

МОДУЛЯТОР ДЛЯ ГЕНЕРУВАННЯ СИГНАЛІВ З АМПЛІТУДНОЮ МОДУЛЯЦІЄЮ БАГАТЬОХ СКЛАДОВИХ

Д. т. н. І. В. Горбатий, д. т. н. А. П. Бондарев, І. Р. Цимбалюк

Національний університет «Львівська політехніка»
Україна, м. Львів
giv@polynet.lviv.ua, zymbaliuk@gmail.com

Досліджено амплітудну модуляцію багатьох складових (АМБС) та здійснено порівняння її якісних характеристик з відповідними характеристиками найбільш популярного аналогу — квадратурної амплітудної модуляції. Запропоновано покращений спосіб модуляції і демодуляції АМБС.

Ключові слова: модуляція, модулятор, амплітудна модуляція багатьох складових, АМБС.

На розвиток та вдосконалення систем безпроводового зв'язку завжди існуватиме стійкий попит у зв'язку з постійним зростанням швидкостей передавання даних (згідно із законом Нільсена — двічі кожні два роки). Постійне зростання швидкості передавання вимагає нових методів підвищення стабільності та надійності систем зв'язку.

Метою цієї роботи є дослідження методу модуляції та демодуляції АМБС, порівняння її з широко використовуваним аналогом та пропонування нової методики формування АМБС-сигналів.

Формування сигналу АМБС. Для підвищення ефективності телекомунікаційних каналів досить перспективно використовувати новий тип амплітудно-фазової маніпуляції (АФМн) — амплітудну модуляцію багатьох складових (АМБС) [1]. Сигнал АМБС $u_{\text{АМБС}}(t)$ формують як суму його N компонентів, що відрізняються початковими фазами $\varphi_0 + \varphi_n$ (рад):

$$u_{\text{АМБС}}(t) = \sum_{n=1}^N U_0 a_n u_{M_n}(t) \cos(\omega_0 t + \varphi_0 + \varphi_n), \quad (1)$$

де a_n — коефіцієнт пропорційності для n -го підканалу модулятора.

Порівняно з іншими широко використовуваними методами сигнальної модуляції (амплітудною — АМн, фазовою — ФМн та квадратурною амплітудною — КАМ) метод модуляції АМБС характеризується більшою евклідовою відстанню (d), більш високою шумостійкістю при однакових максимальній потужності та інформативності модульованого сигналу або вимагає меншої середньої потужності модульованого сигналу при однакових шумостійкості та інформативності [2].

Модулятор АМБС. Модулятор містить генератор сигналу модулятора, генератор високої стійкості, N фазоповертачів на кути φ_n , N помножувачів і суматор. Двійкові дані, що передаються через телекомунікаційний канал, подаються в генератор сигналів модулятора для генерації N модулюючих сигналів з необхідними амплітудами протягом тривалості кожного інформаційного символу. На виході обертачів фаз надходять гармонічні коливання з коливанням несучої частоти ω_0 та початковими фазами $\varphi_0 + \varphi_n$. Перемножувачі використовують для здійснення амплітудної модуляції гармонічних коливань з виходів фазоповертачів. Сигнал АМБС отримують додаванням сигналів, що надходять з виходів усіх перемножувачів.

Запропонована схема складається з двох однакових паралельно включених модулів (рис. 1) та відрізняється від звичайної схеми модулятора АМБС можливістю довільної зміни амплітуд та фаз складових сигналів в процесі передавання інформації в телекомунікаційній системі внаслідок застосування фазоповертачів, налаштування яких може здійснюватись не лише статично, а й динамічно. Можливість переналаштування дає змогу такому пристрою бути сумісним з більшістю сучасних цифрових систем передавання.

Можливість динамічного переналаштування фазоповертачів також дає змогу застосовувати нетривіальні види модуляції, наприклад, коли всі точки сигнального сузір'я знаходяться в одному квадранті чи інші довільні варіації, які можуть представляти інтерес.

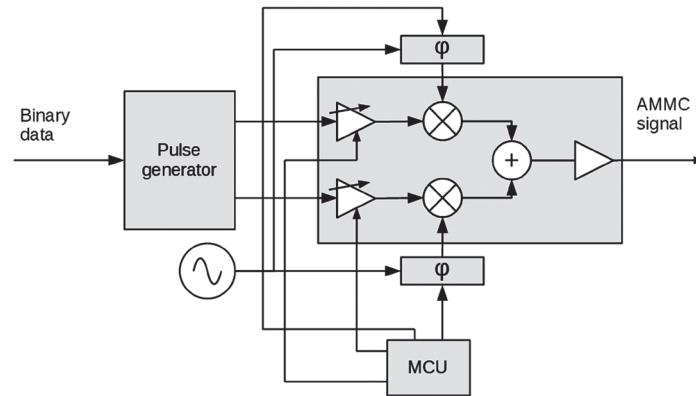


Рис. 1. Запропонована схема АМБС-модулятора

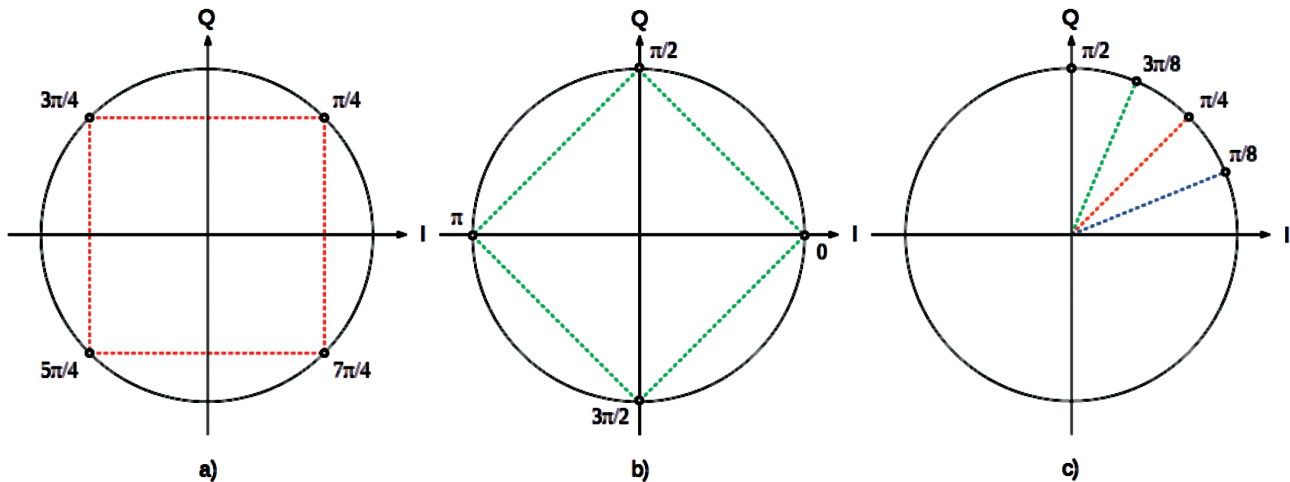


Рис. 2. Можливі варіації сигнальних сузір'їв пристрою:

a — $\pi/4$ -КФМн; *b* — КФМн без початкового зсуву; *c* — сигнал з усіма точками в одному квадранті сузір'я

Таким чином, в результаті аналізу методів генерації та обробки сигналів були виявлені переваги методу модуляції АМБС перед іншими широко використовуваними методами цифрової модуляції та встановлено, що метод модуляції АМБС має потенціал для подальшого використання завдяки більшим евклідовим відстаням, а отже, і більшій захищеності від завад. Запропонована схема модулятора АМБС, яка є покращенням звичайної схеми внаслідок заміни статичних фазоповертачів динамічними, дозволяє формувати сигнали з іншими видами амплітудно-фазової маніпуляції.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Горбатий І. В., Бондарев А. П. Телекомунікаційні системи та мережі.— Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2016.
2. Horbatiy I. V. Research on properties of devices for shaping and processing of signals based on amplitude modulation of many components // Radioelectronics and Communications Systems.— 2018.— Vol. 61(10).— P. 467—476.

I. V. Horbatiy, A. P. Bondariev, I. R. Tsymbaliuk

Modulator for generating of signals based on amplitude modulation of many components

Amplitude modulation of many components (AMMC) is studied and compared to the widely used digital modulation technique — quadrature amplitude modulation — in terms of quality characteristics. The paper proposes an improved dynamically changeable AMMC modulation and demodulation technique, including its control module.

Keywords: signal modulation, modulator, amplitude modulation of many components, AMMC.