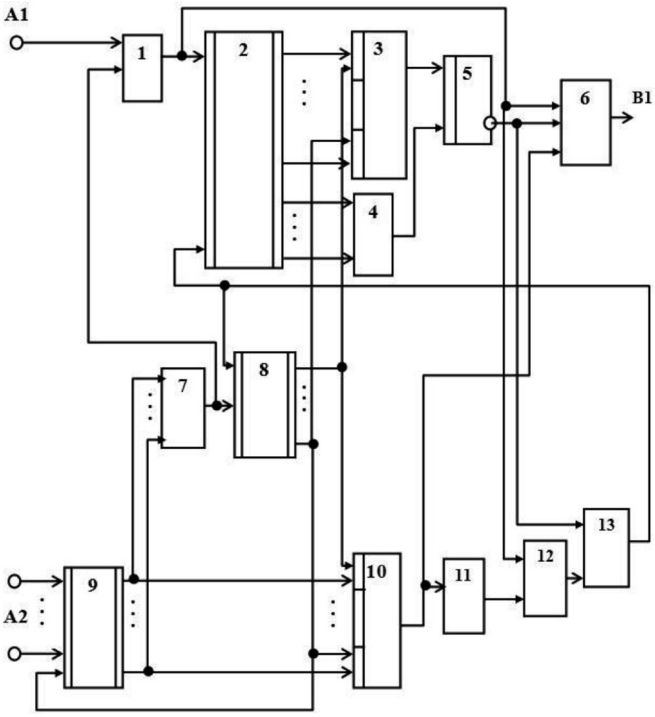
Импульсы K_i передаются на одной рабочей частоте, чем обеспечивается дополнительная помехоустойчивость и упрощение аппаратуры. В линию связи передаются только сигналы «единиц» двоичного кода. Такой способ передачи и приема двоичных кодов позволяет максимально упростить аппаратурную часть системы при высоком уровне помехоустойчивости.

На рисунке представлена структурная электрическая схема устройства для передачи информации. На вход А1 устройства подключается генератор прямоугольных импульсов рабочей частоты. На группу входов А2 подается двоичный код, который необходимо передать на выход устройства В1. В исходном состоянии счетчик 2, регистры 8, 9 и триггер 5 находятся в нулевом положении и на их единичных выходах сигналы отсутствуют.

При появлении на группе входов А2 двоичного кода в соответствующие разряды регистра 9 записываются единицы, и на выходе элемента ИЛИ 7 появляется сигнал единицы, открывающий элемент И 1 и записывающий единицу в первый разряд регистра 8, на первом выходе которого появляется сигнал, открывающий первые двухвходовые элементы И 3, И 10 по числу разрядов регистра 8.

Импульсы от генератора прямоугольных импульсов рабочей частоты с входа А1 начинают поступать на вход счетчика 2, который срабатывает по заднему фронту, и на один из входов элемента И 6. Если значение первого разряда регистра 9 равно единице, то эти импульсы проходят на выходы В1 устройства. В противном случае эти импульсы на выход не проходят.

В момент, когда код количество зафиксированных импульсов счетчиком 2 с первым заданным количеством, срабатывает первый элемент И 3, по числу разрядов и установит триггер 5 в единичное положение. При этом закроется элемент И 6. Последующие импульсы с входа А1 продолжают заполнять счетчик 2, идет обработка паузы после переданного числа К1 импульсов, зафиксированного первым элементом И3 по числу разрядов регистра 8.



Устройство для передачи информации

В момент, когда код, записанный в счетчик 2, совпадает с заданным количеством, срабатывает элемент И 4 и устанавливает триггер 5 в нулевое положение. Сигнал с нулевого выхода триггера 5 откроет элемент И 6, установит счетчик 2 в нулевое положение и, поступив на вход сдвига регистра 8, перепишет единицу из первого разряда во второй. Откроются второй элемент И 3 и второй элемент И 10 по числу разрядов регистра 8.

Аналогично формируются импульсы последующих разрядов передаваемого кода. После обработки паузы последнего разряда кода «единица» выдвигается из регистра 8 и задним фронтом сбрасывает регистр 9 в нулевое положение. На выходе элемента ИЛИ 7 появляется нулевой сигнал и элемент И 1 закрывается. Формирование передаваемого кода закончилось. Устройство подготовлено к передаче следующего двоичного кода.

Таким образом, формирование количества импульсов первого, второго и последующих разрядов передаваемого кода производится по формуле (1).

Для оценки помехоустойчивости кодовых комбинаций воспользуемся энергетическим критерием помехоустойчивости [3], который определяется по формуле

$$\alpha = \frac{\int_0^T U(t)\,dt}{\sigma_0^2}, \qquad (2)$$

где $U(t)$ – мгновенное значение сигнала;
T – длительность сигнала;
$\sigma_0^2 = \frac{U_n}{\sqrt{\Delta f}}$ – удельное напряжение помехи (U_n – эффективное напряжение помехи; Δf – полоса частот, в которой расположены помехи).

В случае использования для передачи сигналов одиночных прямоугольных импульсов амплитудой U_m и длительностью ΔT выражение (2) упрощается и принимает вид

$$\alpha = \frac{U_m * \Delta T}{\sigma_0^2}. \qquad (3)$$

Из выражения (3) видно, что одним из наиболее простых и надежных способов увеличения параметра α является снижение быстродействия системы за счет увеличения продолжительности импульса. Для пачки импульсов энергетический критерий

$$\alpha = \frac{U_m * \Delta T * K}{\sigma_0^2}, \qquad (4)$$

где K – число импульсов в пачке.

Найдем энергетический критерий помехоустойчивости для частотного кода («нули» передаются на одной частоте, а «единицы» передаются на другой частоте)

$$\alpha_f = \frac{U_m * \Delta T * K * n}{\sigma_0^2}, \qquad (5)$$

где n – число разрядов кодовой комбинации.

Для предлагаемого счетного кода среднее число импульсов заполнения в пачке

$$K_{ср} = K + (n-1)*\Delta K/2.$$

Среднее число передаваемых разрядов счетного кода $n_{ср} = n/2$. Энергетический критерий помехоустойчивости для счетного кода

$$\alpha_c = \frac{U_m * \Delta T * n\left(K + (n-1) * \Delta K / 2\right)}{2\sigma_0^2}. \qquad (6)$$

При ΔK = K разделим выражение (5) на (6).

$$\frac{\alpha_f}{\alpha_c} = \frac{4}{n+1}. \qquad (7)$$

Из выражения (7) видно, что $\alpha_c > \alpha_f$ при n > 3, то есть, при числе каналов связи больше восьми.

Таким образом, при увеличении числа каналов связи значительно повышается помехоустойчивость передачи дискретных сигналов предложенным счетным кодом по сравнению с широко применяемым в аппаратуре передачи данных частотным кодом. Кроме того, повышается скорость передачи двоичных кодов, за счет передачи в линию связи только единичных сигналов.

Список литературы

1. Зюко А.Г., Фалько А.И. и др. Помехоустойчивость и эффективность систем передачи информации. Под ред. А.Г. Зюко. – М: Радио и связь, 1985. – 272 с.

2. Шастова Г.А. Кодирование и помехоустойчивость передачи телемеханической информации. – М.: Энергия, 1966. – 456 с.

3. Котельников В.А. Теория потенциальной помехоустойчивости. – М.: Госэнергоиздат, 1966. – 152 с.

4. Деев В.В. Методы модуляции и кодирования в современных системах связи. – СПб.: Наука, 2007. – 267 с.