

УДК 621.373.1

Авраменко Богдан Володимирович

*магістрант кафедри приладів та систем неруйнівного контролю
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

ВИКОРИСТАННЯ ПРЯМОГО ЦИФРОВОГО СИНТЕЗУ АНАЛОГОВИХ СИГНАЛІВ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ ВИХРОСТРУМОВОГО КОНТРОЛЮ

***Анотація.** Розглянуто використання мікросхем цифрового синтезу аналогових сигналів для вирішення завдань вихрострумowego контролю. Запропоновано структуру вихрострумowego каналу з реалізацією опрацювання амплітудних та фазових характеристик сигналів вимірювальних котушок вихрострумowego перетворювача, що забезпечують адаптацію процесу контролю до різних завдань та об'єктів контролю.*

***Ключові слова:** неруйнівний контроль, DDS, АХС, ФХС.*

У ряді завдань пов'язаних з проектуванням апаратури для проведення вихрострумовой дефектоскопії, особливе місце займає аналіз достовірності отриманих даних. При отриманні сигналу від перетворювача і порівнянні з сигналом опорного напруги, яка відповідає напрузі бездефектної області через вплив шумів значення отриманої амплітуди області сканування вихрострумowego контролю (ВСК) може виявитися недостовірним. У традиційних схемах цю проблему вирішують пропускаючи сигнал через фільтр НЧ або використовуючи методи усереднення. Замість цього розглянуто спосіб представлення модульованого сигналу значно точніше за допомогою перетворення Гільберта. Отриманий від перетворювача

синусоїдальний сигнал з вимірювальних котушок промодельованих за амплітудою за допомогою аналітичної версії сигналу, можна виміряти значення обвідної $E(t)$ використовуючи співвідношення:

$E(t) = |x_c(t)| = \sqrt{x_r(t)^2 + x_i(t)^2}$, де $x_r(t)^2$ - дійсне значення сигналу, $x_i(t)^2$ - його гільберт-образ. Порівнюючи отримане значення з сигналом від джерела опорного напруги можна підвищити вірогідність виявлення дефекту. В добавок промодельовавши отриманий сигнал по фазі можливо оцінити миттєву фазу сигналу використовуючи вираз:

$$\varphi(t) = \tan^{-1}[x_i(t)/x_r(t)].$$

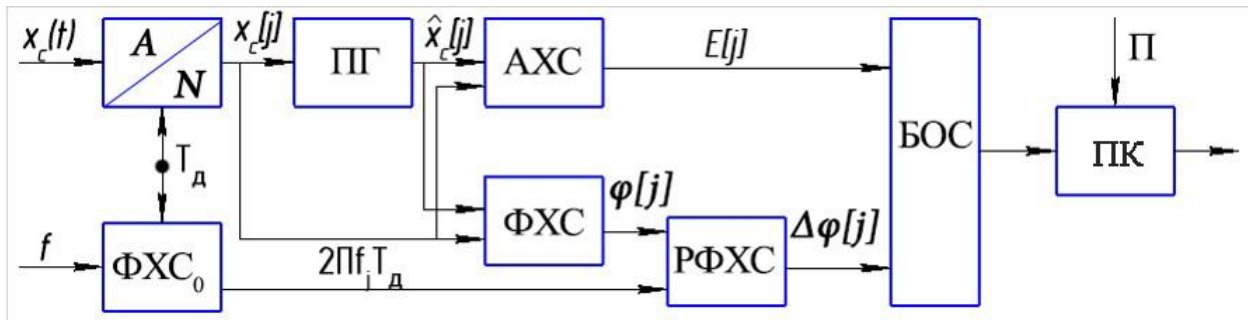


Рис. 1. Структурно-логічна схема обробки сигналів ВСК

Аналізований сигнал $x_c(t)$, в АЦП перетворюється у цифрову форму $x_c[j]$, ПГ – формує гільберт образ сигналу $\widehat{X}_c[j]$ Амплітудні та фазові характеристики обчислюються у блоках АХС и ФХС. $E(t) = |x_c(t)| = \sqrt{x_c^2[j] + \widehat{x}_c^2[j]}$, $\varphi(t) = \tan^{-1}[x_i(t)/x_r(t)]$, где \tan^{-1} функція обчислена з урахуванням розгортки ФХ [2]. У блоці РФХС визначається функція $\Delta\varphi[j] = \varphi[j] - 2\pi f_j T_d$, тобто різниця між ФХС прийнятого сигналу и ФХС сигналу збудження. Останній отримують в блоке ФХС₀. Спільна обробка АХС, ФХС виконується в блоці обробки сигналу (БОС). Висновок про наявність дефекту формує пристрій керування ПУ порівнюючи сигнал на виході БОС з порогом П.

При реалізації запропонованого методу обробки сигналів вихрострумового перетворювача найкраще підходять мікроконтролери. При цьому автоколивальні генератори, генератори на пов'язаних контурах погано підходять для реалізації сучасного цифрового пристрою. Ідеально з цими завданнями справляються генератори на базі прямого цифрового синтезу аналогових сигналів.

На сьогодні лінійка мікросхем прямого синтезу аналогових сигналів представлена дуже широко. Лідером у цьому напрямлені являється американська компанія Analog Devices. Особливої уваги для застосування у НК вартують мікросхеми серії AD98XX. Мікросхеми синтезаторів сигналів AD98XX здатні генерувати сигнали різноманітних форм у широкому діапазоні вихідних частот (від долей Гц до десятків ГГц). Примітною особливістю даних мікросхем являється їх багатоканальність, що дозволяє їх використання в багаточастотних методах вихрострумового контролю. З постійним контролем амплітуди, фази, та частоти вихідного сигналу.

Генерація коливань можливо уявити у вигляді у вигляді вектора, обертового по колу (Рис. 2). Кожна точка на окружності відповідає певній точці синусоїдального сигналу. Вектор обертається по окружності, при цьому величина синуса кута є вихідним сигналом. Один оборот вектора з постійною швидкістю забезпечує генерацію одного періоду синусоїди. Акумулятор фази генерує значення кута з однаковими приростами, величина, в акумуляторі фази, відповідає певній точці кола. Акумулятор фази є лічильник по модулю M , значення якого збільшується з кожним приходом тактового імпульсу. Величина приросту задається двоїчним числом M . Чим більше розмір кроку, тим швидше відбувається переповнення акумулятора фази і більш коротким виходить період синусоїди.

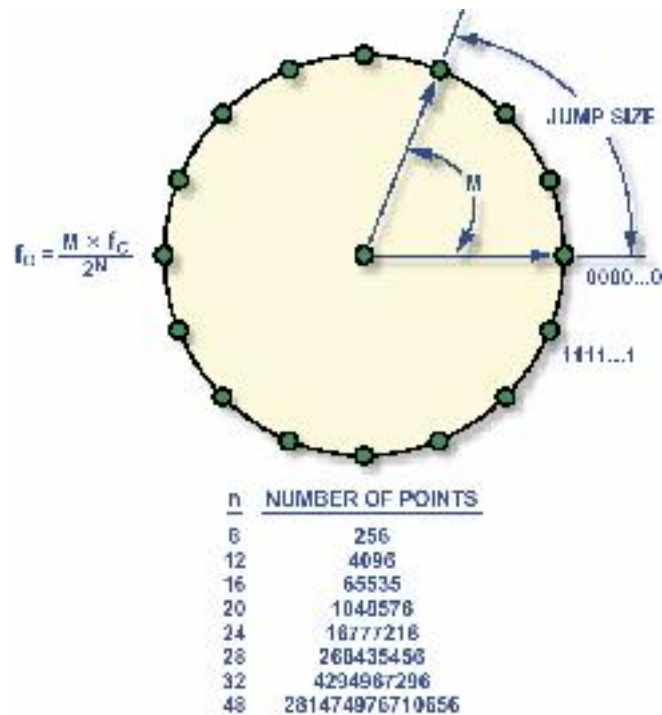


Рис. 2. Принцип роботи акумулятора фази

Для перетворення вихідного коду акумулятора фази в миттєві значення амплітуди використовується ПЗУ з табличними значеннями відліків синуса. молодші розряди коду відкидаються; на виході ми отримуємо 10-розрядний код, який подається на ЦАП. Так як синусоїда має симетрію, в синтезаторі прямого цифрового синтезу зберігаються табличні дані тільки про 1/4 частини синусоїди. Табличне значення ПЗУ генерують повний цикл синусоїди за рахунок зчитування даних спочатку в прямому, потім у зворотному напрямку. Схематично принцип роботи синтезатора проілюстрований на Рис. 3.

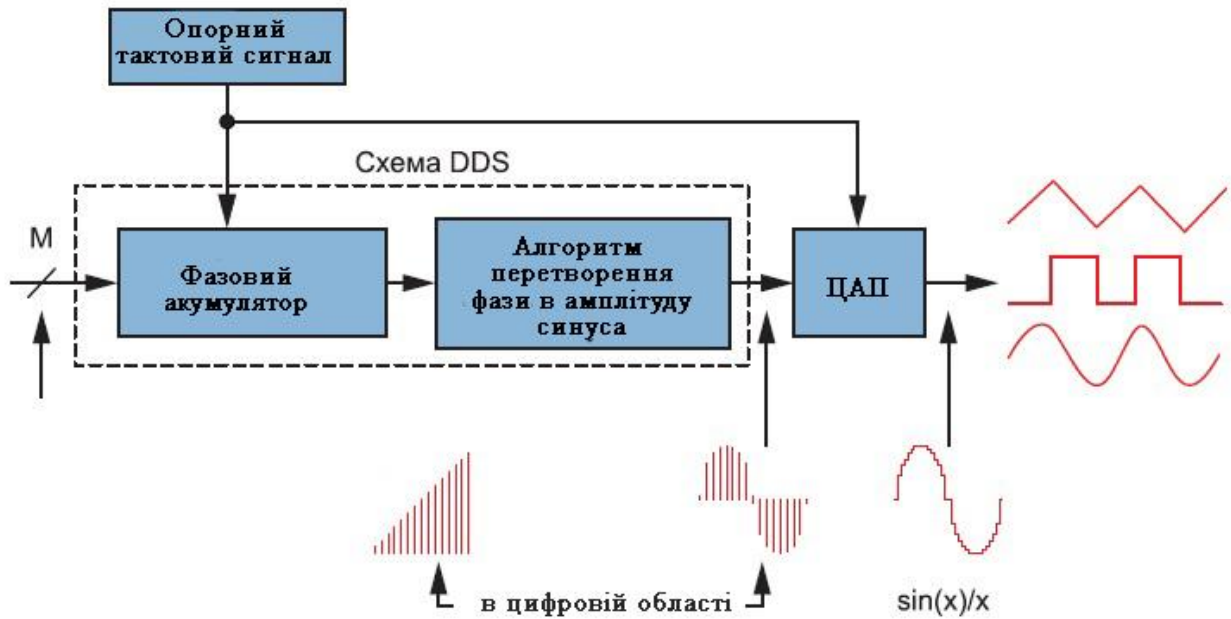


Рис. 3. Схема генератора прямого цифрового синтезу

На мікросхемі синтезатора прямого цифрового синтезу AD9850 був розроблений генератор синусоїдальних коливань для збудження котушки вихрострумowego перетворювача. Дана мікросхема являється двохканальною що, це дозволяє одночасно контролювати фазові характеристики сигналу генератора та вихідного сигналу вимірювальної котушки вихрострумowego перетворювача. Використовуючи для детектування дефектів амплітудних та фазових характеристик сигналів значно збільшує співвідношення сигнал/шум та стійкість до завад, що значно збільшують достовірність контролю.

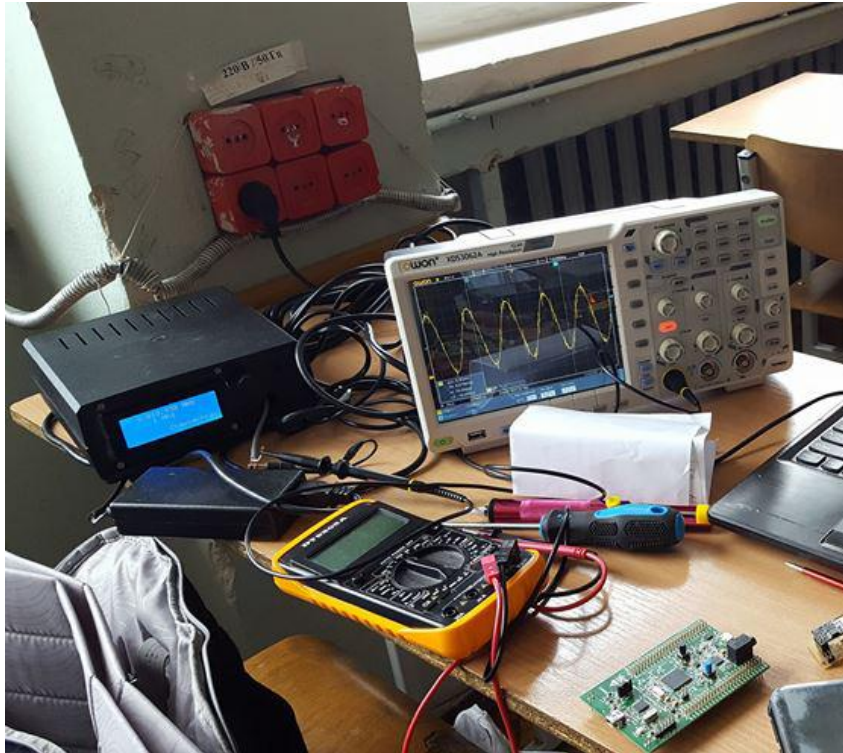


Рис. 4. Виготовлений генератор синусоїдального сигналу на мікросхемі AD9850

Література

1. Совместное использование амплитудной и фазовой характеристик сигнала в приборах вихретокового контроля / БНТУ. – 2016. – №9. – Т1, С.6.
2. Особенности проектирования вихретоковых дефектоскопов на микроконтроллерах / Научные известия на НТСМ. – 2016. – №187. – С. 46.
3. Evaluating the AD9832 45 mW Power, 3 V to 5.0 V, 25 MHz Programmable Waveform Generator [Електронний ресурс] / Analog Devices. – 2011. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.analog.com/media/ru/technical-documentation/user-guides/UG-313.pdf>.