

BiLiM Systems Ltd

<http://www.bilim.com>

тел. +7-(812)-567-1812
+7-(812)-567-8011

Разумные сети

Методы цифрового кодирования

Цифровое кодирование (Digital Encoding) иногда не совсем корректно называемое модуляцией определяет способ представления битов в физическом канале передачи данных. В этом документе рассмотрены различные варианты цифрового кодирования от простого метода NRZ (Non Return to Zero – без возврата к нулю) до существенно более сложного кодирования HDB3 (High Density Bipolar 3 – биполярное кодирование с высокой плотностью, вариант 3). Документ содержит список требований, предъявляемых к алгоритмам цифрового кодирования, и краткие описания наиболее распространенных методов кодирования цифровых сигналов.

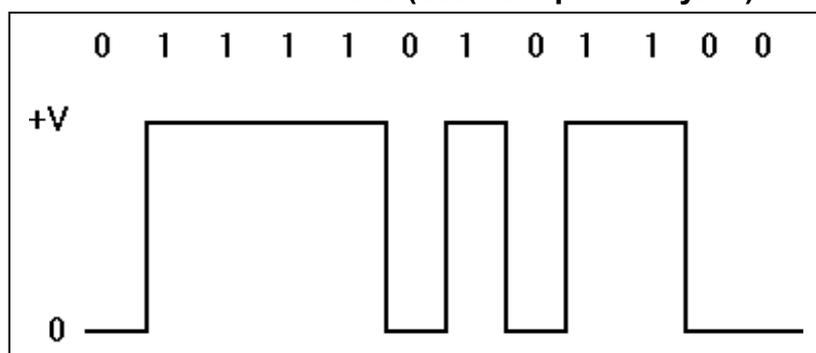
Требования к алгоритмам цифрового кодирования

При кодировании цифровых сигналов должны выполняться следующие требования:

1. Малая полоса цифрового сигнала для того, чтобы можно было передать больший объем данных по имеющемуся физическому каналу.
2. Невысокий уровень постоянного напряжения в линии.
3. Достаточно высокие перепады напряжения для того, чтобы можно было использовать сигнальные импульсы (переходы напряжения) для синхронизации приемника и передатчика без добавления в поток сигналов дополнительной информации.
4. Сигнал должен быть неполяризованным для того, чтобы можно было не обращать внимания на полярность подключения проводников в каждой паре.

Обзор методов цифрового кодирования

NRZ - Non Return to Zero (без возврата к нулю)



В этом варианте кодирования используется следующее представление битов:

- ◆ биты '0' представляются нулевым напряжением (0 V);
- ◆ биты '1' представляются напряжением +V. Этот метод кодирования является наиболее простым и служит базой для построения более совершенных алгоритмов кодирования. Кодированию по методу NRZ присущ целый ряд недостатков:
- ◆ высокий уровень постоянного напряжения (среднее значение $1/2V$ вольт для последова-

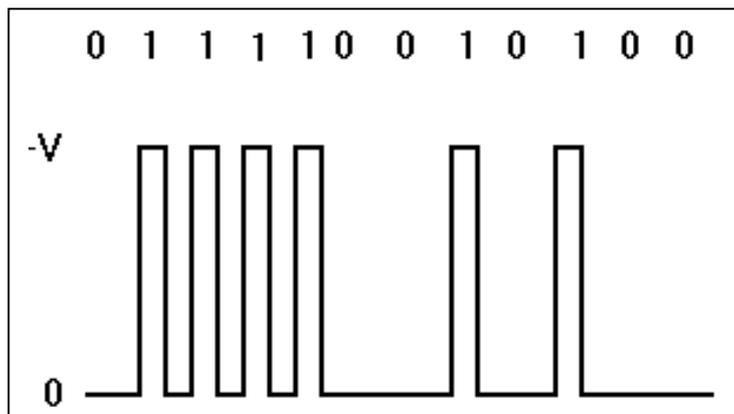
тельности, содержащей равное число 1 и 0);

- ◆ широкая полоса сигнала (от 0 Гц для последовательности, содержащей только 1 или только 0 до половины скорости передачи данных при чередовании 10101010...);
- ◆ возможность возникновения продолжительных периодов передачи постоянного уровня (длинная последовательность 1 или 0) в результате чего затрудняется синхронизация устройств;
- ◆ сигнал является поляризованным.

RZ - Return to Zero (возврат к нулю)

Цифровые данные представляются следующим образом:

- ◆ биты '0' представляются нулевым напряжением (0 V);
- ◆ биты '1' представляются значением +V в первой половине и нулевым напряжением – во второй, т.е. единице соответствует импульс напряжения продолжительностью в половину продолжительности передачи одного бита данных.



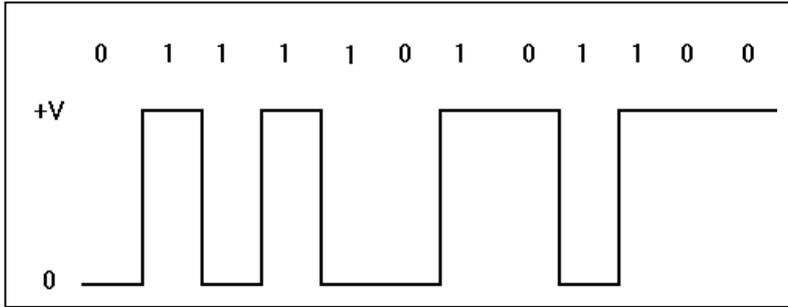
Этот метод имеет два преимущества по сравнению с кодированием NRZ:

- ◆ средний уровень напряжения в линии составляет $1/4V$ (вместо $1/2V$);
- ◆ при передаче непрерывной последовательности 1 сигнал в линии не остается постоянным.

Однако при использовании кодирования RZ полоса сигнала может достигать значений, равных скорости передачи данных (при передаче последовательности 1).

NRZ I - Non Return to Zero Invertive (инверсное кодирование без возврата к нулю)

Этот метод кодирования использует следующие представления битов цифрового потока:



- ◆ биты '0' представляются нулевым напряжением (0 В);
 - ◆ биты '1' представляются напряжением 0 или +V в зависимости от предшествовавшего этому биту напряжения – если предыдущее напряжение было равно 0, единица будет представлена значением +V, а в случаях, когда предыдущий уровень составлял +V для представления единицы будет использовано напряжение 0 В.
- Этот алгоритм обеспечивает малую полосу (как при методе NRZ) в сочетании с частыми изменениями напряжения (как в RZ), а кроме того, обеспечивает неполярный сигнал (т. е. проводники в линии можно поменять местами).

AMI - Alternate Mark Inversion (поочередная инверсия единиц)

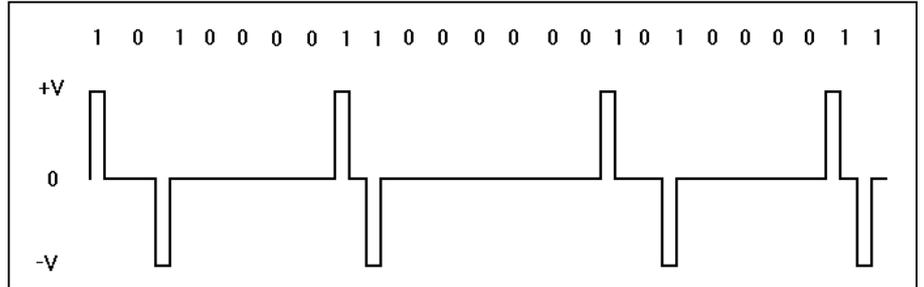
Этот метод кодирования использует следующие представления битов:

- ◆ биты '0' представляются нулевым напряжением (0 В);
- ◆ биты '1' представляются поочередно значениями +V и -V.

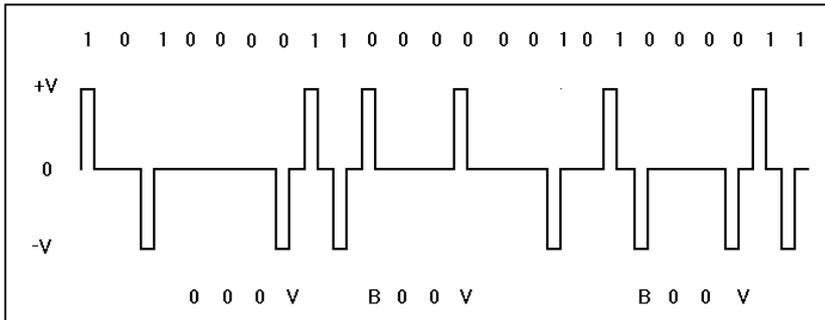
Этот метод подобен алгоритму RZ, но обеспечивает в линии нулевой уровень постоянного напряжения.

Недостатком метода AMI является

ограничение на «плотность» нулей в потоке данных, поскольку длинные последовательности '0' ведут к потере синхронизации.



HDB3 - High Density Bipolar 3 (биполярное кодирование с высокой плотностью)



Представление битов в методе HDB3 лишь незначительно отличается от представления, используемого алгоритмом AMI:

При наличии в потоке данных 4 последовательных битов '0' последовательность изменяется на 000V, где полярность бита V такая же, как для предшествующего ненулевого импульса (в отличие от кодирования битов '1', для которых знак сигнала V изменяется поочередно для каждой единицы в потоке данных).

Этот алгоритм снимает ограничения на плотность '0', присущие кодированию AMI, но порождает взамен новую проблему – в линии появляется отличный от нуля уровень постоянного напряжения за счет того, что полярность отличных от нуля импульсов совпадает. Для решения этой проблемы полярность бита V изменяется по сравнению с полярностью предшествующего бита V. Когда это происходит, битовый поток изменяется на B00V, где полярность бита B совпадает с полярностью бита V. Когда приемник получает бит B, он думает, что этот сигнал соответствует значению '1', но после получения бита V (с такой же полярностью) приемник может корректно трактовать биты B и V как '0'. Метод HDB3 удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к алгоритмам цифрового кодирования, но при использовании этого метода могут возникать некоторые проблемы.

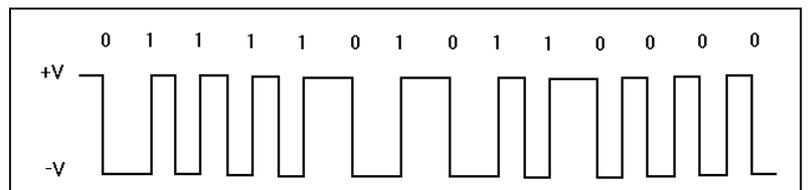
PE - Phase Encode (Manchester, фазовое кодирование, манчестерское кодирование)

При фазовом кодировании используется следующее представление битов:

- ◆ биты '0' представляются напряжением +V в первой половине бита и напряжением -V – во второй половине;

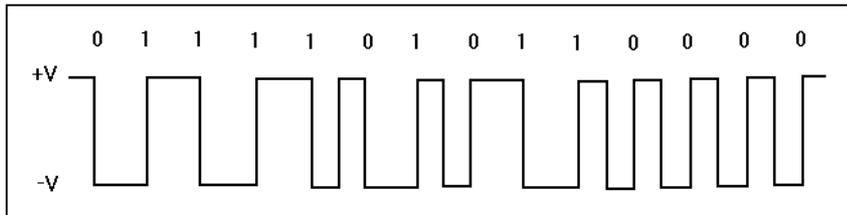
- ◆ биты '1' представляются напряжением -V в первой половине бита и напряжением +V – во второй половине.

Этот алгоритм удовлетворяет всем предъявляемым требованиям, но передаваемый в линию сигнал имеет широкую полосу и является поляризованным.



CDP - Conditional Diphas

Этот метод является комбинацией алгоритмов NRZI и PE и использует следующие представления битов цифрового потока:



- ◆ биты '0' представляются переходом напряжения в том же направлении, что и для предшествующего бита (от +V к -V или от -V к +V);
- ◆ биты '1' представляются переходом напряжения в направлении, противоположном предшествующему биту (от +V к -V или от -V к +V).

Этот алгоритм обеспечивает неполярный сигнал, который занимает достаточно широкую полосу.

Заключение

Как вы увидели из приведенных описаний, существует достаточно много алгоритмов кодирования цифровых сигналов. Простейший метод NRZ используется в протоколах на базе интерфейса RS232, в сетях Ethernet применяется кодирование PE, а в телефонии используется алгоритм HDB3 (этот метод служит для кодирования сигналов в потоках E1 и E2). Выбор метода кодирования зависит от полосы канала связи, используемой кабельной системы, скорости передачи данных и других параметров.

Дополнительную информацию вы сможете найти на серверах <http://www.bilim.com>, <http://www.protocols.ru>