

В.В. Яцків, Ю.В. Кудряшов

Тернопільська академія народного господарства,
інститут комп'ютерних інформаційних технологій

МЕТОДИ КОДУВАННЯ ДАНИХ ДЛЯ ФІЗИЧНОГО РІВНЯ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ

© Яцків В.В., Кудряшов Ю.В., 2002

Запропоновано метод кодування, який без введення надлишковості, дає змогу виявляти помилки при передаванні даних в комп'ютерних мережах.

Offered coding method allows to find mistakes of data transmission in computer networks without implementation of redundancy.

Однією з умов здійснення передачі цифрових даних в комп'ютерних мережах є синхронна робота передавача і приймача. Для виконання цієї умови існують такі методи:

1. Використання кодів з внутрішньою синхронізацією.
2. Використання додаткової лінії для передачі імпульсів синхронізації.
3. Приймач забезпечує синхронізацію незалежно від тактових імпульсів передавача.

В комп'ютерних мережах найдоцільнішим є використання кодів з внутрішньою синхронізацією, отже задача знаходження та дослідження таких кодів є актуальною.

У таблиці подані найпоширеніші методи кодування з внутрішньою синхронізацією [1–4].

Для передачі даних у каналі зв'язку двійкові значення "1" (Mark) і "0" (Space) повинні бути перетворені у струмові послілки різної полярності, а при використанні більш сучасних алгоритмів і різної амплітуди. Широко відомий клас кодів – "Non Return to Zero" (NRZ). NRZ-коди бувають різних типів. Наприклад, NRZ Mark Code на початку кожного біта-періоду, що представляє "1", змінює полярність переданого сигналу. При передачі двійкового значення "0" такої зміни не відбувається.

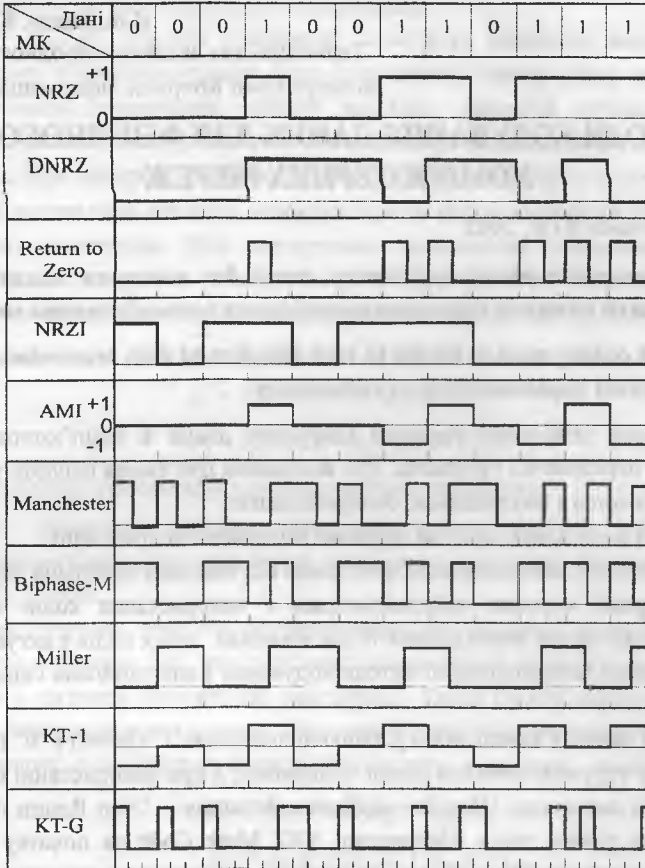
Однак ці методи не забезпечують бітової синхронізації, тому що при проходженні декількох підряд "0" такт із самого сигналу не генерується. З метою запобігання довгих послідовностей сигналів однієї полярності застосовується бітсинхронний код NRZ Space. Він забезпечує обов'язкову зміну фази сигналу після проходження шести імпульсів однієї полярності.

Манчестерський код генерує такт незалежно від переданого значення. При цьому всередині кожного бітперіоду відбувається перехід від "0" до "1", і навпаки. Напрямок переходу визначає передане двійкове значення. Варіантом цього коду є Bi Phase Mark (Biphase-M). Він забезпечує зміну полярності сигналу на початку кожного переданого біта, тим самим генеруючи такт. Однак при передачі значення "1" всередині бітперіоду відбувається додаткова зміна полярності сигналу.

При використанні коду AMI (Alternate Mark Insertion) двійкове значення "1" протягом усього біта-періоду передається одиничним імпульсом, відповідно до порядку переходу він може бути позитивний або негативний.

При довгих послідовностях "0" код AMI не забезпечує генерацію такту з переданого сигналу.

Методи кодування в комп'ютерних мережах



Для подолання цього недоліку застосовуються коди CHDB (Compatible High Density Binary). Вони забезпечують після n періодів проходження значення "0" обов'язкову зміну полярності сигналу. Так, код CHDB3 (який називається HDB3) допускає, що максимум після трьох "0" обов'язково передається імпульс. Для того, щоб на приймальному боці він не був сприйнятий як "1", застосовується порушення правила переходу, що вимагає обов'язкового чергування позитивних і негативних імпульсів. При кодуванні за методом HDB3 після трьох значень "0" передається імпульс того самого знака, що й останній імпульс, що представляв значення "1".

Метод кодування HDB3 відповідно до рекомендації G.703 МККТТ застосовується в Європі для організації цифрових потоків зі швидкістю 2,048 Мбіт/с. HDB3 не допускає виникнення складових постійного струму.

У європейському стандарті ISDN, а також у МФЛ і HDSL-модемах багатьох компаній застосовується код 2B1Q (2 binary 1 quaternary). Він представляє кожен пар двійкових знаків чотирма дискретними значеннями амплітуди і полярності сигналу.

Квзітрійковий метод кодування (KT-1) двійкових послідовностей на основі полярних ознак (таблиця), забезпечує бітову і блокову синхронізацію [2]. Бітова синхронізація в методі KT-1 забезпечується використанням трьох ознак сигналу, дві з яких

використовуються для передавання "0" і "1", а третя – для передавання повторення 0 або 1. Блокова синхронізація забезпечується передачею однієї із ознак два рази підряд. Цей метод досить повно досліджений на основі полярного та частотного представлення [2].

Найефективнішою серед одновимірних методів є фазова маніпуляція (ФМ) [5], яка для цього методу не досліджувалась. При фазовій маніпуляції тривалість, амплітуда і частота сигналів є сталою величиною ($A=\text{const}$, $F=\text{const}$, $T=\text{const}$, $\varphi=\text{var}$), для ФМ сигнал описується рівнянням

$$S(t) = A(t) \cdot \cos[\omega_0 \cdot t + \Delta\varphi \cdot f(t)], \quad (1)$$

де $\Delta\varphi$ – індекс фазової модуляції; $f(t)$ – модулююча функція.

Сигнальний простір і граф можливих переходів методу кодування КТ-1 показаний на рис. 1.

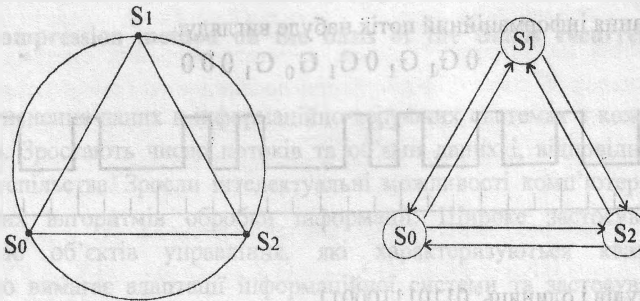


Рис. 1. Сигнальний простір і граф можливих переходів КТ-G:

$$S_0=\varphi_0=0^\circ; S_1=\varphi_1=120^\circ; S_2=\varphi_2=240^\circ$$

Використання синусоїдальної несучої і квазітрикувкої методу кодування показано на рис. 2.

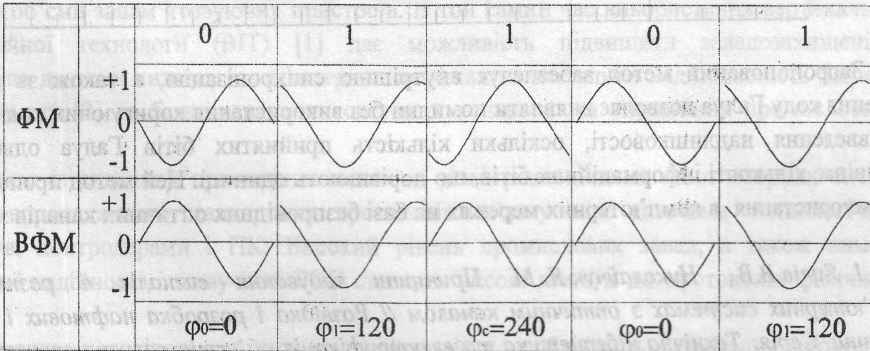


Рис. 2. Сигнали квазітрикувкої ФМ і ВФМ

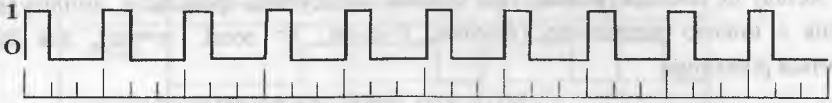
Із методів маніпуляції, які можна використати в оптичному каналі зв'язку, найбільш перспективними є імпульсні методи. Оскільки потужність випромінювання лазера в імпульсному режимі значно більша від потужності випромінювання в неперервному режимі.

Суть запропонованого методу кодування (КТ-G) (таблиця) полягає в тому, що одиничні інформаційні біти замінюємо бітами коду Галуа, які, своєю чергою, подаються в оптичному каналі зв'язку зміною фази на 120° , якщо біт Галуа приймає значення нуля, і

зміною фази на 240° , якщо біт Галуа приймає значення одиниці. Інформаційні нулі передаються зсуванням фази 0° .

Розглянемо приклад, якщо необхідно передати:

1) послідовність нулів: 0000000000.



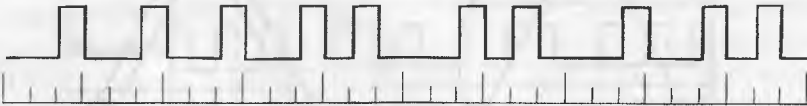
2) послідовність одиниць: 1111111111.

Використає 16-бітний код Галуа:

1111010110010000

Після кодування інформаційний потік набуде вигляду:

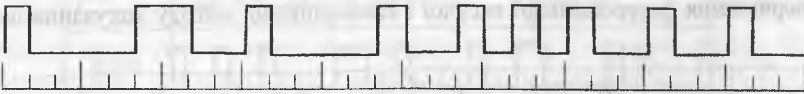
$0 G_1 G_1 0 G_1 G_0 G_1 0 0 0$



3) послідовність нулів і одиниць: 011011100011.

Після кодування інформаційний потік набуде вигляду:

$0 G_1 G_1 0 G_1 G_1 G_0 0 0 0 G_1 G_0$



Запропонований метод забезпечує внутрішню синхронізацію, а також за рахунок введення коду Галуа дозволяє виявляти помилки без використання коригуючих кодів, тобто без введення надлишковості, оскільки кількість прийнятих бітів Галуа однозначно відповідає кількості інформаційних бітів, що дорівнюють одиниці. Цей метод пропонується для використання в комп'ютерних мережах на базі безпровідних оптичних каналів зв'язку.

1. Яцків В.В., Николайчук Я. М. Принципи кодування сигналів в розподілених комп'ютерних системах з оптичним каналом // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. Серія: Технічна кібернетика та електрифікація об'єктів паливно-енергетичного комплексу. – Івано-Франківськ.: ІФДТУНГ, 2001. – №37. – С. 178-182. 2. Зевелев С.Я., Николайчук Я.Н. Синтез структури цифрового модема с трехчастотной манипуляцией // Автоматизация и телемеханизация нефтяной промышленности, 1977. – №4. – С. 10-13. 3. Буров Є. Комп'ютерні мережі. - Львів: БАК, 1999. – 468 с. 4. Спортак Марк А. и др. Компьютерные сети. Книга 2: Networking Essentials. Энциклопедия пользователя / Пер. с англ. – К.: Изд. «Диа Софт», 1999. – 432 с. 5. Помехоустойчивость и эффективность систем передачи информации // А.Г. Зюко, А.И. Фалько, И.П. Панфилов и др. – М.: Радио и связь, 1985.-272 с.