

В. С. Петрушак

Білоцерківський інститут економіки та управління ВНЗ ВМУРоЛ «Україна»

О. М. Петрушак, С.В. Бех

Хмельницький національний університет

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ МЕТОДУ ПОСЛІДОВНОГО НАБЛИЖЕННЯ ДЛЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ АМПЛІТУДИ ПЕРІОДИЧНИХ СИГНАЛІВ В КОД

Удосконалено метод прямого квантування за рівнем для перетворення амплітуди періодичних сигналів в двійковий код. Розроблені схема процесу вимірювання амплітуди, алгоритм, математичні моделі та отримано рівняння перетворення. Представлені функціональна схема процесу перетворення та осцилограми сигналів, які підтверджують працездатність розробленого методу.

The method of direct quantum is improved after a level for converting of amplitude the periodic signals into a binary code. The chart of process of measuring of amplitude, algorithm, mathematical models, is developed and equalization of transformation is got. The functional diagram of process of transformation and oscillograms of signals, which confirm the capacity of the developed method, is presented.

Ключові слова: Метод прямого квантування, вимірювання амплітуди, математичні моделі, функціональна схема.

Вступ

Вимірювання амплітуди періодичних сигналів широко використовується у вимірювальній техніці. Існують засоби вимірювання електричних сигналів, які в якості перетворювача змінної напруги в код використовують або аналого-цифровий перетворювач сигма-дельта, або паралельний АЦП [1-3]. Але найкращі зразки високорозрядних (24 біт) сигма-дельта перетворювачів працюють лише на низьких частотах (десятки Гц). Паралельні ж АЦП, які використовуються для побудови спектроаналізаторів та вимірювачів амплітудно-частотних характеристик такими світовими виробниками вимірювальної техніки, як Tektronix, LeCroy, Rohde&Schwarz, працюють на високих частотах (до 40ГГц), однак є низькорозрядними (8 біт), для своєї реалізації потребують велику кількість компараторів (255), тому є високовартісними і мають динамічну похибку.

Тому завдання розробки перетворювачів амплітуди періодичних сигналів в код методом прямого квантування за рівнем, які б зайняли проміжне положення серед відомих перетворювачів та характеризувались нескладною та невисоковартісною схемою реалізації є на сьогодні актуальним.

Основна частина

Суть розробленого методу полягає в послідовному наближенні значення порівняльної напруги до рівня амплітуди вхідного періодичного сигналу. Згідно схеми, представленої на рис. 1, вимірювання розпочинається з процесу порівняння амплітудного значення напруги вхідного періодичного сигналу U зі значенням порівняльної напруги U_c , та можна визначити рівнянням:

$$U_{k1} = U - U_c. \quad (1)$$

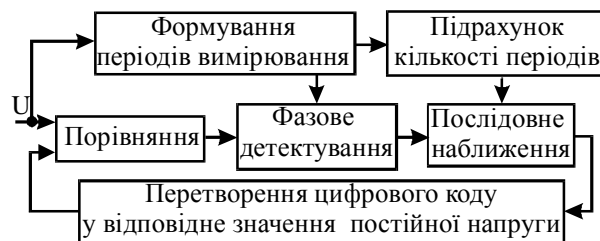


Рис. 1. Схема процесу вимірювання амплітуди періодичного сигналу методом послідовного наближення

Одночасно з процесом порівняння відбувається виділення додатної півхвилі періодичного сигналу, тобто формування періодів вимірювання. Математична модель такого процесу можна описати виразом:

$$U_{k2} = (U - |U_-|)k, \quad (2)$$

де U_- – амплітуда від'ємної півхвилі періодичного сигналу, k – коефіцієнт підсилення.

Математичну модель, що описує процес фазового детектування можна задати системою рівнянь:

$$\begin{cases} j = 0, \text{ якщо } U \leq U_c; \\ j > 0, \text{ якщо } U > U_c; \end{cases} \quad (3)$$

де j – фазовий зсув, значення якого можна отримати з виразу $j = 2\pi t_x / T$ (t_x – часовий зсув між сигналом процесу формування періодів вимірювання (U_{k2}) та сигналом процесу порівняння (U_{k1}), T – період вхідного сигналу).

Процес лічби кількості періодів досліджуваного сигналу умовно можна описати рівнянням:

$$C = 2^k, \quad (4)$$

де k – число розрядів, що необхідні для підрахунку кількості періодів.

Математична модель процесу послідовного наближення можна умовно описати системою рівнянь:

$$\begin{cases} 2^{n-1} + \sum_{i=2}^n 2^{n-i}, \text{ якщо } rsq = 1; \\ 2^{n-1} - \sum_{i=2}^n 2^{n-i}, \text{ якщо } rsq = 0; \end{cases} \quad (5)$$

де n – кількість періодів порівняння, rsq – цифровий еквівалент фазового зсуву.

Процес перетворення цифрового коду у відповідне значення постійної напруги характеризується зміною значення порівняльної напруги U_c на величину:

$$U_c = \frac{R_g U_0}{2^n}, \quad (6)$$

де R_g – значення двійкового коду процесу послідовного наближення, U_0 – опорна напруга, що необхідна для процесу перетворення цифрового коду.

Отже математична модель, що описує процес перетворення амплітуди періодичного сигналу в код методом послідовного наближення можна задати системою рівнянь:

$$\begin{cases} U_{k1} = U - U_c; \\ U_{k2} = (U - |U_-|)k; \\ \begin{cases} j = 0, \text{ якщо } U \leq U_c; \\ j > 0, \text{ якщо } U > U_c; \end{cases} \\ \begin{cases} 2^{n-1} + \sum_{i=2}^n 2^{n-i}, \text{ якщо } rsq = 1; \\ 2^{n-1} - \sum_{i=2}^n 2^{n-i}, \text{ якщо } rsq = 0; \end{cases} \\ U_c = \frac{R_g U_0}{2^n}. \end{cases} \quad (7)$$

Відповідно рівняння перетворення матиме вигляд:

$$U_x = \left(\frac{1}{2} \pm \sum_{i=2}^n 2^{-i} \right) U_0. \quad (8)$$

У відповідності до математичної моделі розроблений алгоритм процесу перетворення амплітуди періодичного сигналу в код методом прямого квантування за рівнем та представлений на рис. 2.

Даний алгоритм відображає послідовність етапів процесу перетворення амплітуди періодичного сигналу в цифровий код, а також передбачає перевірку умови відповідності значень напруги досліджуваного сигналу та порівняльної напруги та перевірку умови рівності цифрового еквівалента фазового зсуву значенню логічної "1" або "0". Перевірка першої умови вказує на циклічність процесу вимірювання до моменту встановлення амплітудного значення вхідного періодичного сигналу. Перевірка другої умови визначає додатню або від'ємну дію процесу послідовного наближення.

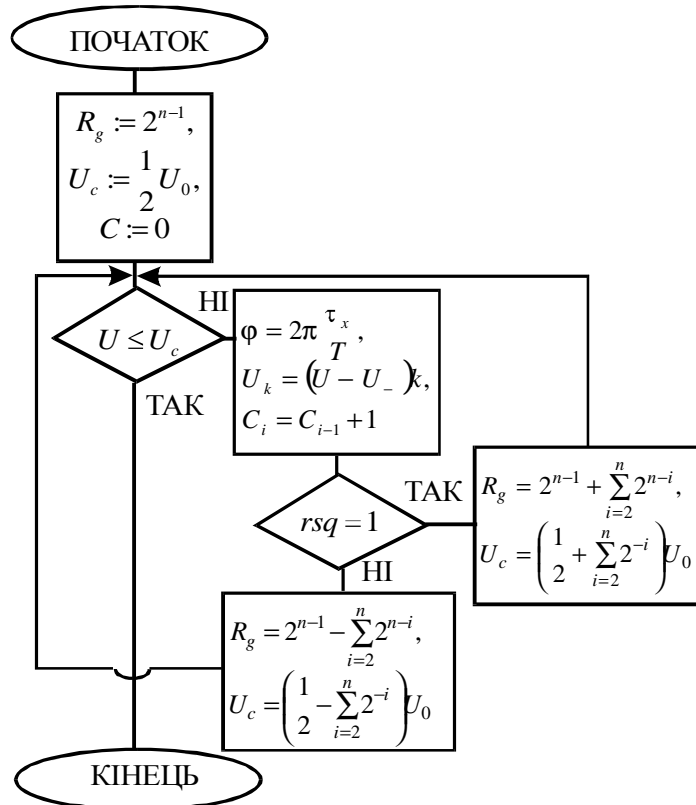


Рис. 2. Алгоритм процесу перетворення амплітуди періодичних сигналів методом послідовного наближення

Згідно математичної моделі та алгоритму розроблена функціональна схема процесу перетворення (рис. 3) та представлені осцилограми (рис. 4), що підтверджують працездатність розробленого методу та отримані в середовищі MAX + PLUS II.

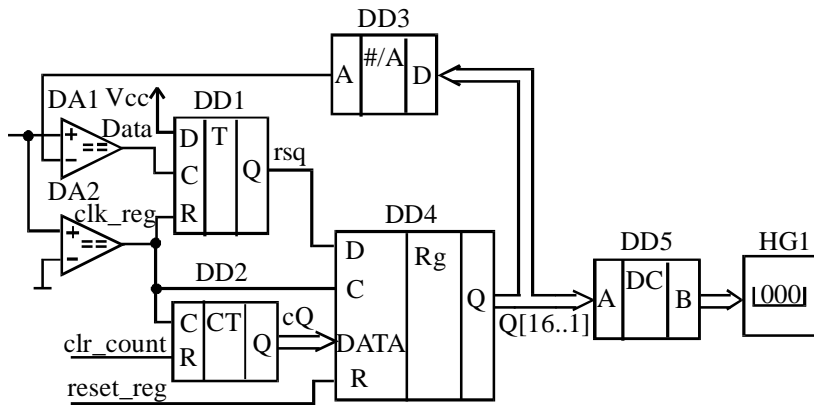


Рис. 3. Функціональна схема перетворювача амплітуди періодичного сигналу методом послідовного наближення

Принцип роботи схеми полягає в наступному.

Компаратор *DA2* формує з вхідного періодичного сигналу послідовність прямокутних імпульсів, які є одночасно імпульсами синхронізації для регістра послідовного наближення *DD4*, лічильними імпульсами для *DD2* та сигналом скидання для тригера *DD1*. Двійковий код з виходу лічильника надходить до входу *DATA* регістра і вказує на номер періоду процесу вимірювання. У випадку, коли рівень вхідного періодичного сигналу, що подається на додатній вхід компаратора *DA1* перевищує значення постійної напруги, яка подається на від’ємний його вхід, на виході компаратора сформується прямокутний імпульс. Передній фронт прямокутного імпульсу вказує на початковий момент для формування фазового інтервалу. Кінцевий момент фазового інтервалу задається переднім фронтом сигналу скидання. Таким чином, *DD1* формує фазовий інтервал, наявність якого протягом одного періоду сигналу синхронізації задає додатній такт регістру послідовного наближення. Відповідно відсутність фазового інтервалу вказує на від’ємний такт *DD4*. Двійковий код, сформований регістром, встановлює значення постійної напруги на виході цифро-аналогового перетворювача *DD3*. По закінченню процесу ітерацій регістром послідовного наближення *DD4* значення порівняльної постійної напруги відповідатиме

значенню амплітуди вхідного періодичного сигналу та процес вимірювання закінчиться.

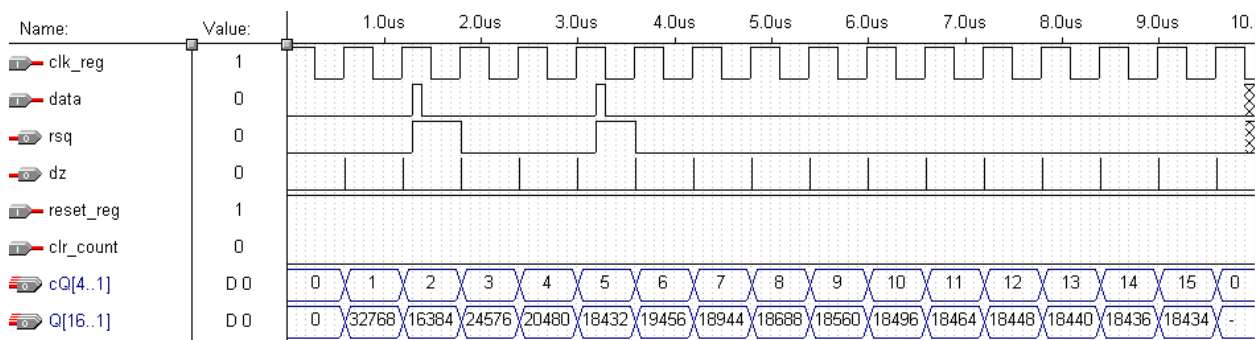


Рис. 4. Осцилограми сигналів, що пояснюють принцип роботи функціональної схеми

Цифрова частина шістнадцяти-розрядного перетворювача амплітуди в код методом послідовного наближення реалізована на програмованій логічній інтегральній схемі EP3C5F256C6 фірми Altera. Максимальна частота вхідного сигналу для даного перетворювача складає 230 МГц.

Висновки

Отже в даній роботі виконане наступне:

1. Розроблено схему, яка відображає кожен послідовний етап перетворення амплітуди вхідного періодичного сигналу в код.
2. Розроблено математичну модель та знайдено рівняння перетворення методу послідовного наближення, що вказують на прямопропорційну залежність амплітуди вимірюваного сигналу від значення порівняльної напруги.
3. Розроблено алгоритм процесу вимірювання амплітуди, в основі якого покладена умова рівності значень амплітуди досліджуваного сигналу та порівняльної напруги, а також умова додатного або від'ємного такту процесу послідовного наближення.
4. Розроблено функціональну схему перетворювача амплітуди періодичних сигналів в код та описано принцип її роботи, що робить можливим створення нового класу вимірювачів на базі розробленого методу послідовного наближення, особливістю яких є проста схема реалізації та можливість вимірювання амплітуди періодичних сигналів високої частоти (сотні МГц).

Література

1. www.ti.com
2. www.linear.com
3. www.maxim-ic.com

Надійшла до редакції
3.11.2009 р.

УДК 536.246:536.422.4

В.В. Горін

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

ВИБІР МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛООБМІНУ ПРИ КОНДЕНСАЦІЇ ХЛАДОНІВ В ГОРИЗОНТАЛЬНИХ ТРУБАХ

Наведено вибір методу експериментальних досліджень процесів конденсації хладонів всередині горизонтальної гладкої труби, описано дослідний стенд та запропонована методика досліджень теплообміну.

The choice of the experimental tests of condensation process of Freon inside of horizontal-oriented even tube is presented in report, experimental stand is described and the test method is attached.

Ключові слова: теплообмін, дослідний стенд, конденсація.

Вступ

В даний час розробляється багато нових альтернативних хладонів, які є екологічно безпечними, але для них у відкритій літературі обмежена інформація з коефіцієнтів тепловіддачі при кипінні і конденсації у відповідних агрегатах холодильних установок. В зв'язку з цим виникає потреба проведення досліджень теплообміну у випарниках та конденсаторах холодильних установок.

Вирішувати ці задачі можна аналітичним та експериментальним способами. При цьому, перший з них часто дає лише якісну картину, а другий дає змогу отримати більш точні дані,