

## ДЕМОДУЛЯТОР КВАДРАТУРНИХ I/Q КАНАЛІВ

<sup>1</sup> Вінницький національний технічний університет

### Анотація

Розглянуто принцип дії квадратурного демодулятора, запропонована структурна схема I/Q демодулятора з децимацією, яка описана математично.

**Ключові слова:** демодулятор, квадратурний канал, децимація.

### Abstract

Considered the principle of the quadrature demodulator proposed structural diagram I/Q demodulator with decimation, described mathematically.

**Keywords:** demodulator, quadrature channel, decimation..

### Вступ

Цифрові сигнали в прийомному тракті для подальшої обробки повинні бути перетворені за частотою для зручності їх демодуляції [1]. Таке перетворення можна поєднати із алгоритмом децимації, що суттєво зменшить обсяг операційного часу перетворення.

Метою роботи є розроблення структури I/Q демодулятора з децимацією.

### Результати дослідження

I/Q демодуляція складається з трьох основних етапів: змішування з пониженням частоти сигналу, фільтрація нижніх частот, децимація [2]. Множення з квадратний корінь з двох входить, щоб зберегти енергію в сигналі. Структура I/Q демодулятора з децимацією приведена на рис.1.

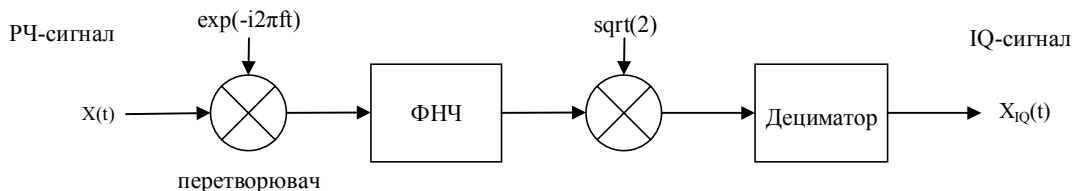


Рис. 1. Структура I/Q демодулятора

Отримане значення фактичного сигналу на виході (I/Q сигналу) буде визначатись наступною формулою:

$$X_{IQ}(t) = X_{RF} \cdot \exp(-i2\pi f_{Demod} \cdot t)$$

Так як I/Q перетворення буде відбуватись в комплексній площині, загальна формула перетворення може бути записана в експоненційному вигляді.

$$\exp(-i\omega t) = \cos(-\omega t) + i \cdot \sin(-\omega t) = \cos(\omega t) - i \cdot \sin(\omega t)$$

Отриманий НЧ сигнал є сумою двох гармонійні складових сигналів із різницею фаз.

Для виділення кожної складової доцільно скористатись схемою квадратурного змішувача, приведеного на рис.2

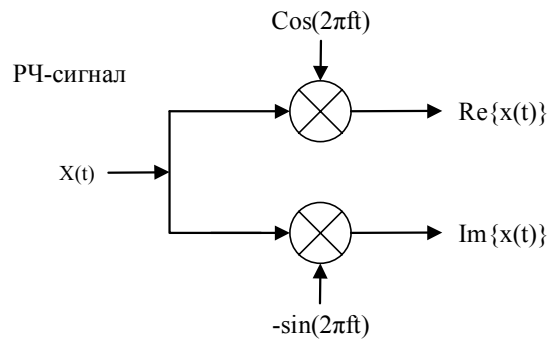


Рис. 2. Квадратурний змішувач [3]

Подальша обробка отриманих компонентів [4] можлива з використанням цифрових сигнальних процесорів апаратної або програмної реалізації.

### Висновки

Отже, операція перетворення ВЧ радіосигналу з застосуванням децимації в демодуляторі не змінює енергетичний баланс сигналу, перетворення з операцією множення на комплексний вектор дозволяє виділити I та Q складові..

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кичак В.М. Реалізація універсального цифрового демодулятора на основі швидкодіючих перетворювачів / В.М. Кичак, В.С. Белов, А.С. Белов // Міжнародний науково-технічний журнал «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах». – 2012. – №2. – С. 152-156
2. Белов В.С. Декодер складових комплексного каналу з ортогональним частотним розділенням несучих / В.С. Белов, А.С. Белов // Східно-європейський журнал передових технологій: фізико-технологічні проблеми радіотехнічних пристроїв, засобів телекомунікацій, нано- і мікроелектроніки – Харків – 2013 – том 6, № 12(66) (2013) – с. 11-14. ISSN: 1729-4061
3. Бортник Г.Г. Обробка компонент квадратурного сигналу в цифрових модуляціях. / Г.Г. Бортник, В.С. Белов, А.С. Белов // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах : матеріали XII міжнар. наук.-техн. конференції (3 – 8 червня 2013 р., м.Одеса); Одес. нац. акад. зв'язку ім. О.С. Попова. – Одеса-Хмельницький : ХНУ, 2013. – 217 с. (укр., рус., англ.)
4. Кононов С.П. Калібрування частотної шкали в панорамних вимірювачах характеристик пристроїв радіозв'язку / С.П. Кононов, Д.С. Полуденко, О.С. Полуденко, А.Л. Антонюк // Научные труды SWorld. – Выпуск 2(39). Том 4. – Иваново: Научный мир, 2015 – С. 35-45

**Белов Володимир Сергійович** — асистент кафедри телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: belov@vntu.edu.ua

**Антонюк Ганна Леонідівна** — студент групи РТТ-136, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: annaantonuik@gmail.com

**Полуденко Ольга Сергіївна** — студент групи РТТ-136, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: raffaello43@mail.ru

**Belov Vladimir S.** — Assistant Department of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: belov@vntu.edu.ua

**Antoniuk Anna L.** — Department of Infocommunication, Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

**Poludenko Olga S.** — Department of Infocommunication, Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia