

1 Мета роботи:

Вивчення:

- структурної схеми системи передачі дискретних повідомлень;
- передачі дискретних сигналів на базі новітніх технологій за допомогою ЕОМ.

2 Теоретичні положення.

Призначення будь-якої системи зв'язку – передача інформації від джерела до споживача. Інформація у системі зв'язку надходить у вигляді повідомлень, які перетворюються у електричні сигнали.

Найпростіша структурна схема системи зв'язку зображена на рис. 1

- 1-джерело повідомлень;
- 2-перетворювач повідомлення у сигнал;
- 3-передавач;
- 4-канал зв'язку;
- 5-приймач;
- 6-перетворювач сигналу в повідомлення
- 7-споживач повідомлення
- 8-джерело завад

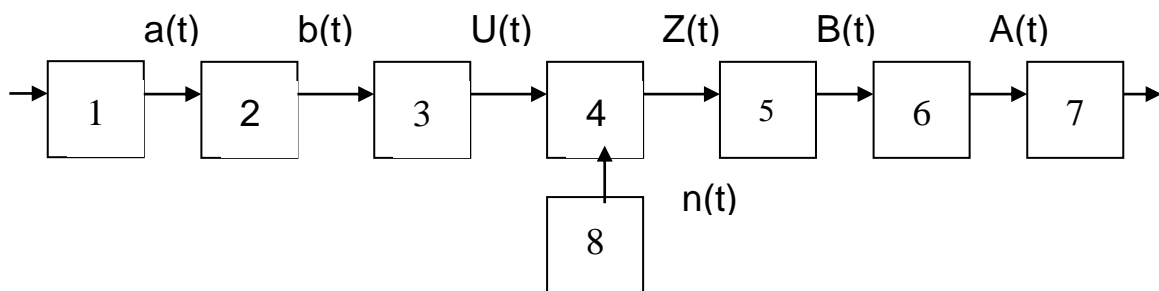


Рисунок 1. - структурна схема системи зв'язку

Результат перетворення повідомлення в електричний сигнал називається первинним сигналом $b(t)$, який частіше всього пропорційний повідомленню $b(t)=ka(t)$ (k -коефіцієнт пропорційності), і є неперервним, оскільки приймає нескінченну множину значень.

Формування первинного сигналу $b(t)$ у випадку дискретних повідомлень полягає в присвоєнні знаками певних імпульсних сигналів.

Для передачі сигналу від передавача до приймача використовується фізичне коло або середовище – лінія зв'язку. Частіше всього лінія зв'язку є лінійно смуговою системою, тобто лінія зв'язку добре пропускає частоти від f_{min} до f_{max} . Для узгодження сигналу з такою лінією первинний сигнал перетворюють у вторинний, спектр якого зосереджений у смузі частот ($f_{min} \dots f_{max}$), або займає частину цієї смуги. Для цього двійкові імпульси перетворюють у радіоімпульси. На рис. 2 зображен радіоімпульс

$S(t)=A\sin\omega_0 t$, $0 < t < T_c$, де T_c -тривалість сигналу, та його спектр. Смуга частот цього сигналу повинна попадати в смугу пропускання лінії зв'язку - в цьому полягає узгодження сигналу з смугопропускаючою лінією зв'язку.



Рисунок 2. - Радіоімпульс

Перетворення первинного сигналу у вторинний виконується за допомогою *модуляції переносника*. При передачі двійкових дискретних сигналів гармонійним переносником можливі такі види дискретної модуляції: амплітудна, частотна, фазова. Дискретно-модульовані сигнали - це послідовності радіоімпульсів, які відрізняються за амплітудою, частотою або фазою. Таким чином, функцією передавача у випадку смугопрускаючої лінії зв'язку є модуляція переносника і обмеження спектру сигналу.

При передачі по лінії зв'язку на сигнал накладається завада $n(t)$ і сигнал на виході каналу зв'язку можна записати: $z(t) = KU(t-t_3) + n(t)$, де коефіцієнт передачі лінії зв'язку, який виражає ослаблення сигналу; t_3 - затримка сигналу, яку можна не враховувати. В приймачі за допомогою *демодуляції* модульованого сигналу з завадою $z(t)$ відновлюється первинний сигнал $b(t)$. При цьому в демодуляторі враховуються параметри переданого сигналу і характеристика завади. Демодулятор дискретного сигналу виконує функцію вирішуючої схеми, яка визначає, який сигнал був переданий із скінченного числа можливих сигналів (у випадку двійкових сигналів, який з двох можливих сигналів був переданий).

Відновлений первинний сигнал поступає до споживача повідомлень, де перетворюється у повідомлення відповідної фізичної природи. У випадку дискретних повідомлень виконується декодування - перехід від кодових комбінацій до знаків повідомлення. Декодування виконується згідно з первинним кодом, який застосовувався при кодуванні.

Основними параметрами сигналу, що визначають його властивості, як переносника інформації в системах зв'язку, є тривалість сигналу T_c , смуга частот, займана спектром сигналу F_c , і перевищення сигналу над завадами D_c . Перевищення сигналу над завадами D_c є енергетичною мірою сигналу і визначається як логарифм відношення середньої потужності сигналу до середньої потужності завад на вході лінії зв'язку, тобто:

$$D_c = \log \frac{P_c}{P_n}$$

Добуток основних параметрів сигналу

$$V_c = T_c F_c D_c$$

прийнято називати обсягом сигналу. Обсяг сигналу є узагальненою характеристикою сигналу як носія інформації. На практиці іноді використовується геометричне представлення обсягу сигналу у вигляді прямокутного паралелепіпеда в тривимірному просторі з координатами T, F і D (рис.3).

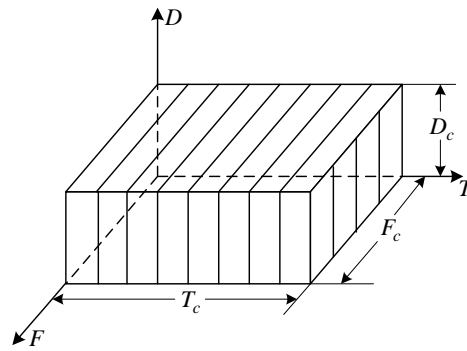


Рисунок 3. - Геометричне представлення обсягу сигналу

За аналогією із сигналами канал зв'язку, застосовуваний для передачі сигналів, прийнято характеризувати наступними основними параметрами: часом роботи каналу зв'язку T_k , смугою частот перепуску каналу зв'язку F_k і перевищенням середньої потужності сигналу над середньою потужністю завод на виході каналу зв'язку:

$$D_k = \log \frac{P_c}{P_n}$$

Добуток основних параметрів каналу зв'язку

$$V_k = T_k F_k D_k$$

прийнято називати обсягом, чи ємністю каналу зв'язку.

Основною умовою узгодження каналу зв'язку із сигналом, при виконанні якого забезпечується можливість неспотвореної передачі сигналу, є умова:

$$T_k \geq T_c; \quad F_k \geq F_c \quad \text{і} \quad D_k \geq D_c.$$

При кодуванні відбувається процес перетворення елементів повідомлення у відповідні їм числа (кодові символи). Кожному елементу повідомлення привласнюється визначена сукупність кодових символів, яка називається кодовою комбінацією. Сукупність кодових комбінацій, що відображають дискретні повідомлення, утворює код. Правило кодування може бути виражено кодовою таблицею, в якій приводяться алфавіт повідомлень, що кодуються, і відповідні їм кодові комбінації. Множина можливих кодових символів називається кодовим алфавітом, а їх кількість T — основою коду. У загальному випадку при основі коду T правила кодування K елементів повідомлення зводяться до правил запису K різних чисел у T -ій системі числення. Число розрядів n , що утворюють кодову комбінацію, називається розрядністю коду чи довжиною кодової комбінації. У залежності від системи числення, використовуваної при кодуванні, розрізняють двійкові і T -ві (недвійкові) коди.

Коди, в яких усі комбінації мають однакову довжину, називають рівномірними. Для рівномірного коду число можливих комбінацій дорівнює T^n . Прикладом такого коду є п'ятизначний код Бодо, що містить п'ять двійкових елементів ($t = 2$, $n = 5$). Число можливих кодових комбінацій дорівнює $2^5 = 32$, що вистачить для кодування всіх букв російського алфавіту. Однак цього недостатньо для передачі повідомлення, яке містить букви, цифри, різні умовні знаки (точка, кома, додавання, множення і т.п.). Тому на даний час використовується "Міжнародний код №2" (МТК-2). У коді МТК-2 використовується реєстровий принцип, відповідно до якого та сама п'ятиелементна кодова комбінація може використовуватися до трьох разів у залежності від положення регістра: російський,

латинський, цифровий. Загальне число різних знаків при цьому дорівнює 84, що досить для кодування телеграми. Для передачі даних рекомендований семиелементний код МТК-5. Коди МТК-2 і МТК-5 є первинними (простими). Основними параметрами кодів є: основа коду T , довжина кодової комбінації n , відстань між кодовими комбінаціями d_{ij} і вага кодової комбінації ω . Відстань d_{ij} характеризує розходження між двома кодовими комбінаціями і визначається по Лемінгу числом незбіжних у них розрядів, тобто числом одиниць у сумі двох комбінацій за модулем 2. Число ненульових елементів у кодовій комбінації визначає її вага ω . Застосування рівномірних кодів спрощує побудову автоматичних літеродрукувальних пристроїв, і не вимагає передачі розділових символів між кодовими комбінаціями.

Декодування полягає у відновленні повідомлення за прийнятими кодовими символами. Пристрої, що здійснюють кодування і декодування, називають відповідно кодером і декодером. Як правило, це логічні пристрої. На рис.4 зображена структурна схема системи передачі дискретних повідомлень, а на рис.5 пояснюється процес перетворення дискретного повідомлення в сигнал. Передане повідомлення позначене буквою a_k , кодоване повідомлення (чи первинний цифровий сигнал) - $d_u(t)$, його компоненти $d_l^{(i)}$ (l — номер послідовно переданого символу, i - номер позиції коду, $i = \overline{0, m-1}$). Сигнал, що надходить у лінію зв'язку позначений $u(t)$, прийняте коливання — $z(t)$, відновлена послідовність кодових символів — $\hat{d}_u(t)$ (її компоненти $\hat{d}_i^{(i)}$) і декодоване (відновлене) повідомлення — \hat{a}_v . Позначення прийнятих сигналів, кодових символів і відновленого повідомлення обрані іншими, ніж переданих. Цим підкреслюється та обставина, що через дію завад прийнятий сигнал відрізняється від переданого, а відновлене повідомлення може не збігатися з вихідним.

У сучасних системах передачі дискретних повідомлень прийнято розрізняти дві груп щодо самостійних пристроїв: кодеки і модеми. Кодеком називаються пристрої, що перетворюють повідомлення в код (кодер) і код у повідомлення (декодер), а модемом — пристрій, що перетворює код у сигнал (модулятор) і сигнал у код (демодулятор). Канальні пристрої (смугові підсилювачі передавача і приймача, коректори і т.п.) разом з лінією зв'язку утворюють неперервний канал, а останній разом з модемом - дискретний канал.

При передачі неперервного повідомлення a_k його спочатку перетворюють у неперервний первинний електричний сигнал $b(t)$, а потім, як правило, за допомогою модулятора формують канальний сигнал $u(t)$, який і посиляють у лінію зв'язку. Прийняте коливання $z(t)$ піддається зворотним перетворенням, у результаті яких виділяється первинний сигнал \hat{b} . По ньому потім відновлюється з тією чи іншою точністю повідомлення \hat{a} .

Загальний принцип модуляції полягає в зміні одного чи декількох параметрів несучого коливання (переносника) $f(t, \alpha, \beta, \dots)$ відповідно до переданого повідомлення. Так якщо в якості переносника обране гармонійне коливання $f(t) = U \cos(\omega_0 t + \varphi)$, то можна створити три види модуляції: амплітудну (АМ), частотну (ЧМ) і фазову (ФМ).

Якщо переносником є періодична послідовність імпульсів
$$f(t) = U_0 \sum_{l=-\infty}^{\infty} v(t - lT - t_0)$$
, то при заданій формі імпульсів $v(t)$ можна утворити чотири основних види імпульсної модуляції: амплітудноімпульсну (АІМ), широтно-імпульсну (ШІМ), часово-імпульсну (ЧІМ,

ФМ) і частотно-імпульсну (ЧІМ). Застосування радіоімпульсів дозволяє одержати ще два види модуляції: за частотою і за фазою високочастотного заповнення.

При дискретній (цифровій) модуляції закодоване повідомлення a , яке представляє собою послідовність кодових символів b_k , перетвориться в послідовність елементів (посилок) сигналу $u_k(t)$ шляхом впливу кодових символів на переносник $f(t)$. За допомогою модуляції один з параметрів переносника змінюється за законом, що визначається кодом. При безпосередній передачі переносником може бути постійний струм, параметрами, що змінюються, якого є величина і напрямок струму. Зазвичай в якості переносника як і в неперервній модуляції, використовують змінний струм (гармонійне коливання). У цьому випадку можна одержати АМ, ЧМ і ФМ.

На рис.6 приведені форми сигналу при двійковому коді для різних видів дискретної чи цифрової модуляції (маніпуляції). При АМ символу 1 відповідає передача несучого коливання протягом часу T (посилка), символу 0 — відсутність коливання (пауза). При ЧМ передача несучого коливання з частотою f_1 відповідає символу 1, а передача коливання з частотою f_0 відповідає 0. При двійковій ФМ змінюється фаза несучої на π при кожному переході від 1 до 0 і від 0 до 1.

Нарешті, на практиці застосовують систему відносної фазової модуляції (ВФМ). На відміну від ФМ, при ВФМ фазу сигналів відраховують не від деякого еталона, а від фази попереднього елемента сигналу. Наприклад, символ 0 передається відрізком синусоїди з початковою фазою попереднього елемента сигналу, а символ 1 — таким же відрізком з початковою фазою, що відрізняється від початкової фази попереднього елемента сигналу на π . При ВФМ передача починається з посилки однієї не несучого інформації елемента, який служить опорним сигналом для порівняння фази наступного елемента.

У більш загальному випадку дискретну модуляцію варто розглядати як перетворення кодових символів $0, 1, \dots, m - 1$ у визначені відрізки сигналу $u_i(t)$, де $i = 0, 1, \dots, m - 1$ — переданий символ. При цьому вид сигналу $u_i(t)$, у принципі, може бути довільний. У дійсності його вибирають так, щоб задовольнити вимоги, висунуті до системи зв'язку (зокрема, за швидкістю передачі і за займаною смугою частот), і щоб сигнали добре розрізнялися з урахуванням діянь завад.

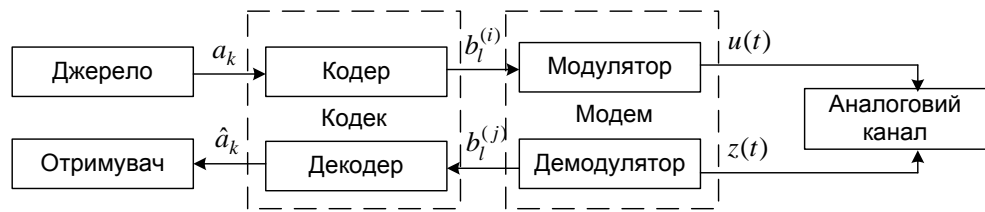


Рисунок 4. - Структурна схема системи передачі дискретних повідомлень

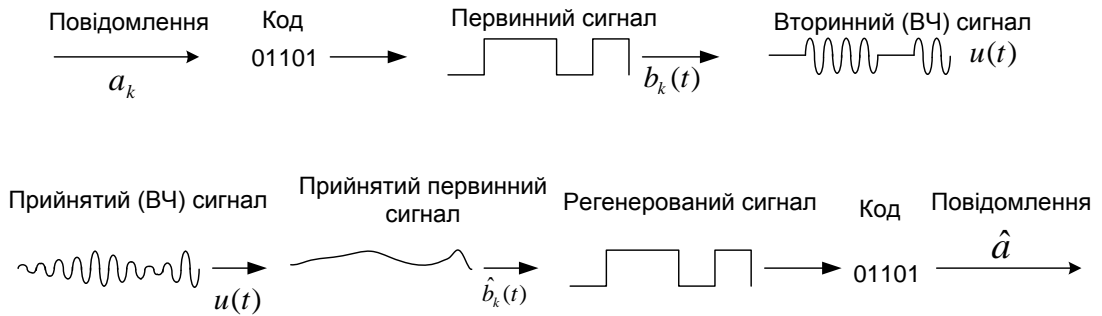


Рисунок 5. – Процес перетворення дискретного повідомлення в сигнал та зворотне перетворення

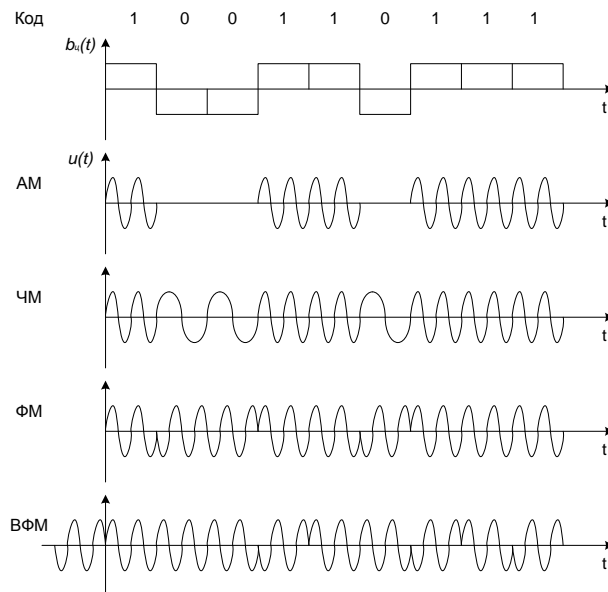


Рисунок 6. - Форми сигналів при двійковому коді для різних видів дискретної модуляції