

УДК 536.532:681.5.015

*В. Р. Береза, студент гр. ПП-11мп, к.т.н. Козир О.В. к.т.н., доц. Шумков Ю.С.  
КПІ ім. Ігоря Сікорського*

## **ВІРТУАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ СПЕКТРУ ТЕРМОПАР**

**Анотація.** В статті описано віртуальний пристрій, який розроблений на базі платформи LabVIEW, який використовується у складі системи ідентифікації динамічної характеристики термопари. Даний пристрій є універсальним та дозволяє працювати із різними пристроями збору та генерації даних, які підтримують драйвери DAQmx. У роботі наведено опис елементів лицьової панелі віртуального пристрою та складових елементів блок-діаграми, яка описує налаштування та керування обладнанням та обробкою вимірюваного сигналу.

**Ключові слова:** ідентифікація динамічних характеристик, термопара, LabVIEW.

### **ВСТУП**

Вимірювання динамічної температури, час зміни якої перевищує час встановлення номінальних показів термопари є важливим завданням у сучасних умовах виробництва та науково-дослідної діяльності [1]. Вимірювання температури коротких теплових імпульсів [2], які створюються вибухами різного робу або процесами горіння, ставить жорсткі умови на вибір вимірювальних давачів. Вимірювання температури коротких теплових імпульсів, що протікають у процесах горіння та детонації, виконуються в умовах реактивного середовища, яке супроводжуються значними величинами температури та тиску [3]. Тому, на даний момент основним засобом вимірювання високих температур в жорстких умовах є термопара.

Термопари мають значку теплову інерційність, не врахування якої призводить до методичної похибки вимірювання температури. Щоб компенсувати цю похибку потрібно знати динамічну характеристику термопари [4]. Існує невелика кількість методів ідентифікації динамічних характеристик термопар. Найперспективнішим серед них є метод ідентифікації динамічних характеристик термопар, шляхом отримання амплітудно-частотної характеристики термопари. Дана динамічна характеристика отримується за рахунок розігріву термопари синусоїдальним струмом інфранизької частоти [5].

У роботі представлено опис віртуального пристрою, який розроблено на платформі LabVIEW для автоматизації отримання частотної характеристики термопари за рахунок використання апаратного забезпечення компанії National Instruments.

### **ОГЛЯД ВІРТУАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ**

Платформа LabVIEW дозволяє розробляти віртуальні пристрої для реалізації завдань вимірювання та генерації сигналів. Віртуальний пристрій складається із лицьової панелі (рис. 1) та блок-діаграми (рис. 2). Лицьова панель призначена для створення елементів керування системою збору та генерації даних та виводу необхідної інформації. Блок-діаграма реалізує логіку процесу створення сигналу, вимірювального процесу, процесу обробки та збереження вимірювального сигналу.

Розроблений віртуальний пристрій (ВП) використовується для отримання частотної реакції термопари на синусоїдальний сигнал інфранизьких частот від

0.01 до 1 Гц. Лицьова панель ВП (рис. 1) містить елементи вводу параметрів генератора синусоїдального сигналу та вимірювального каналу (блок 1).

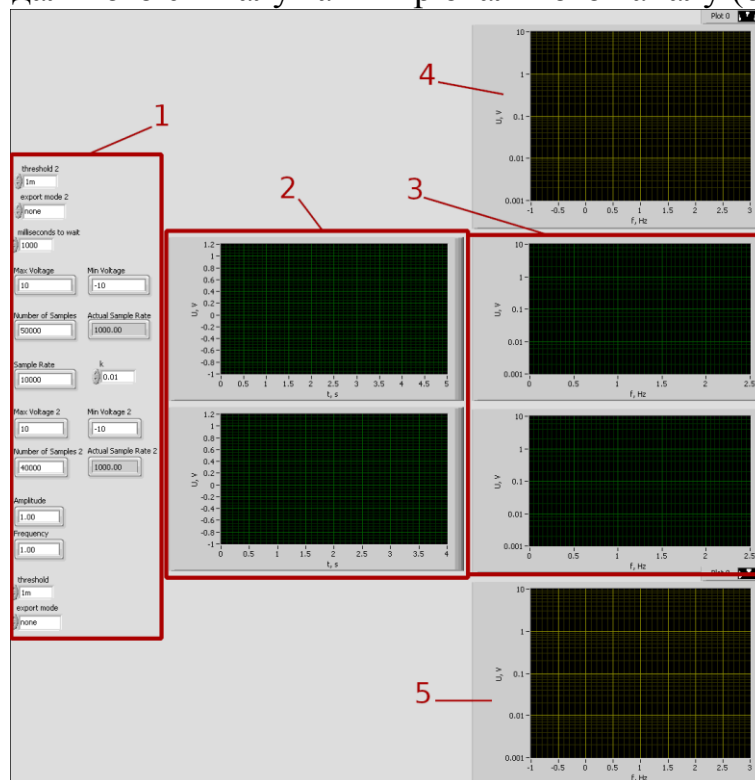


Рисунок 1. Лицьова панель ВП

Наступний блок 2 містить графіки для поточного виведення вимірних даних (верхній графік) та форми сигналу, що генерується (нижній графік). Блок 3 містить графіки спектрів виміряного сигналу (верхній графік) та згенерованого сигналу (нижній графік). Графік 4 відображає знайдені за допомогою алгоритму частотні гармоніки виміряного сигналу, а графік 5 — гармоніки згенерованого сигналу.

Частини блок-діаграми, яка реалізує логіку процесу вимірювання спектру сигналу термомпари зображено на рис. 2 — рис. 6.

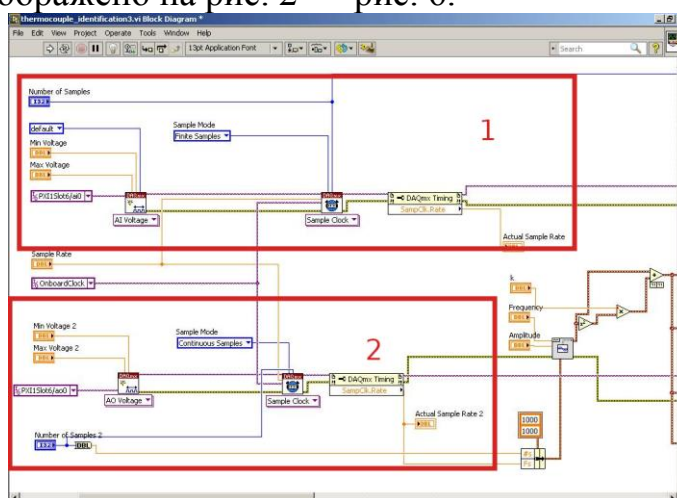


Рисунок 2. Блок-діаграма налаштування вхідного та вихідного каналів

ВП містить два канали (рис. 2): перший канал вимірювальний, другий — канал генерування сигналу. На рис. 2 зображено елементи налаштування

тактової частоти каналів “Sample Rate”, розміру вибірки “Number of Samples” та режиму генерації та вимірювання, та діапазони сигналів.

Цифровий синтез сигналу зображено на рис. 3. Блок 1 — це стандартний блок створення вибірки синусоїдального сигналу. Блок 2 визначає спектр згенерованого сигналу, що виводиться на графік лицьовій панелі (рис. 1, блок 3, нижній графік). Блок 3 записує створену вибірку у внутрішню пам’ять пристрою генерації сигналів. Блоки 4-6 аналізують гармоніки створеного сигналу та виводять їх на графік (рис. 1, графік 5).

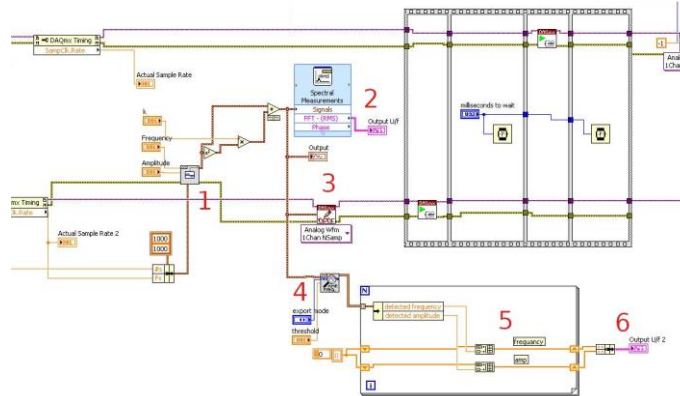


Рисунок 3. Блок-діаграма цифрового синтезу сигналів

Після цифрового синтезу сигналу та запису його до пам’яті генератора (блок 1), відбувається запуск системи (рис. 4). Спочатку запускається генератор (блок 2), щоб позбутись перехідних процесів. Для цього виконується затримка запуску вимірювальної вибірки (блок 4) до початку (блок 3) та після запуску (блок 5). Блок 6 отримує вибірку вимірюваного сигналу із внутрішньої пам’яті пристрою збору даних.

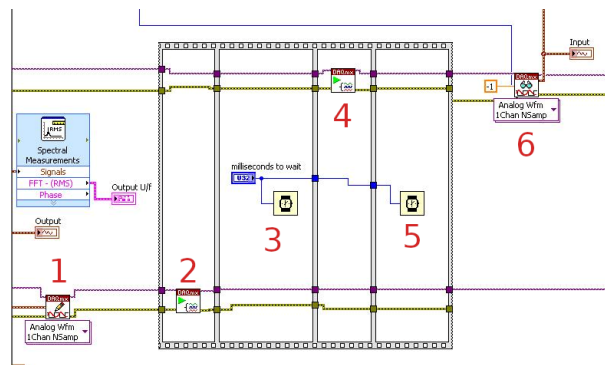


Рисунок 4. запуску вимірювального процесу

Виміряна інформація аналізується за допомогою блоків зображених на рис. 5. Блок 1 робить вибірку та передає до блоку 2, який визначає спектр сигналу та зображує його на графіку (рис. 1, блок 3, верхній графік). Паралельно дані передаються до блоку 3, який аналізує гармоніки сигналу, та зображує їх за допомогою блоків 4-5 на графіку (рис. 1, графік 4).

Таким чином, розроблений віртуальний пристрій автоматизує процес ідентифікації динамічної характеристики термомпари.

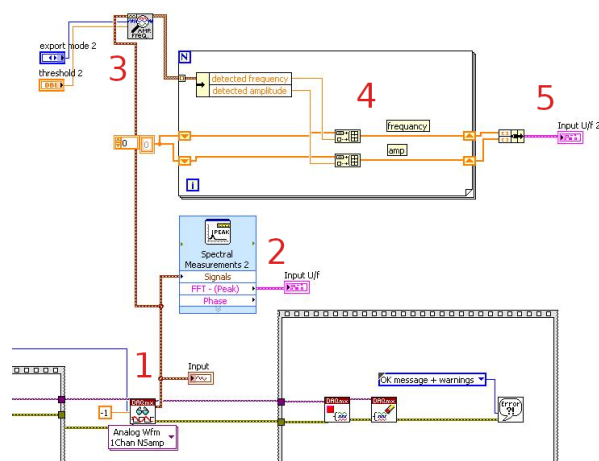


Рисунок 5. Блок-діаграма визначення спектру виміряного сигналу

## ВИСНОВКИ

Розроблений віртуальний пристрій дозволяє автоматизувати процес ідентифікації динамічної характеристики термопари. Даний віртуальний пристрій є універсальним та дозволяє керувати будь-якими пристроями збору та генерації даних, які підтримують драйвера DAQmx, компанії National Instruments. Модульні пристрої збору та генерації дозволяють реалізувати систему ідентифікації динамічних характеристик термопар із мінімальною кількістю елементів апаратного забезпечення. Реалізований віртуальний пристрій дозволяє отримати як спектр виміряного сигналу так і спектр згенерованого щоб можна було проводити подальші порівняння. Також реалізована можливість автоматичного виявлення гармонік виміряного та згенерованого сигналів для побудови амплітудно-частотної характеристики термопари.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Столярчук В.П. Ідентифікація статичних та динамічних характеристик термоперетворювачів: автореф. дис.. канд. Техн. наук. Львів, 2012. 19 с.
- [2] Туз Ю.М. Особливості вимірювання температури коротких теплових імпульсів / Ю.М. Туз, О.В. Козир, Ю.М. Самарцев // Український метрологічний журнал. – № 1, 2021. – С. 46-52 <https://doi.org/10.24027/2306-7039.1.2021.228237>.
- [3] Луцик Я.Т., Гук О.П., Лах О.І., Стадник Б.І. Вимірювання температури: теорія і практика. Львів: БескидБіт, 2006. 560 с.
- [4] Полярус О.В., Поляков Є.О. Наближене розв'язання оберненої задачі вимірювань та його метрологічне забезпечення: монографія. Харків: Лідер, 2014. 120 с.
- [5] Tuz Y. Voltage spectral structure of the thermocouple with temperature dependent wires / Y. Tuz, O. Kozyr. // Ukrainian Metrological Journal. – 2021. – №2. – С. 73–76. DOI: <https://doi.org/10.24027/2306-7039.2.2021.236102>

*Наук. керівник – к.т.н., Козир О.В.*