

В. В. ЕФИМЕНКО

(Новосибирск)

ШЕСТИЗНАЧНЫЕ ДВОИЧНО-ДЕСЯТИЧНЫЕ КОДЫ С ОБНАРУЖЕНИЕМ ОДИНОЧНЫХ ОШИБОК

Описывается один класс избыточных двоично-десятичных кодов, предназначенных для использования в автоматических цифровых измерительных приборах, которые работают в условиях действия импульсных помех. Приводится краткая характеристика помехоустойчивости цифрового кодирования при использовании этих кодов.

В цифровых измерительных приборах с поразрядным уравниванием для защиты от импульсных помех либо используют имеющуюся избыточность двоично-десятичных кодов, либо вводят дополнительную избыточность* путем увеличения значности двоично-десятичного кода, причем все двоичные разряды кода являются носителями информации о значении измеряемой величины.

В качестве примеров кодов с избыточностью можно назвать 14211, 11421, 11321, 111321 и т. д. Применение таких кодов хотя и позволяет повысить помехоустойчивость цифровых приборов, но малоэффективно, так как не дает возможности избавиться от всех возможных комбинаций одиночных сбоев двоичных разрядов в декаде, которые могут быть вызваны импульсными помехами малой длительности или ложным срабатыванием отдельных узлов прибора (триггеры, сравнивающие устройства и т. д.). Например, при использовании кода 14211 неизвестная величина X будет измерена с ошибкой, если $X=0$ и в момент уравнивания в первом двоичном разряде действует помеха положительной полярности с амплитудой больше единицы, или если $X=2$ и помеха действует в момент уравнивания в 3-м разряде и т. д. Всего возможно 9 комбинаций, при которых одиночный сбой не фиксируется и при измерении произойдет ошибка.

Ниже описывается более эффективный метод борьбы с одиночными импульсными помехами малой длительности или, что эквивалентно, с одиночными сбоями. Для защиты АЦИП от импульсных помех измеряемую величину кодируют в избыточном шестизначном двоично-десятичном коде. Этот код образуется из обычных двоично-десятичных кодов путем добавления двух двоичных разрядов, которые не несут ин-

* Л. И. Волгин. Способ измерения напряжения с применением цифрового вольтметра и устройство для осуществления этого способа. Авторское свидетельство № 157424, кл. G 01r; 21e, 36₀₁. Бюллетень изобретений, 1963, № 18.

формации о значении измеряемой величины, а выполняют лишь функцию проверки правильности набранной кодовой комбинации.

Метод увеличения избыточности кода, когда дополнительные разряды выполняют лишь функцию проверки, широко применяется в системах связи, где кодируются известные сообщения (в частности, дополнительные разряды для проверки на четность). Одним из отличительных свойств данного метода является то, что он применяется при цифровом кодировании неизвестной измеряемой величины, когда нельзя использовать проверку на четность. Поэтому в описываемом коде производится проверка необходимых условий постоянства измеряемой величины на протяжении времени кодирования в одном десятичном разряде. Функция проверки выполняется при помощи двух двоичных разрядов с весами 0 и 1, и показателем отсутствия ошибки является набор комбинации 10 двумя проверочными разрядами. Например, если указанным путем увеличим значность обычного двоично-десятичного кода 5211, то получим код 521101.

При использовании кода 521101 или любого другого двоично-десятичного кода, который имеет два проверочных разряда с весами 0 и 1, обнаруживаются все одиночные сбои, а также некоторая часть сбоев кратности выше 1.

Так, в худшем случае гарантируется обнаружение 6 двойных сбоев из 15 возможных комбинаций двойных сбоев в декаде, 4 — из 20 возможных комбинаций тройных сбоев и 1 — из 4 возможных комбинаций при сбоях в 4 разрядах декады.

Заметим, что при определенных значениях измеряемой величины и помехи, а также при определенном времени действия помехи обнаруживается еще некоторая часть сбоев.

На примере работы одной декады проиллюстрируем, как производится проверка правильности набора кодовой комбинации с помощью разрядов с весами 0 и 1. Пусть измеряемая величина была равна 5 и в момент уравнивания во втором двоичном разряде действует положительная помеха с амплитудой более двух единиц разряда, в результате чего ошибочно набирается второй разряд. Если помеха была кратковременной, то при дальнейшем уравнивании все разряды, в том числе и разряд с весом 0, будут «сброшены» вследствие перекомпенсации. Окончательно наберется комбинация 110000. Ввиду того, что в проверочных разрядах набиралась запрещенная комбинация, ошибка легко может быть обнаружена при помощи простейшего устройства, выдающего сигнал ошибки при наборе в проверочных разрядах запрещенной комбинации.

Другой пример. Пусть измеряемая величина равна 6 и действует помеха отрицательной полярности, в результате чего ошибочно включается 4-й разряд. Тогда, если помеха действовала только в момент уравнивания в 4-м разряде и потом сразу исчезла, произойдет недокомпенсация, все оставшиеся разряды наберутся, т. е. наберется комбинация 100011 и устройство обнаружения сбоя выдает сигнал о наличии ошибки.

Допустим, что помеха действовала и на протяжении уравнивания в двух проверочных разрядах, тогда может набраться комбинация 100010, если помеха не больше единицы. В этом случае (тройной сбой) ошибка кодирования не фиксируется в данной декаде, но в следующей декаде наберется комбинация 111111 и ошибка фиксируется.

Использование в АЦИП такого рода шестизначных двоично-десятичных кодов дает следующие преимущества по сравнению с известными двоично-десятичными кодами:

- 1) повышается надежность обнаружения сбоя, так как проверки дублируются;
- 2) сокращается время измерения в условиях воздействия помех;
- 3) открывается возможность построения цифровых приборов с коррекцией ошибок.

Поступила в редакцию .
10 мая 1965 г.
