

# Цифрове діагностування пристроїв керування електромеханічними системами

Сергій Смітюх

Кафедра електроприводу та автоматизації промислових установок, Національний університет "Львівська політехніка", УКРАЇНА, м.Львів, вул.С. Бандери, 12, E-mail: [sergurets@mail.ru](mailto:sergurets@mail.ru)

*Abstract – The existent methods of testing and diagnosing of managing devices of the electromechanics systems are in-process analysed.*

Ключові слова – діагностування, цифрова модель, мікроконтролер, сигнальний процесор.

## I. Вступ

Одним з найважливіших засобів забезпечення і підтримки надійності пристроїв керування електромеханічними системами є технічна діагностика.

Під технічною діагностикою розуміється область знань, яка займається розробкою методів і засобів пошуку відхилень в режимах роботи (або станах), виявлення і усунення дефектів в системах (або її елементах) і засоби їх локалізації.

При діагностуванні необхідно визначити, перш за все, технічний стан системи в даний момент часу [1]. Це означає, що потрібно перевірити справність, працездатність і (або) правильність функціонування системи (визначити, чи знаходяться значення параметрів системи в необхідних межах, тобто система не відмовила і правильно виконує задану функцію) або виявити дефекти, що порушують справність, працездатність і правильне функціонування системи.

Розрізняють тестове і функціональне діагностування.

Тестове діагностування дозволяє перевірити технічний стан системи по тестовому впливу на неї. Для виконання тестового діагностування вимагається наявність спеціальних генераторів, які виробляють тестові впливи, що подаються на об'єкт діагностування і стимулюють його реакцію. За ступенем відхилення реакції об'єкта від номінальної при тестовому впливі судять про його стан. Дозволяє оцінити працездатність системи, але ніяким чином не відображає показників налаштування, і налагодити таким чином її неможливо.

Функціональне діагностування дозволяє визначити технічний стан системи (або її елементів) при робочій дії на неї. Проводять діагностування безпосередньо під'єднавши систему керування до об'єкту регулювання. Цей спосіб має недолік, а саме: якщо пристрій керування не налагоджений, в ньому є якась несправність, то існує можливість пошкодження не тільки системи керування, а й об'єкту регулювання.

## II. Способи діагностування

Враховуючи важливість та актуальність задач випробування та діагностування пристроїв керування сьогодні використовуються різні способи і засоби для її розв'язання, зокрема з використанням фізичного моделювання, коли об'єкт керування замінюється

його фізичною моделлю. Зокрема, для випробування систем збудження генераторів електростанцій в НДІ «Електромаш» (м.Санкт-Петербург, Росія), НДІ з передачі електроенергії постійним струмом (м.Санкт-Петербург, Росія) використовуються електродинамічні фізичні моделі генераторних установок. В [2] фізичну модель електровоза з відповідними характеристиками навантаженням пропонується використовувати для випробування тягового асинхронного електроприводу. В більшості випадках у відповідних випробувальних стендах використовується комп'ютерна техніка, однак її функція зводиться до фіксування та обробки експериментальних даних.

Значний прогрес у галузі цифрової техніки, теорії математичного моделювання, сприяє створенню та впровадженню цифрових засобів, які для проведення діагностування пристроїв керування використовують цифрові моделі об'єктів керування [3]. Тестування відбувається наступним чином: реальна система керування через ЦАП/АЦП під'єднується до моделі об'єкту керування, яка реалізована на цифровому тестуючому пристрої. Відповідно, модель об'єкту керування буде реагувати на сигнали від реальної системи керування (через АЦП) як реальний об'єкт, і через ЦАП буде передавати відповідні сигнали зворотніх зв'язків до пристрою керування. Таким чином, ми отримуємо систему, в якій пристрій керування буде працювати з реальними вхідними і вихідними сигналами. Це дасть нам змогу протестувати і налагодити систему керування в умовах відсутності реального об'єкту керування, що є досить зручно, і дозволить запобігти виходу з ладу дорогого і відповідального обладнання. Крім того, можна проводити діагностування пристроїв керування при аварійних режимах.

## III. Огляд апаратних засобів

Використання в якості тестуючого пристрою персонального комп'ютера з відповідними платами ЦАП/АЦП в умовах виробництва є ускладнене у зв'язку з тим, що переважна більшість ПК працюють під операційними системами, на яких складно реалізувати цифрові моделі реального часу, і завадостійкість таких машин є на порівняно невисокому рівні. Тому, в даному випадку необхідно використовувати комп'ютери промислового виконання. Однак такі системи є доволі громісткими і мають низьку мобільність. Крім того, додаткові труднощі виникають під час реалізації цифрових моделей реального часу на комп'ютерах з операційною системою Windows, що вимагає застосування цілої низки додаткових заходів для

забезпечення постійної синхронізації моделі з реальним часом.

Також для розв'язання задач діагностування можна використати мікроконтролер. Є два основних типи: PIC-контролери і мікроконтролери AVR [4]. Але мікроконтролери AVR мають ряд переваг в порівнянні з PIC. Перш за все, мікроконтролери AVR мають досконалішу архітектуру і можуть виконувати команди в кожному такті (на відміну від PIC, яким для виконання команди потрібно чотири такти). Тому при тій же тактовій частоті мікроконтролери AVR працюють в 4 рази швидше. Крім того, вони мають 32 робочих регістра (на відміну від одного єдиного, наявного в PIC) і майже в 3 рази більше команд. Завдяки цьому програми для AVR практично завжди будуть коротші за аналогічні програми для PIC. Всі мікроконтролери AVR мають FLASH-пам'ять програм, що дозволяє здійснювати їх багатократне перепрограмування.

Наведемо основні технічні характеристики одного з найпопулярнішого серед розробників 8 розрядного AVR мікроконтролера ATmega128 виробництва компанії Atmel: тактова частота 0–16 МГц, швидкодія до 16 MIPS (мільйонів операцій за секунду), внутрішня пам'ять – 128 Кбайт.

Ці параметри можуть не забезпечити виконання складних задач, тому можливим вибором для апаратної реалізації пристроїв тестування є використання систем на основі цифрових сигнальних процесорів, так званих DSP (Digital Signal Processor), які володіють потужною обчислювальною структурою, що дозволяє реалізувати різні алгоритми обробки інформаційних потоків. Порівняно невисока ціна, а також розвинені засоби розробки програмного забезпечення дозволяють легко застосовувати їх при побудові цифрових обчислювальних систем.

Особливістю процесорів, які виготовляє фірма Analog Devices, є використання гарвардської архітектури, в основі якої лежить застосування роздільних областей пам'яті для програми і даних, а також адресних шин доступу до них [5]. Використання такої архітектури дозволяє протягом одного такту процесора здійснити пересилання необхідних даних і арифметичні або логічні операції над ними (це значно підвищує швидкодію). Плюс до того, компанія Analog Devices випускає компілятор з мови C/C++ на асемблер VisualDSP++ C/C++ Compiler, що значно спрощує створення програмного забезпечення для DSP. Тому логічно для побудови цифрової системи тестування пристроїв керування електромеханічними системами використати цифровий сигнальний процесор ADSP-21065L цієї ж фірми.

ADSP-21065L має наступні технічні характеристики: тактова частота – 60 МГц; частота циклу –

16,67 нс, внутрішня пам'ять – 544 Кбайт, має 8 послідовних портів, швидкодія до 66 MIPS. Таких параметрів цілком достатньо для реалізації цифрових систем тестування пристроїв керування електромеханічними системами.

#### IV. Вимоги до математичних моделей

Використання цифрових технологій для розв'язання задач діагностування пристроїв керування електромеханічними системами вимагає розробки цифрових моделей, які повинні бути швидкодіючими, працювати в режимі реального часу і які можна було би реалізувати на базі відповідних апаратних засобів. Швидкодію моделі можна збільшити за рахунок її спрощення, але воно не повинно відобразитись на її адекватності та придатності для розв'язання поставлених задач.

#### Висновок

Серед існуючих на сьогоднішній день способів діагностики і тестування пристроїв керування електромеханічними системами найперспективнішим є спосіб з використанням цифрових технологій. Він дозволяє тестувати пристрій керування в режимі реального часу з реальними вхідними і вихідними сигналами без небезпеки пошкодити об'єкт керування і безпечно для обслуговуючого персоналу. Створення таких засобів діагностування вимагає розв'язання задач розробки відповідних математичних та цифрових моделей реального часу, апаратних засобів для їх реалізації та технологій використання.

#### Література

- [1] А. А. Сарвин, Л. И. Абакулина, О. А. Готшалк, "Диагностика и надёжность автоматизированных систем," Санкт-Петербург, 2003.
- [2] Моделирование электромеханической системы электровоза с асинхронным тяговым приводом / Ю.А. Бахвалов, А.А. Зарифьян, В.Н. Кашников и [др.]; под ред. Е.М. Плохова. – М.: Транспорт, 2001. – 286 с.
- [3] Плахтина О.Г., Куцик А.С., Сломінський М.М. Комп'ютерна технологія налаштування і випробування пристроїв керування і захисту електромеханічних і електроенергетичних систем // Технічна електродинаміка, тем. випуск "Силовая електроніка та енергоефективність, ч. 2. – Київ, 2006. – С. 43–46.
- [4] М. С. Голубцов, "Микроконтроллеры AVR," Москва, 2003.
- [5] "SHARC ADSP-2106x Processor User's Manual" Norwood, 2004