

# ПРИСТРОЇ АНАЛОГОВОЇ МОДУЛЯЦІЇ. ЇХ ВИДИ ТА ЗАСТОСУВАННЯ.

Вінницький національний технічний університет

## *Анотація*

*У роботі розглянуто основні види пристроїв для аналогової модуляції та їх застосування у різних сферах. Наведено короткий опис методів модуляції. Описані типи пристроїв, їх принципи роботи та приклади використання. Робота підкреслює важливість аналогової модуляції у сучасних технологіях та можливості її подальшого вдосконалення.*

**Ключові слова:** модуляція, аналогова модуляція, амплітудна модуляція, частотна модуляція, фазова модуляція, модулятори, демодулятори.

## *Abstract*

*The paper examines the primary types of analog modulation devices and their applications in various fields. A brief overview of modulation methods is provided. The types of devices, their operating principles, and examples of their use are described. The paper emphasizes the importance of analog modulation in modern technologies and the potential for its further development.*

**Keywords:** modulation, analog modulation, amplitude modulation, frequency modulation, phase modulation, modulators, demodulators.

## Вступ

Аналогова модуляція є ключовим процесом передачі сигналів у телекомунікаціях та радіотехніці. Вона дозволяє передавати інформацію, змінюючи певні параметри несучого сигналу, такі як амплітуда, частота чи фаза. Цей метод використовується у сферах, таких як радіомовлення, телебачення, мобільний зв'язок та інші [1, 2]. Метою даної роботи є розгляд основних видів пристроїв для аналогової модуляції, їх принципів роботи та прикладів застосування у практиці.

## Результати дослідження

Аналогова модуляція — це процедура передачі низькочастотних сигналів, таких як телевізійні або аудіосигнали, з високочастотними несучими сигналами, такими як радіочастотні сигнали. При аналоговому модулюванні аналоговий сигнал використовується як сигнал несучої, який модулює сигнал повідомлення або сигнал передачі даних.

Види аналогової модуляції: амплітудна модуляція, частотна модуляція, фазова модуляція.

Амплітудна модуляція (АМ): змінюється амплітуда несучого сигналу залежно від амплітуди інформаційного сигналу. Приклади використання: АМ-радіо, системи радіомовлення [3].

Частотна модуляція (ЧМ): змінюється частота несучого сигналу відповідно до інформаційного сигналу. Широко застосовується у FM-радіо, аудіо- та відеосистемах [4]. Порівняно з амплітудною модуляцією, тут амплітуда залишається постійною. Коли в радіосистемах природно виникає шум, частотна модуляція з достатньою смугою пропускання забезпечує перевагу при скасуванні шуму.

Фазова модуляція (ФМ): змінюється фаза носійного сигналу. Застосовується у супутникових системах зв'язку та мобільних мережах [5]. У цьому типі модуляції фаза сигналу несучої змінюється відповідно до сигналу повідомлення. Коли фаза сигналу змінюється, вона впливає на частоту.

Пристрої аналогової модуляції поділяють на такі типи:

1. Модулятори: спеціалізовані пристрої, що виконують процес модуляції. Для амплітудної модуляції використовують трансформатори сигналу та підсилювачі [1]. У частотній модуляції застосовуються генератори змінної частоти з керуванням напругою [4]. Для фазової модуляції використовуються генератори з фазовим зсувом [5].

2. Демодулятори: пристрої для виділення інформаційного сигналу з модульованого носія. Для АМ-демодуляції застосовуються діодні детектори [3]. У ЧМ-демодуляції використовуються спеціалізовані

дискримінатори частоти або фазо детектори[4]. У ФМ-демодуляції використовуються спеціалізовані інтегральні схеми[5].

3. Комплексні системи зв'язку: це пристрої. Які об'єднують функції модуляції та демодуляції, наприклад ретранслятори для супутникового зв'язку[5]. Такі пристрої використовують у базових станціях мобільних операторів, де потрібно одночасно обробляти сигнали від сотень користувачів[2].

Застосування аналогової модуляції.

У радіомовленні та телебаченні, використовується аналогова модуляції для передачі аудіо- та відеосигналів. АМ застосовується у середньохвильовому радіомовленні, ФМ забезпечує високу якість звуку для музичних передач[3,4].

У мобільному зв'язку застосовуються пристрої з ФМ та ЧМ забезпечуючи стійкість до перешкод і високу пропускну здатність каналів[5].

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 [5].

Навігаційні системи: GPS-системи застосовують фазову модуляцію для передачі координат користувача з високою точністю. Антени та приймачі в таких системах містять інтегровані модулі для обробки модульованих сигналів [5].

## Висновки

Аналогова модуляція залишається важливим елементом сучасних технологій передачі сигналів. Різноманіття методів і пристроїв дозволяє адаптуватися до різних завдань і забезпечувати високу якість передачі інформації. Подальші дослідження у цій галузі спрямовані на вдосконалення ефективності пристроїв. Розуміння приладів амплітудної модуляції та їх застосування в різних сферах комунікації важливо для розвитку і вдосконалення комунікаційних технологій. Ці технології не лише спрощують наше життя, але й відкривають нові можливості для спілкування та обміну інформацією у всьому світі.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гончаренко С. М. "Основи телекомунікаційних систем". Київ: Наукова думка, 2020.
2. Хомченко А. П. "Основи аналогових та цифрових систем зв'язку". Львів: Техніка, 2018.
3. Clarke R. H. "Communication Systems: Fundamentals and Design Methods". Wiley, 2017.
4. Carlson A. Bruce, Crilly Paul B. "Communication Systems: An Introduction to Signals and Noise in Electrical Communication". McGraw-Hill, 2016.
5. Томашевський О. І. "Сучасні радіотехнічні системи". Харків: Ранок, 2019.

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