

Особливості метрологічної перевірки компонентів кібер-фізичних систем

Асп. О. Олесків, д.т.н., проф. І. Микитин

Національний університет "Львівська політехніка", olha.oleskiv@ukr.net

Abstract: The features of the functioning of cyber-physical systems and their sensors are considered. A multi-level verification of cyber-physical systems is offered.

Keywords: measuring instrument, software, verification, cyber-physical system, embedded system control, intelligent sensor.

Постановка задачі. На сьогоднішній час інформаційні технології проникають практично у всі сфери людської діяльності і вони є найважливішим фактором інновацій. Об'єкти з вбудованими системами керування (ВСК), які об'єднані один з одним через глобальні мережі, виконують багато нових функцій та дій, що дозволяють частково, або повністю усунути людину з процесу діяльності. З кожним роком реальний і віртуальний світи стають все ближчі один до одного, утворюючи технічну базу кібер-фізичних систем (КФС) [1]. КФС, як правило, є складними системами, компоненти яких можуть знаходитися на великій відстані одна від одної. Вони об'єднують інформаційні, програмні, електронні, оптичні, механічні та інші фізичні компоненти, які «спілкуються» через Інтернет в режимі реального часу. КФС здійснюють опрацювання інформації і виконують функції моніторингу та управління обладнанням. Інфраструктура КФС в основному складається з підсистем, електронні компоненти яких реалізуються через ВСК [2], що отримують інформацію про навколишнє середовище за допомогою первинних перетворювачів (ПП) та засобів вимірювання (ЗВ) і можуть впливати на нього через виконавчі механізми (рис. 1). Враховуючи широке застосування мікропроцесорної та мікроконтролерної техніки, основне опрацювання результатів вимірювання, а саме усереднення, апроксимація, фільтрація, інтерполяція, перетворення Фур'є тощо реалізуються переважно програмним способом.



Рис. 1. Структурна схема компоненти КФС

Якщо вимірювальна інформація некоректно відображає характеристики об'єкта зовнішнього середовища (похибки результатів вимірювання перевищу-

ють допустимі значення), то дія виконавчих механізмів на об'єкт може бути неправильною. Це може призвести до некоректного функціонування КФС та небажаних наслідків, а інколи і до небезпеки життю людини. Тому для забезпечення правильного функціонування компонентів КФС актуальним є розроблення методів, методик та засобів віддаленої метрологічної перевірки первинних перетворювачів, засобів вимірювання та програмного забезпечення.

Аналіз можливості метрологічної перевірки ПП та ЗВ кібер-фізичних систем. На рис. 2 представлено структурні схеми під'єднання ЗВ електричних величин, ЗВ неелектричних величин та ПП, що мають інтерфейс передавання даних, до компоненти КФС.

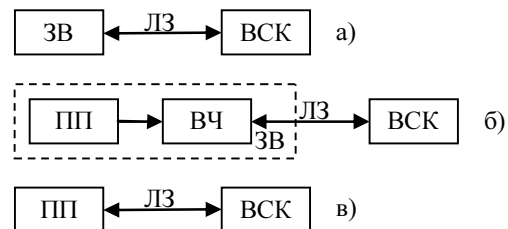


Рис. 2. Структурні схеми під'єднання: а) ЗВ електричних величин, б) ЗВ неелектричних величин та в) ПП до компоненти КФС, де ЗВ – засіб вимірювання; ЛЗ – лінія зв'язку; ВСК – вбудована система керування; ПП – первинний перетворювач; ВЧ – вимірювальна частина.

Для метрологічної перевірки ЗВ електричних величин (вольтметри, амперметри тощо), потрібно на вхід подати зразковий сигнал. Існує цілий ряд зразкових засобів відтворення напруги, струму, частоти тощо [3], які мають малі розміри і можуть бути інтегровані у КФС. Якщо перевіряється ПП, то на вхід слід подати відповідну фізичну величину відомого значення. У більшості випадків для цього потрібне складне та громіздке обладнання, наприклад для перевірки ПП температури потрібно мати реперні точки температури, високоточні термостати і т. д. Тому віддалена метрологічна перевірка ЗВ електричних величин є набагато простішою у порівнянні з ПП. Крім того метрологічну перевірку ПП не завжди можна провести віддалено.

Для віддаленої перевірки ПЗ кібер-фізичні системи підходять якнайкраще, оскільки вони з'єднані з Інтернетом і доступ до них, а отже і до ПЗ, що їх обслуговує, є наявним. Потрібно лише забезпечити певний програмний сервіс, який дозволяє запустити процес перевірки.

З іншого боку цікавим є проведення аналізу можливості під'єднання ПП до ВСК, що дало би змогу суттєво спростити вимірювальну частину КФС. На рис.3 представлено класифікацію ПП за типом вихідного сигналу.



Рис. 3. Класифікація ПП видом вихідного сигналу

Вихідним сигналом аналогового ПП є неперервна фізична величина (переважно електрична). Перевагою аналогових ПП є простота їх реалізації. Недоліком є те, що для підключення таких ПП до виміральної схеми потрібно використовувати додаткові засоби виміральної техніки [4].

Цифрові, бінарні та імпульсні ПП можна безпосередньо підключити до ВСК, якщо вона має цифровий та частотний вхід. Інтелектуальні ПП легко підключаються до ВСК з використанням протоколів промислових мереж Profibus, Foundation Fieldbus та ін.

Інтелектуальні первинні перетворювачі (ІПП) мають ряд властивостей, які суттєво відрізняють їх від інших видів ПП. Вони можуть автоматично обирати діапазон вимірювання, проводити алгоритмічну корекцію результатів вимірювання, працювати в режимі діалогу з центральною системою управління, приймати команди, передавати результати вимірювання в цифровій формі, а також аварійні повідомлення тощо. ІПП можуть проводити самоналаштування, самодіагностику та самоперевірку [5].

ІПП здійснюють необхідні перетворення виміральної інформації та математичне опрацювання результатів вимірювань. Тому використання ІПП дає можливість звільнити ВСК від збереження та опрацювання значної кількості проміжних даних. Враховуючи вищесказане, оптимальним є використання ІПП у КФС.

Багаторівнева метрологічна перевірка КФС.

Метрологічна перевірка КФС є достатньо складною процедурою, враховуючи той факт, що кібер-фізичні компоненти, що об'єднуються в одну систему для виконання певної задачі, можуть розташовуватися у будь-якому куточку земної кулі. Враховуючи таку специфіку КФС, як «засобу вимірювання» запропоновано багаторівневу метрологічну перевірку КФС. Метрологічна перевірка КФС має відбуватися на всіх етапах функціонування, розпочинаючи з перевірки первинних перетворювачів контролюючими компонентами КФС та самоперевірки інтелектуальних первинних перетворювачів і закінчуючи загальною перевіркою КФС, яка задається контролюючою особою, якщо виникли сумніви щодо коректності функціонування КФС або прийшов час планової перевірки КФС.

На основі проведеного аналізу запропоновано багаторівневий процес перевірки КФС (рис. 4). Ініціювати перевірку будь-якої із компонентів може сама компонента, компонента вищого рівня або людина.

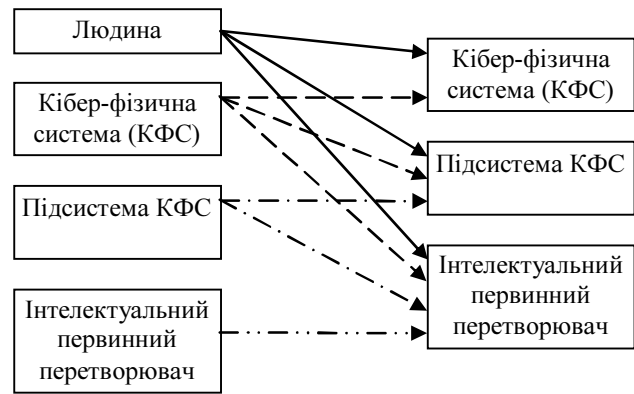


Рис. 4. Багаторівневий процес перевірки КФС

Висновки. На основі розглянутої класифікації ПП зроблено висновок, що у КФС найдоцільніше використовувати інтелектуальні первинні перетворювачі, оскільки вони не вимагають застосування додаткових засобів виміральної техніки; здатні самостійно проводити основні опрацювання результатів вимірювання, самоналаштування та самодіагностику, працюють з різноманітними інтерфейсами передавання даних тощо. ІПП можуть проводити періодичну метрологічну перевірку своїх ПП, використовуючи вбудовані міри фізичних величин.

Перевірку програмного забезпечення КФС можна реалізувати віддалено, оскільки КФС з'єднані з Інтернетом. Потрібно лише забезпечити певний програмний сервіс, який дозволяє запустити процес перевірки.

Враховуючи результати проведеного аналізу характеристик КФС та їх компонентів, запропоновано багаторівневу віддалену метрологічну перевірку КФС. За запропонованим алгоритмом компоненти КФС можуть перевірятися за вимогою будь-якої компоненти, підсистеми або системи вцілому. Також процес метрологічної перевірки може ініціювати людина, у випадку, якщо є підозра у некоректній роботі КФС або прийшов час планової перевірки КФС.

[1]. Cyber-physische Systeme. [Електронний ресурс] – Режим доступу до інформації: <http://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/wi-enzyklopaedie/lexikon/informationssysteme/Sektorspezifische-Anwendungssysteme/cyber-physische-systeme>.

[2]. Ненов О. Л. Проектування вбудованих комп'ютерних систем. Одеса 2008 – 89 с.

[3] М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник, В. Василюк, Р. Борек, А. Ковальчик. Основи метрології та виміральної техніки. – 2005. – Т.1. Основи метрології. — 532 с.

[4] Є. С. Поліщук, М. М. Дорожовець, В. О. Яцук, В. М. Ванько, Т. Г. Бойко. Метрологія та вимірвальна техніка. Л.: Бескид Біт, 2003. — 544 с.

[5]. Ajay Mahajan, Christopher Oesch, Haricharan Padmanaban, Lucas Utterback, Sanjeevi Chitikeshi, Fernando Figueroa. Physical and Virtual Intelligent Sensors for Integrated Health Management Systems /International journal on smart sensing and intelligent systems, Vol. 5, No. 3, September 2012. – 559-575 pp.