

## РОЗРОБКА І ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЯМОГО МЕТОДУ КВАНТУВАННЯ ЗА РІВНЕМ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ АМПЛІТУДИ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИГНАЛІВ

© Троцишин Іван<sup>1</sup>, Петрушак Володимир<sup>2</sup>, Петрушак Оксана<sup>2</sup>, 2006

<sup>1</sup>Хмельницький національний університет, кафедра проектування та конструювання радіоелектронних засобів,

<sup>2</sup>Білоцерківський інститут економіки та управління, кафедра інформаційних технологій

*Розроблено новий метод вимірювання амплітуди електричних сигналів, який ґрунтується на відомому методі квантування за рівнем. Запропонована структурна схема для реалізації розробленого методу. подані осцилограми сигналів на виході функціональних блоків, які підтверджують працездатність розробленого пристрою. Вказані переваги розробленого методу порівняння з методами, які ґрунтуються на перетворенні змінної напруги в постійну.*

*Разработано новый метод измерения амплитуды электрических сигналов, который базируется на известном методе квантования по уровню. Предложена структурная схема для реализации разработанного метода. Представлены осциллограммы сигналов на выходе функциональных блоков, которые подтверждают работоспособность разработанного устройства. Указаны преимущества предложенного метода в сравнении с методами, которые базируются на преобразовании переменного напряжения в постоянное.*

*In this article is described the new method of measurement amplitude, which one is founded on a known method of quantizing on a level. The skeleton diagram for implementation of a designed method is offered. Are submitted diagrams on an output of function boxes, which one confirm functionability designed of the device. The advantages designed of a method in matching with methods are indicated, which one are founded on transformation variable of voltage in constant.*

**Вступ.** Вимірювання амплітуди електричних сигналів є актуальною задачею в галузі вимірювань. Сьогодні доволі широко використовують непрямі методи вимірювання амплітуди. Так, під час вимірювання амплітуди перетворюють змінну напругу на постійну і вимірюють рівень постійної напруги або перетворюють у температуру і вимірюють температуру. В першому випадку це призводить до неможливості вимірювання малих значень амплітуди (менше за 0,6 В) і появи систематичної складової похибки [1]. В другому випадку потребує температурної стабілізації і значних апаратних витрат [2]. Тому розроблення прямих методів, без перетворення змінної напруги на постійну або на температуру є нині перспективною задачею, а дослідження нових методів вимірювання амплітуди необхідне для оцінки потенційних можливостей як самих методів, так і засобів, у яких вони будуть використовуватись.

**Мета досліджень.** Завданням статі є показ можливості розроблення нових методів вимірювання амплітуди синусоїдних сигналів, які не використовують нелінійної процедури перетворення його на постійну напругу, для підвищення як точності, так і швидкодії вимірювання.

**Основна частина.** В основу розроблюваного прямого методу квантування за рівнем для вимірювання амплітуди електричного сигналу покладено завдання збільшити діапазон вимірювання за частотою з одночасним підвищенням точності вимірювання. Завдання вирішується тим, що за один період порівняльна напруга підвищується на рівень, який відповідає збільшенню цифрового коду на вході цифроаналогового перетворювача на одиницю.

Структурна схема такого вимірювача подана на рис.1 і містить доволі прості функціональні блоки, які можна апаратно реалізувати.

Невідоме значення амплітуди визначатиметься з рівняння перетворення, що має такий вигляд:

$$U_x = \sum_{i=0}^y \frac{U_0}{2^n}, \quad (1)$$

де  $U_0$  – максимальна напруга на виході цифроаналогового перетворювача;  $n$  – кількість розрядів цифроаналогового перетворювача;  $y$  – кількість періодів порівняння.

З виразу (1) видно, що амплітуда вимірюваного сигналу прямо пропорційна до опорної напруги, яка задається цифроаналоговим перетворювачем (рис. 1).

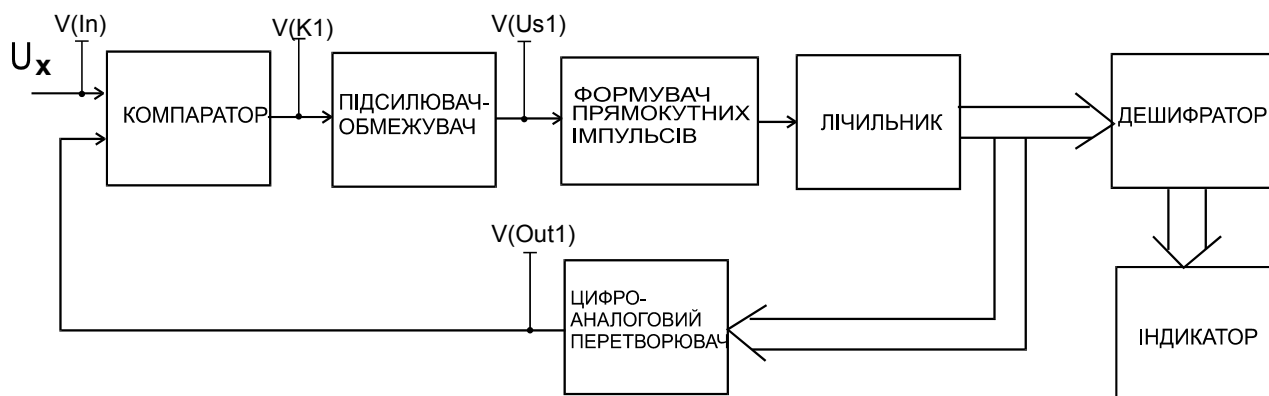


Рис. 1. Структурна схема прямого методу квантування за рівнем для вимірювання амплітуди електричного сигналу

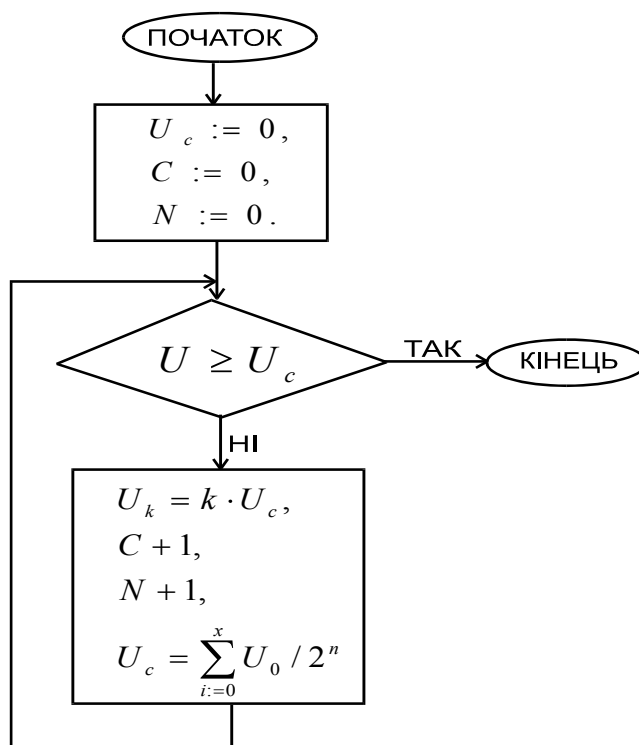


Рис. 2. Алгоритм вимірювання амплітуди електричних сигналів за допомогою прямого методу квантування за рівнем

Алгоритм вимірювання амплітуди електричного сигналу за допомогою прямого методу квантування за рівнем наведено на рис. 2. За цим алгоритмом вимірювання амплітуди розпочинається із встановлення нульового значення опорної напруги та припиняється у момент рівності опорної та вимірюваної напруг. З кожним періодом порівняння значення опорної напруги збільшується на одиницю, що поступово наближає її до значення амплітуди електричного сигналу.

Відповідно до алгоритму пристрій для вимірювання амплітуди працює так.

Напруга синусоїдного сигналу, що подається на один вхід компаратора, порівнюється з сумарним значенням напруги, що подається на його другий вхід з виходу цифроаналогового перетворювача. Компаратор видає різницю напруг, яка потім підсилюється лише на рівні додатної півхвилі періоду синусоїдного сигналу підсилювачем-обмежувачем, значення коефіцієнта підсилення якого прямує до нескінченності, а рівень сигналу на його виході обмежується напругою живлення. Далі підсилене значення напруги за допомогою формувача перетворюється на послідовність прямо-

кутних імпульсів, кількість яких підраховує лічильник до моменту встановлення амплітудного значення напруги вхідного синусоїдного сигналу. Двійковий код з виходу лічильника за допомогою цифроаналогового перетворювача перетворюється на значення постійної напруги, яка, своєю чергою, надходить до другого входу компаратора. При встановленні на виході цифроаналогового перетворювача напруги, що відповідає або перевищує амплітудне значення напруги вимірюваного синусоїдного сигналу, на виході компаратора і підсилювача буде відсутня змінна складова. Тому лічильник припинить підрахунок і вимірювання закінчиться. Двійковий код з виходу лічильника за допомогою дешифратора перетвориться на семи-сегментний код та відобразиться на індикаторі.

Отже, точність вимірювання амплітуди електричного сигналу залежить від точності її порівняння з опорною напругою за допомогою компаратора та від кількості розрядів цифроаналогового перетворювача. На рис. 3–5 подано осцилограми роботи функціональних блоків вимірювача, які підтверджують працездатність розробленого методу.

Ці осцилограми отримано в результаті схематичного моделювання вимірювача амплітуди електричних сигналів в середовищі Micro-Cap 7.0. Разом з тим, у цьому самому середовищі було досліджено роботу вольтметра з детекторним перетворенням, результати вимірювань амплітуди синусоїдного сигналу за допомогою обох вимірювачів відображено на рис. 6.

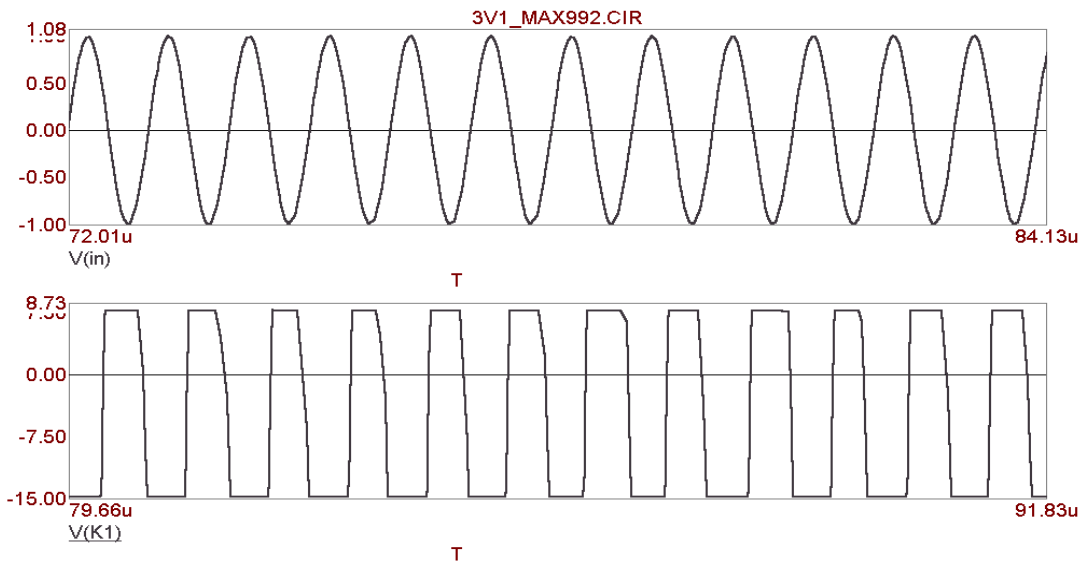


Рис. 3. Осцилограми на вході та виході компаратора

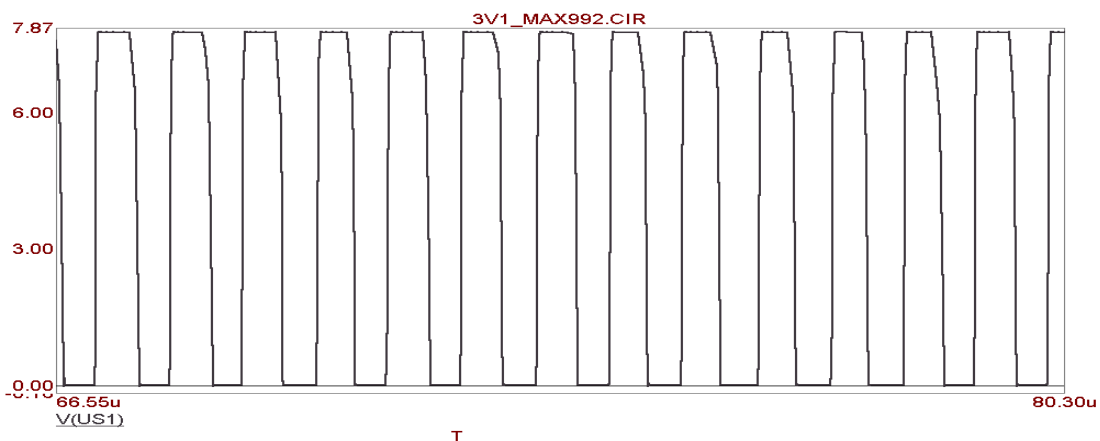


Рис. 4. Осцилограми на виході підсилювача-обмежувача

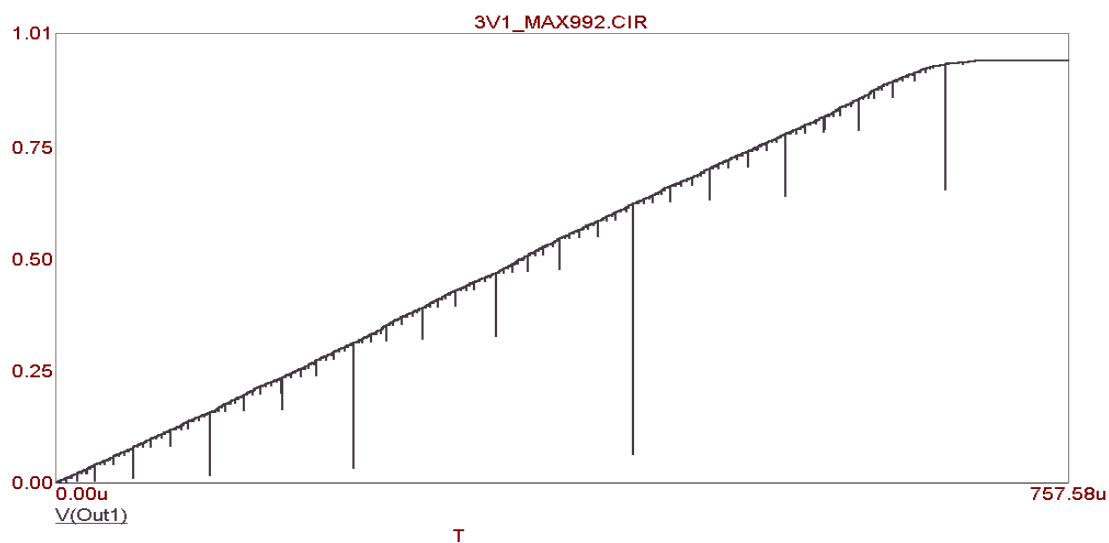


Рис. 5. Осцилограми напруг на виході цифроаналогового перетворювача

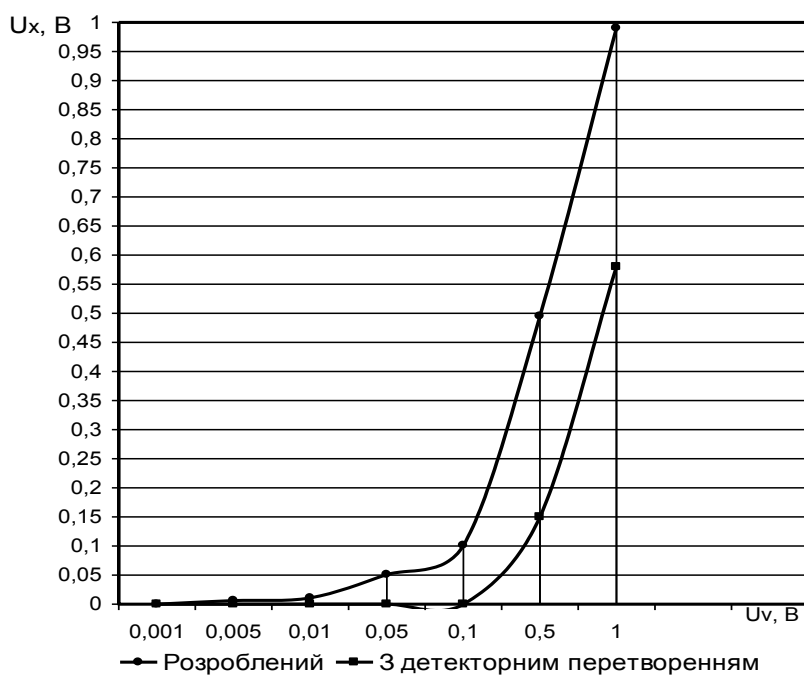


Рис. 6. Результати порівняння вимірювань амплітуди

У схемі розробленого засобу використано: компаратор MAX992, операційний підсилювач LM 324, лічильник 74НС4040 і 12-розрядний ЦАП. Як бачимо з рис. 6, розроблений вимірювач працює, починаючи з 10мВ, виміряне значення становить 11мВ, а вимірювач амплітуди з детекторним перетворенням – навіть при значенні амплітуди 1В показує лише 0,58В. Разом з тим, у разі збільшення значення вимірюваної амплітуди похибка вимірювання розробленим методом зменшується.

**Висновки.** Отже, у роботі:

1. Розроблено структурну схему вимірювача амплітуди електричних сигналів на базі прямого методу квантування за рівнем і описано принцип її роботи, що уможливило створення приладів нового класу для вимірювання амплітуди без перетворення змінної напруги на постійну.
2. Розроблено алгоритм роботи приладу для вимірювання амплітуди, в основу якого покладено лише

одну умову: рівність опорної та вимірюваної амплітуди.

3. Досліджено роботу основних функціональних блоків розробленого вимірювача в середовищі Micro-Cap 7.0 і подано осцилограми, які підтверджують їхню працездатність.

4. У середовищі Micro-Cap 7.0 досліджено роботу вольтметра з детекторним перетворенням і розроб-

леного приладу. У результаті вимірювань встановлено, що розроблений вимірювач працює починаючи з 10 мВ, а вимірювач амплітуди з детекторним перетворенням - навіть при значенні амплітуди 1 В показує лише 0,58 В.

*1. Волгин Л. И. Измерительные преобразования переменного напряжения в постоянное. – М., 1987.*

*2. Кунцевич В. А. Измерение параметров напряжения различной формы. – М., 1986.*