

ПРИСТРОЇ ЦИФРОВОЇ МОДУЛЯЦІЇ. ЇХ ВИДИ ТА ЗАСТОСУВАННЯ.

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі розглянуто основні види пристроїв цифрової модуляції, їх принципи роботи та застосування у сучасних комунікаційних системах. Описано методи цифрової модуляції та їх ключові характеристики. Наведено приклади використання пристроїв цифрової модуляції в телекомунікаціях, бездротових мережах і супутникових системах.

Ключові слова: цифрова модуляція, фазова маніпуляція, частотна маніпуляція, амплітудна маніпуляція, модулятори, демодулятори, телекомунікації.

Abstract

The paper considers the main types of digital modulation devices, their principles of operation and application in modern communication systems. Digital modulation methods and their key characteristics are described. Examples of the use of digital modulation devices in telecommunications, wireless networks and satellite systems are given.

Keywords: digital modulation, phase manipulation, frequency manipulation, amplitude manipulation, modulators, demodulators, telecommunications.

Вступ

Цифрова модуляція є основним методом передачі інформації в сучасних комунікаційних системах. Вона використовується у мобільному зв'язку, бездротових мережах, супутникових каналах зв'язку та цифровому телебаченні [1]. Основна ідея цифрової модуляції полягає у зміні параметрів несучого сигналу відповідно до цифрового потоку даних. Метою даної роботи є розгляд основних видів пристроїв цифрової модуляції, їх функціональних можливостей та прикладів застосування.

Результати дослідження

Цифрова модуляція - це процес перетворення цифрових даних у аналоговий сигнал, придатний для передачі через комунікаційний канал. Основна ідея полягає в тому, щоб закодувати цифрові біти інформації у вигляді змін параметрів несучої хвилі. Цифрова модуляція відрізняється від аналогової тим, що змінюваний параметр несучого сигналу приймає дискретні значення.

Основними методами цифрової модуляції є:

Амплітудна маніпуляція (ASK - Amplitude Shift Keying). Амплітуда несучого сигналу змінюється залежно від бінарного сигналу. Використовується в RFID-системах, оптичному зв'язку, цифровому телебаченні [2].

Частотна маніпуляція (FSK - Frequency Shift Keying) Передача інформації здійснюється шляхом зміни частоти несучого сигналу. Застосовується у модемах, пейджингових системах, радіозв'язку [3].

Фазова маніпуляція (PSK - Phase Shift Keying) Інформація кодується за допомогою зміни фази несучого сигналу. Використовується у Wi-Fi, мобільному зв'язку, супутниковому зв'язку [4].

Квадратурна амплітудна модуляція (QAM - Quadrature Amplitude Modulation) Поєднує амплітудну та фазову модуляцію для збільшення швидкості передачі даних. Широко застосовується в кабельному телебаченні, DSL-з'єднаннях, 5G-мережах [5].

Пристрої цифрової модуляції виконують процес зміни параметрів несучого сигналу відповідно до переданих цифрових даних.

Пристрої цифрової модуляції поділяють на такі типи:

1. Модулятори: спеціалізовані пристрої, що виконують процес модуляції. Виконують функцію накладання цифрового сигналу на несучу частоту. Використовуються в передавачах мобільного зв'язку, супутникових передавачах, цифровому телебаченні [1].

2. Демодулятори: пристрої для виділення інформаційного сигналу з модульованого носія. Приймають модульований сигнал і витягують з нього інформаційний цифровий потік. Використовуються у приймачах радіозв'язку, Wi-Fi маршрутизаторах, супутникових терміналах [2].

3. Цифрові трансивери: це пристрої, які поєднують функції модулятора та демодулятора в одному корпусі. Вони використовуються для двостороннього обміну цифровими даними в телекомунікаційних системах, таких як мобільний зв'язок, супутникові мережі та бездротові технології (Wi-Fi, 5G) [3].

4. Системи багатостанційного доступу: Системи багатостанційного доступу (Multiple Access Systems) дозволяють одночасну передачу інформації від кількох користувачів через спільний канал зв'язку. Вони забезпечують ефективне використання радіочастотного спектра та збільшують пропускну здатність мереж. Використовують методи цифрової модуляції для передачі даних кільком користувачам одночасно. Використовуються в мережах LTE, 5G, супутниковому Інтернеті [4].

Застосування аналогової модуляції.

Цифрова модуляція використовується у всіх сучасних комунікаційних технологіях:

У мобільному зв'язку (GSM, 3G, 4G, 5G) використовується PSK та QAM у мобільних мережах забезпечує стійку передачу даних [3].

Супутникові системи зв'язку, використовуються для передачі сигналів на великі відстані через супутники. Наприклад, телевізійні та інтернет-сигнали передаються з використанням фазової модуляції для забезпечення високої точності передачі. Використання PSK для передачі сигналів між супутниками та наземними станціями [5].

Бездротові мережі (Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee) використовують фазову та частотну маніпуляцію для бездротової передачі даних [4].

Цифрове телебачення та радіомовлення (DVB, DAB) QAM застосовується у цифровому кабельному телебаченні для збільшення пропускну здатності каналів [2].

Мережі Інтернету та оптоволоконний зв'язок застосовується використання складних методів модуляції (OFDM, QPSK) дозволяє передавати інформацію з високою швидкістю [1].

Висновки

Цифрова модуляція є основою сучасних комунікаційних систем, що забезпечує ефективну та надійну передачу даних. Завдяки використанню цифрових модуляторів, демодуляторів та трансиверів можливо забезпечити високу швидкість та якість зв'язку. Подальші дослідження у цій сфері спрямовані на підвищення ефективності цифрової модуляції, збільшення спектральної ефективності та покращення якості сигналу у складних умовах передачі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гончаренко С. М. "Цифрові системи зв'язку". Київ: Наукова думка, 2022.
2. Хомченко А. П. "Модуляційні технології в телекомунікаціях". Львів: Техніка, 2021.
3. Proakis J. "Digital Communications". McGraw-Hill, 2020.
4. Sklar B. "Digital Communications: Fundamentals and Applications". Pearson, 2019.
5. Батраков П. А. "Системи цифрового зв'язку". Харків: Факт, 2020.

Овчарук Артем Олександрович – аспірант групи 172-22а, факультет інформаційних електронних систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: artyom.ovcharuk@gmail.com

Науковий керівник: **Осадчук Олександр Володимирович** - д-р техн. наук, професор, Академік Академії Метрології України, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Ovcharuk Artem Oleksandrovych - PhD student of group 172-22a, Faculty of Information Electronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: artyom.ovcharuk@gmail.com

Supervisor: **Osadchuk Oleksandr Volodymyrovych** - Dr. Sc. (Eng.), Professor, Academician of the Academy of Metrology of Ukraine, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia