ISSN 1993-9981 Методи та прилади контролю якості, № 19, 2007

УДК 004.942

АНАЛІЗ КОНЦЕПЦІЇ ВІРТУАЛЬНИХ ЕТАЛОНІВ З ТОЧКИ ЗОРУ АПАРАТНОГО І ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Н.М. Піндус, В.В. Остапів, С.М. Белей

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, тел. (8-03422) 411-66

Рассмотрены существующие подходы к реализации виртуальных приборов и эталонов. Приведена также классификация используемых технологий применительно к данной проблеме. Ключевое место занимает рассмотрение концепции виртуальных эталонов. Кроме того, указана актуальность данной темы с метрологической точки зрения.

There are considered the existent approaches to realization of virtual devices and standards. Classification of the most used technologies is also conducted, as it applies to this problem. A key place is occupied by consideration of conception of virtual standards. In addition, actuality of this theme is indicated in relation to metrology.

З метою підвищення точності, збіжності вимірювань та швидкодії при метрологічній оцінці результатів вимірювань, в тому числі оцінці похибки засобів вимірювальної техніки (ЗВТ), статистичній обробці результатів складних багатофакторних експериментів, що мають місце в процесі обліку енергоносіїв, доцільним є використання засобів обчислювальної техніки.

Високий рівень розвитку апаратного та програмного забезпечення персональних комп'ютерів, що дозволяє створювати пристрої, які здатні обробляти значну кількість інформації практично у реальному часі, став підґрунтям для створення класу приладів, які отримали назву віртуальних.

Віртуальний прилад, який за своєю суттю є алгоритмом (чи сукупністю алгоритмів), реалізує модель ЗВТ з достатнім наближенням до функцій оригіналу.

Концепція віртуальних приладів набуває дедалі більшої популярності, оскільки ЗВТ характеризуються гнучкістю (в залежності від запущеної в конкретний момент часу програми-симулятора один і той самий апарат може виконувати велику кількість функцій: вимірювати значення різних за своєю суттю фізичних величин, опрацьовувати і передавати результати вимірювань, виводити дані на дисплей у зручній для сприйняття формі), нижчою у порівнянні із традиційними ЗВТ вартістю, універсальністю.

Реалізація віртуальних ЗВТ базується на використання периферійних пристроїв чи плат розширення, які підключаються до портів вводу-виводу персонального комп’ютера (LPT, COM, USB, плати розширення для слотів PCI) і дозволяють здійснювати вимірювання із використанням спеціально розробленого для роботи з такими пристроями програмного забезпечення [1,2].

Загалом віртуальні ЗВТ умовно можна класифікувати на дві категорії:

- до першої категорії відносяться віртуальні пристрої, що використовуються у сукупності із звичайними ЗВТ. Первинна інформація про об’єкт дослідження в таких пристроях отримується шляхом застосування класичних ЗВТ (як правило, це давачі, рідше - вторинні перетворювачі), а подальша обробка і формування результату вимірювання здійснюється з допомогою цифрових пристроїв обробки інформації, в тому числі ПК;

- до другої категорії відносяться пристрої, галузь використання яких знаходиться насамперед в експериментальній області. Як відомо, практично будь-який процес з досить високою точністю може бути описаним його математичною моделлю. Отже, володіючи певною апріорною інформацією про об'єкт дослідження та вплив на нього збурюючих факторів, можна створити віртуальну модель ЗВТ. Така модель, в залежності від ступеня її деталізації, може бути використана для навчальних цілей, у промисловості чи для

дослідження певних характеристик ЗВТ та його роботи при заданих умовах.

Згідно з наведеною класифікацією віртуальних ЗВТ формуються два підходи їх реалізації: програмно-базовані ЗВТ і комбіновано реалізовані (програмно-апаратні) комплекси.

В основі розробки програмно-базованих віртуальних ЗВТ покладено методику використання математичної моделі приладу. Це дозволяє проводити вимірювання за допомогою віртуального ЗВТ, який за своїми метрологічними характеристиками є аналогічним до реального приладу. Тобто з'являється можливість дослідити поведінку засобів вимірювання на основі їх математичної моделі, виявити можливі проблеми при використанні даного приладу і дослідити його роботу в умовах експлуатації.

Розглянута реалізація віртуальних пристроїв широко застосовується у електроніці для моделювання і дослідження електронних вузлів і приладів. Типовим представником такого класу продуктів є програма Electronics WorkBench, яка дозволяє досліджувати електронні схеми довільної складності і містить інформацію про широкий спектр електронних пристроїв.

На відміну від радіотехніки в метрологічній галузі така реалізація віртуальних приладів не знайшла широкого застосування, оскільки виникають значні складності при розробці достатньо точних математичних моделей великої кількості реальних ЗВТ. Крім цього при створенні віртуальних ЗВТ часто є необхідною емуляція не тільки самого приладу, але й випадкової складової похибки, що зумовлює значні проблеми програмної реалізації такого класу пристроїв, оскільки для створення моделі, достатньо наближеної до оригіналу, необхідні значні обчислювальні ресурси.

Комбіновано реалізовані віртуальні ЗВТ – це програмно-апаратні системи, у яких для взаємодії із давачами використовуються спеціальні модулі і драйвери, що забезпечують їхню роботу. Типовим представником такого підходу є розробка фірми National Instruments – комплекс LabView [3]. Власне програмна частина LabView представляє собою високорівневу мову програмування, що базується на окремих модулях. Це дозволяє створювати складні вимірювальні пристрої і системи за допомогою графічного інтерфейсу, використовуючи прості схематичні позначення елементів. Логіку роботи системи визначає сама LabView, опираючись на інформацію про властивості окремих модулів і задані взаємозв'язки між ними. Для роботи із давачами у LabView використовуються спеціальні плати розширення, що підключаються до стандартних портів вводу-виводу ПК, на якому запускається програма.

Застосування комплексу LabView можливе для контролю технологічних параметрів у нафтовій та газовій промисловості, оскільки він забезпечує широкий спектр віртуальних вузлів для обробки інформації і простоту під'єднання різноманітних давачів. Враховуючи специфіку нафтогазової промисловості, актуальним є застосування не тільки стаціонарних, але й портативних ПК (ноутбуків), а також використання у якості робочої станції кишенькового комп'ютера із підтримкою безпровідного протоколу передачі даних, наприклад Bluetooth.

Основною особливістю такого підходу є дворівнева реалізація вимірювального комплексу, причому апаратна частина займається збиранням і попередньою обробкою (оцифрування, лінеаризація) даних, а програмна – кінцевою обробкою, представленням і зберіганням чи передачею.

Узагальнюючи апаратно-програмну реалізацію віртуальних ЗВТ, можна виділити наступні основні компоненти:

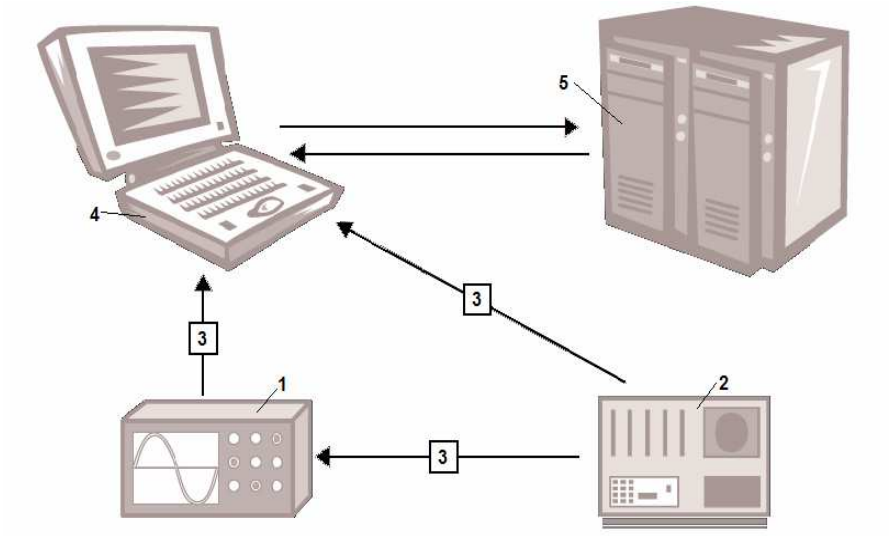
- апаратна складова (периферійний пристрій чи плата розширення, з вбудованим АЦП, яка забезпечує збір інформації з первинних перетворювачів і перетворення її у цифрову форму);
- драйвер (низькорівнева програма, що забезпечує роботу апаратної частини із операційною системою);
- програмна оболонка (реалізує інтерфейс користувача і забезпечує обробку та зберігання даних – фактично реалізує всі функції віртуального приладу).

Подальшим розвитком є поєднання комбінованого і програмного підходів до реалізації віртуальних ЗВТ і синтез віртуальних еталонів, які призначені для заміни використання в поєднанні з реальними еталонними ЗВТ [4].

Існує підхід побудови системи з використанням віртуальних еталонів [5], який дозволяє забезпечити повірку ЗВТ без використання фізичного еталонного пристрою, використовуючи натомість його математичну модель. Подальше вдосконалення такого ЗВТ значно спростить процедуру звіряння еталонів, оскільки вся необхідна інформація може бути зібрана і оброблена з допомогою ПК, в тому числі дистанційно. Зазначений підхід дозволяє розширити еталонну базу підприємств, оскільки усувається необхідність значних затрат на апаратуру.

Виключення не тільки випадкової, але й систематичної похибки, підвищення точності отриманих результатів без підвищення точності ЗВТ здійснюється за рахунок багатократного проведення вимірювань, врахування апріорної інформації про природу вимірюваної величини і специфіку її вимірювання, використання для обробки даних теорії випадковості та теорії збурення лінійних операторів [4, 6].

На рис. 1 зображено схему калібрування ЗВТ із використанням віртуального еталону.



1 – вимірювальний блок; 2 – ЗВТ, що підлягає калібруванню; 3 – спостереження параметрів; 4 – пристрій збору і передачі даних (ПК); 5 – блок обробки

Рисунок 1 – Схема калібрування ЗВТ з використанням технології “Віртуальні еталони”

Узагальнена схема калібрування та призначення основних компонентів системи на базі технології "Віртуальні еталони" наступна.

Вимірювальний блок (ВБ) призначений для вимірювання і перетворення фізичної величини. Він представляє собою прилад для вимірювання тієї ж величини, що і ЗВТ, який підлягає калібруванню (КЗВТ), причому характеризується меншою точністю. Підчас проведення ряду вимірювань заданого параметру дані від ВБ та КЗВТ поступають на ПЗПД, виконаний на базі персонального комп’ютера зі встановленим спеціально розробленим програмним забезпеченням. Програмне забезпечення здійснює керування вимірювальним блоком і організовує передачу отриманої від вимірювального блоку інформації до блоку обробки (БО). Також ПЗПД забезпечує зберігання інформації про експеримент на магнітних чи оптичних носіях і передачу її стандартними каналами передачі даних (RS-232, USB, Ethernet, TCP\IP, FTP тощо). Блок обробки представляє собою цифровий обчислювальний пристрій, який призначений для індивідуального визначення поправок для компенсації похибок. Тобто БО містить інформацію про ВБ і дозволяє з допомогою певних алгоритмів мінімізувати похибку вимірювання, підвищуючи таким чином точність ВБ, який може при цьому знаходитись на значній відстані від ПЗПД, передаючи дані з допомогою мережевих протоколів.

Принцип роботи системи "Віртуальні еталони" базується на ряді спостережень вимірюваної величини вимірювальним блоком. При цьому значення вимірюваної величини

опрацьовуються із використанням додаткової інформації про можливі значення фізичної величини і похибки вимірювального блоку.

Використання описаної технології дозволяє створити пристрої для вимірювання ряду фізичних параметрів з точністю, яка у кілька разів перевищує точність вимірювального блоку.

За результатами випробувань систем, що базуються на технології віртуальних еталонів [6], такий підхід дозволяє досягнути значного здешевлення і підвищення зручності роботи зі зразковими приладами. Крім того можна досягти значного підвищення точності вимірювань при умові використання при роботі віртуального еталону програмного забезпечення, призначеного для врахування апріорної інформації про первинний перетворювач, який використовується у якості вимірювального блоку і проведення відповідної компенсації похибок.

Віртуальний еталон складається з наступних функціональних вузлів:

- вимірювальний блок (первинний перетворювач з достатньо високою точністю);
- блок зберігання і передачі даних (ПК або КПК з встановленим на ньому програмним забезпеченням для отримання даних із вимірювального блоку);
- блок обробки даних (пристрій або програмне забезпечення, призначене для введення поправок із врахуванням інформації про вимірювальний блок);
- програмне забезпечення для статистичної обробки вимірювальної інформації (використовує алгоритми зменшення систематичних похибок).

Перевага використання віртуальних еталонів полягає у проведенні обробки даних програмним забезпеченням еталону без втручання користувача, тобто робота із віртуальним приладом практично нічим не відрізняється від роботи із реальним.

У результаті проведеного аналізу існуючих віртуальних технологій стосовно вимірювання пропонуються наступні підходи до вдосконалення вітруальних ЗВТ та еталонів.

1. Апаратна база. Збільшення пропускної здатності каналів зв'язку за рахунок використання більш швидких інтерфейсів передачі даних і прогресивних способів кодування та ущільнення інформації а також нарощування обчислювальної потужності за рахунок використання для обробки даних багатопроцесорних та розподілених у просторі систем; широкого впровадження безпровідних засобів передавання інформації. Такий підхід дозволить не тільки підвищити точність віртуальних еталонів, але й забезпечити доступ до них засобами глобальної мережі з будь-якої точки світу.

2. Програмна база. Оптимізація коду драйверів для пристроїв і алгоритмів обробки інформації програмною складовою віртуальних ЗВТ та еталонів, розробка програмної оболонки для використання мережевих ресурсів і реалізації розподілених обчислень, використання платформо-незалежних програмних продуктів. Це дозволить забезпечити взаємодію між віртуальними еталонами і виключить не обхідність у матеріальних носіях для передачі одиниці фізичної величини при звірянні еталонів.

3. Використання альтернативних алгоритмів обробки передбачає широке впровадження окрім традиційних алгоритмів обробки інформації таких технологій як експертні системи і системи штучного інтелекту, зокрема нейронні мережі. Даний підхід дозволяє враховувати при проведенні вимірювань специфіку засобів, що емулюються комп'ютером і вплив на процес вимірювання факторів, якими зазвичай нехтують чи вводять наближені поправки у зв'язку з неможливістю встановлення чіткого функціонального зв'язку між ними і результатом вимірювання.

Література

1. Jenie Cutzel ***Virtual devices*** *// Control Engineering Poscun. – 2006, №6. – P.37-38.*

2.http://www.eliks.ru/product/vi/index.htm

3. LabVIEW Data Acquisition Basics Manual, National Instrument Corporation, 1997.

4. Ермишин С.М., Шабанов П.Г. Виртуальные эталоны – новый класс виртуальных приборов // Автоматизация в промышленности. – 2005, №10. – С.15-17

5. А.с. 2259012 РФ. Автоматизированая контрольно-поверочная апаратура / В.А. Сухолитко.

6. http://www.virtualstandard.ru

ISSN 1993-9981 Методи та прилади контролю якості, № 19, 2007