

ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕДАВАННЯ ДИСКРЕТНИХ СИГНАЛІВ В ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМАХ

Кулик А.Я., Кривогубченко С.Г., Компанець М.М.,
Кривогубченко Д.С.

Вінницький державний технічний університет

Стаття присвячена аналізу смуги частот передавання дискретної інформації лініями зв'язку. Проведена оцінка дозволила запропонувати принцип передавання із суттєвим скороченням смуги частот, що дозволяє збільшити кількість каналів передавання на одній лінії зв'язку.

Particulars of district signals transmission in information-control systems. This article is made to analysis the frequency-pass by district information connection lines. Researching allowed proposing transmission principle with great refaction of frequency spectrum. It allows increasing quantity of transmission channels one transmission line.

Передавання інформації в інформаційно-вимірювальних системах здійснюється здебільшого стандартними інтерфейсами, основою яких є послідовні порти.

Режим обміну інформацією може бути синхронним чи асинхронним. В першому випадку кожне послання розпочинається синхросимволом, після чого ідуть інформаційні сигнали (рисунок 1). Найчастіше кожний інформаційний біт супроводжується власним стробувальним імпульсом.

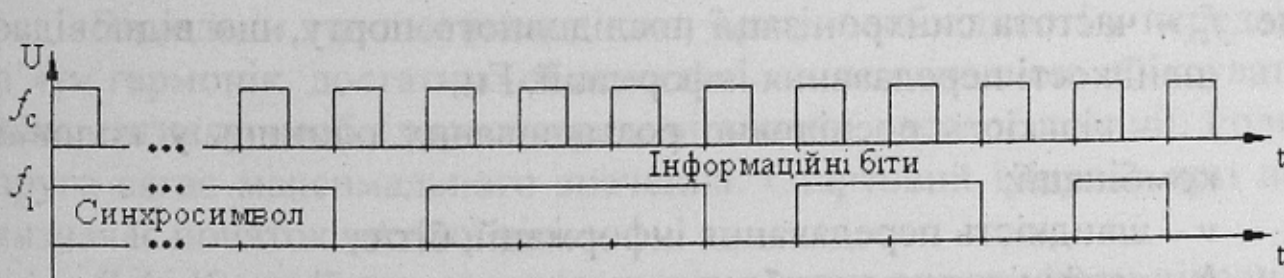
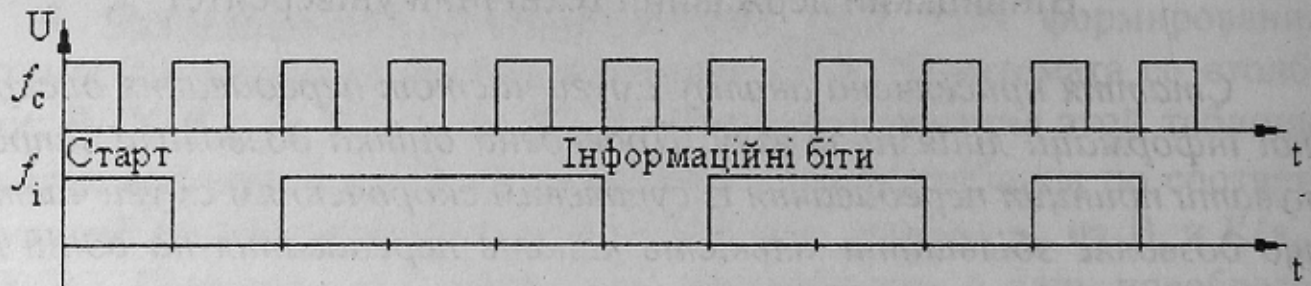


Рисунок 1 – Формат передавання кодової комбінації 11101101 в синхронному режимі

При асинхронному режимі передавання інформації розпочинається стартовим імпульсом, після чого надходять інформаційні (рисунок 2).

Здебільшого інформація передається байтами, оскільки це дозволяє найбільш ефективно використовувати послідовні порти. Тривалості імпульсів, що формуються, визначаються швидкістю передавання та складом кодової комбінації.



Риснок 2 – Формат передавання кодової комбінації 11101101 в асинхронному режимі

При цьому можуть бути сформовані імпульси восьми різних тривалостей, коли кодова комбінація вміщує одну, дві, ... , вісім одиниць. В залежності від конкретних кодових комбінацій імпульси можуть зсуватися за часовою віссю, можуть виникати їх послідовності, але ці вісім тривалостей є базовими і визначають смугу частот, яку займає сигнал. В свою чергу тривалість цих імпульсів залежить від частоти синхронізації, яка прямо пов'язана зі швидкістю передавання інформації:

$$\tau_i = \frac{1}{f_c} \cdot i = \frac{1}{k \cdot v} \cdot i, \quad (1)$$

де f_c – частота синхронізації послідовного порту, що відповідає швидкості передавання інформації, Гц;

i – кількість послідовно розташованих одиниць у кодовій комбінації;

v – швидкість передавання інформації, біт/с;

k – коефіцієнт масштабування, що визначає відповідність між швидкістю передавання та частотою синхронізації, здебільшого він дорівнює 1 Гц/с.

При передаванні лінією зв'язку прямокутний імпульс перетворюється на безкінцеву кількість гармонічних складових, що утворюють спектр [1, 2]. В теперішній час принципи утворення каналів

зв'язку розраховані на те, щоб виділена смуга частот дозволяла передавання не менше ніж 90% енергії сигналу. Реально це п'ять гармонічних складових [1, 3].

Частота першої гармоніки прямокутного імпульсу визначається співвідношенням:

$$f_1 = \frac{2}{\tau_i} = \frac{f_c}{2 \cdot i} = \frac{k \cdot v}{2 \cdot i} \quad (2)$$

Виходячи зі співвідношення (2), смуга частот, яку займає система передавання, визначається різницею між мінімальною та максимальною частотою і становить:

$$\Delta f = \frac{5 \cdot k \cdot v}{2 \cdot 1} - \frac{k \cdot v}{2 \cdot 8} = \frac{k \cdot v}{2} \cdot \left(5 - \frac{1}{8}\right) = 2,4375 \cdot k \cdot v, \quad (3)$$

При цьому чим вищою є швидкість передавання інформації, тим ширшу смугу частот буде займати канал.

В той самий час немає необхідності у вірогідному передаванні форми імпульсу з метою його відтворення на приймальному боці. Якщо відомі параметри (амплітуда та тривалість), то імпульс завжди можна сформувавши знову. Фактично задача передавання інформації зводиться до проблеми виявлення сигналу певної амплітуди на чітко визначеній часовій позиції. Якщо сигнал вищий від певного порогового рівня, то на цій позиції кодова комбінація вміщує одиницю.

Виходячи з вищевикладеного, немає необхідності у передаванні п'яти гармонік, достатньо обмежитись лише основною. Фіксувати рівень сигналу необхідно посередині кожної часової позиції, коли напруга сягає максимального значення. Стартовий імпульс при цьому визначає початок часової вісі.

Для фіксації стартового сигналу можна використати піковий детектор, щоб чітко знайти середину часового інтервалу, але й його фіксація просто за перевищенням напруги над пороговим рівнем суттєвої помилки дати не може. Це пов'язано з тим, що рівень напруги можна визначати для будь-якої точки часового інтервалу, необхідно лише пороговий рівень напруги встановлювати для найгіршого випадку.

Часові позиції інформаційних біт для асинхронного режиму передавання визначаються за співвідношенням:

$$\tau_j = \frac{1}{k \cdot v} \cdot (2,5 + j), \quad (4)$$

де $j = 1, 2, \dots, 8$ – номер інформаційного біта.

Рівень порогової напруги доцільно визначати для найдовшого імпульсу, який займає всі вісім часових позицій (кодова комбінація 11111111), оскільки саме цей сигнал буде змінюватися найповільніше (рисунок 3).

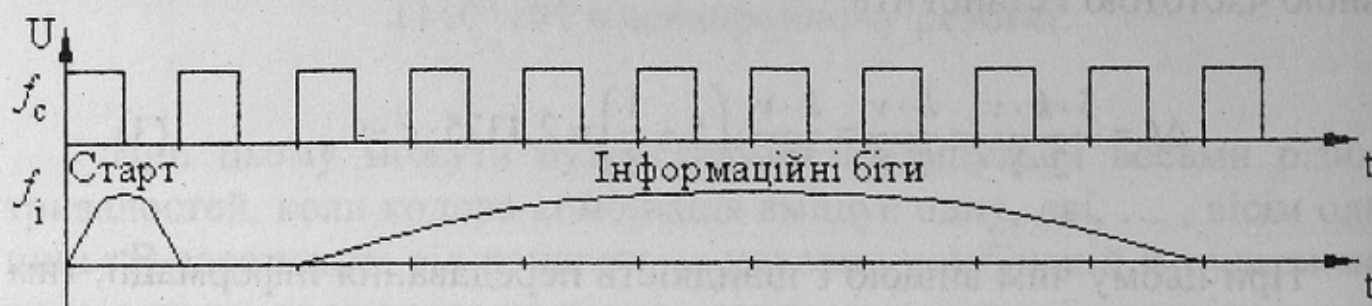


Рисунок 3 – Надходження на приймальний пункт кодової комбінації 11111111 при асинхронному режимі передавання

Зміна такого сигналу буде відбуватися у відповідності зі співвідношенням:

$$u = U_{ТТЛ} \cdot \sin \frac{2\pi \cdot k \cdot v}{16} t. \quad (5)$$

$$u = U_{ТТЛ} \cdot \sin \frac{2\pi \cdot k \cdot v}{16} \cdot \frac{1}{2 \cdot k \cdot v} = U_{ТТЛ} \cdot \sin \frac{\pi}{16} \approx 0,195 \cdot U_{ТТЛ} \quad (6)$$

В найпростішому випадку передаються сигнали ТТЛ-рівня, нормальний рівень яких складає приблизно 3,5 В. З урахуванням того, що необхідно ідентифікувати сигнал на першій інформаційній часовій позиції, значення напруги буде:

$$U_{пор} = 0,195 \cdot 3,5 = 0,68 \text{ (В)}$$

Такий рівень можна вважати пороговим і, якщо на даній часовій позиції напруга прийнятого сигналу його перевищує, то на ній розташована одиниця кодової комбінації, якщо ні – то нуль.

За рахунок реалізації такого принципу можна суттєво скоротити смугу частот, що займається каналом. Крім цього, в даному випадку буде займатися не вся смуга, а лише вісім чітко визначених формулою (2) дискретних частот. Це дозволяє розташувати на лінії додаткові канали, користуючись правилами частотного розподілу каналів та комбінованої модуляції.

Висновки

Проведений аналіз дозволив запропонувати принцип передавання дискретної інформації із суттєвим скороченням смуги частот, що дозволяє збільшити кількість каналів передавання на одній лінії зв'язку.

Література:

1. Кузьмин И.В., Кедрус В.А. Основы теории информации и кодирования. – К.: Вища школа, 1977.
2. Орнатский П.П. Теоретические основы информационно-измерительной техники. – К: Вища школа, 1976.
3. Катков Ф.А., Дидык Б.С., Стулов В.А. Телемеханика. – К.: Вища школа, 1974.