

## КОМП'ЮТЕРНЕ ТЕСТУВАННЯ І ДІАГНОСТИКА СИСТЕМ КЕРУВАННЯ І ЗАХИСТУ СИНХРОННИХ ГЕНЕРАТОРІВ З САМОЗБУДЖЕННЯМ

**Вступ. Постановка проблеми.** До цілого ряду електротехнічних систем, зокрема генераторних установок електростанцій, ставляться підвищені вимоги до надійності роботи систем керування і захисту. Для таких систем налагодження та випробування пристроїв керування на об'єкті є небажаним або неможливим через можливість виникнення аварійних ситуацій. Розв'язання цих задач без наявності фізичного об'єкту може здійснюватись шляхом використання моделей останнього. Використання в цьому випадку фізичних моделей обмежується їх високою вартістю, складністю в експлуатації та труднощами у реалізації аварійних режимів. Використання комп'ютерної моделі об'єкта дозволяє уникнути цих недоліків, але натомість ставить додаткові вимоги до математичної (комп'ютерної) моделі. Зокрема, для розв'язання задач випробування та налагодження систем збудження генераторів електростанцій математична модель генераторної установки повинна враховувати: нелінійність електричних машин для забезпечення адекватності в широкому діапазоні режимів роботи (зокрема в аварійних); дискретність вентилів напівпровідникових перетворювачів та процеси всередині напівпровідникової системи збудження. З іншої сторони, крім високої повноти та деталізації опису процесів в об'єкті регулювання, моделі повинні задовольняти вимогам роботи в реальному часі та можливості обміну інформацією з фізичними об'єктами.

**Програмно-технічний комплекс для випробування систем збудження.** Для розв'язання задач тестування та налагодження систем керування електротехнічними об'єктами пропонується програмно-технічний комплекс, структура якого показана на рис. 1 [1]. Для проведення випробування та налагодження виготовленої системи керування (фізичного об'єкту) в даному випадку використовується не реальний об'єкт, а функціонуюча в реальному часі комп'ютерна модель об'єкту регулювання. В цьому випадку з фізичної системи керування на комп'ютерну модель об'єкту регулювання подається керуючий вплив, а з моделі об'єкту регулювання у систему керування надходять сигнали, необхідні для її роботи, передусім сигнали зворотних зв'язків, необхідні для роботи регуляторів. Узгоджувальні пристрої забезпечують зв'язок фізичного об'єкту (системи керування, що випробовується) з цифровим об'єктом (комп'ютерною моделлю об'єкту регулювання).

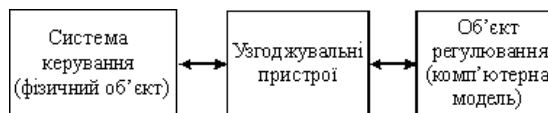


Рис. 1. Структура випробувального комплексу

Зазначений програмно-технічний комплекс було застосовано для випробування безщіткової системи збудження синхронного генератора [2]. Об'єктом регулювання в цьому випадку виступала комп'ютерна модель генераторної установки - складного взаємопов'язаного комплексу, який складався з основного генератора, лінії електропередачі, а також допоміжного обладнання (напівпровідникових перетворювачів, допоміжних генераторів і т. ін.). Вхідним сигналом для комп'ютерної моделі в цьому випадку була напруга збудження з виходу тиристорного перетворювача системи збудження.

**Особливості комп'ютерного випробування системи самозбудження синхронного генератора.** Для випробування статичної системи самозбудження синхронного генератора (рис.2.а) розроблено випробувально-діагностичний комплекс, структурна схема якого показана на рис. 2.б. На рисунках позначено: ВТ – випрямний трансформатор, ТП – тиристорний перетворювач, Г – генератор, ТС – трансформатор струму, ТН – трансформатор напруги, АРЗ – автоматичний регулятор збудження, СКТ – система керування тиристорами.

В системі самозбудження ТП, що регулює струм збудження СГ, живиться через трансформатор Тр вихідною напругою генератора, який є в складі комп'ютерної моделі. З огляду на те, що силова напруга живлення тиристорного перетворювача не може формуватися комп'ютерною моделлю, використання варіанту випробувального комплексу, в якому вхідним сигналом для комп'ютерної моделі є напруга збудження генератора, в даному випадку неможливе.

Натомість пропонується варіант, в якому ТП системи збудження дублюється в комп'ютерній моделі об'єкту регулювання, а вхідним сигналом для цієї моделі є відкриваючі імпульси, що подаються на тиристори реального тиристорного перетворювача у фізичній системі збудження (останній навантажується RL-ланкою). Ці імпульси формуються системою імпульсно-фазового керування ТП на основі вихідного сигналу АРЗ.

В цьому випадку живлення на ТП фізичної системи збудження подається від окремого джерела, а синхронізуюча напруга для системи імпульсно-фазового керування тиристорами СКТ подається з комп'ютерної моделі, в результаті чого досягається синхронізація імпульсів відкриття тиристорів з вихідною напругою генератора.

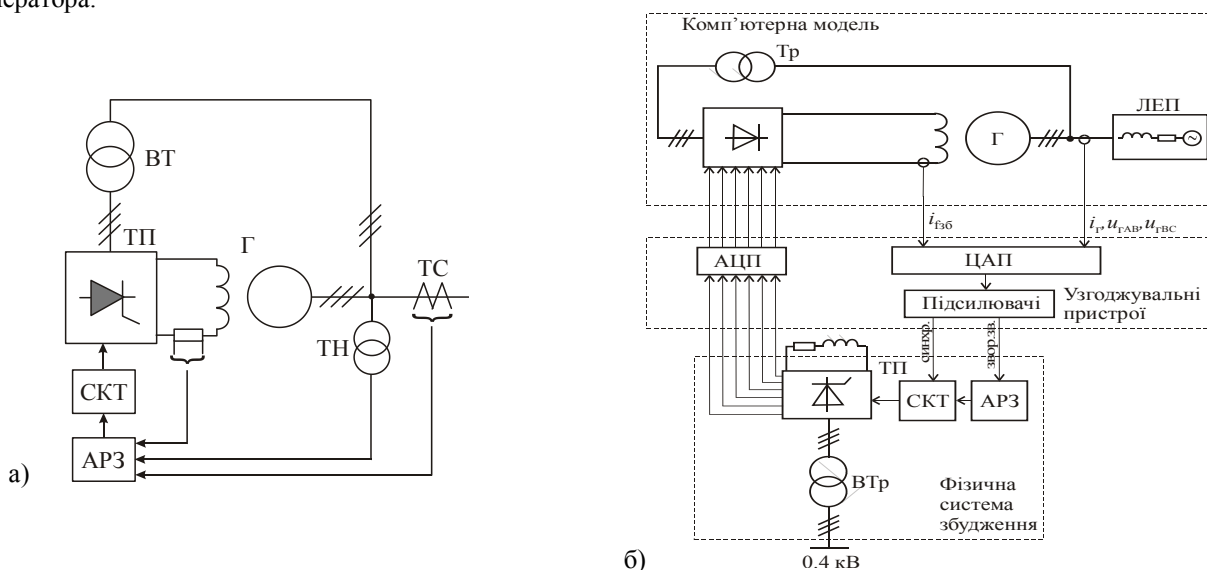


Рис. 2. Система самозбудження СГ (а) та структурно-функціональна схема діагностичного комплексу (б)

В описаному вище варіанті випробувального комплексу перевіряється робота регулятора збудження (інформаційної частини комплексу) з використанням комп'ютерної моделі силової частини. Зазначимо, що при такому підході у складі комп'ютерної моделі об'єкту регулювання можна реалізувати різного роду несправності і перевірити роботу установки в цьому режимі.

Робота створеного випробувального комплексу проілюстрована осцилограмами напруги на виході ВТ та напруги збудження з виходу ТП системи збудження для режимів максимального форсування (а), усталеного режиму роботи (б), у випадку несправності (невідкриття) вентилі ТП (в).

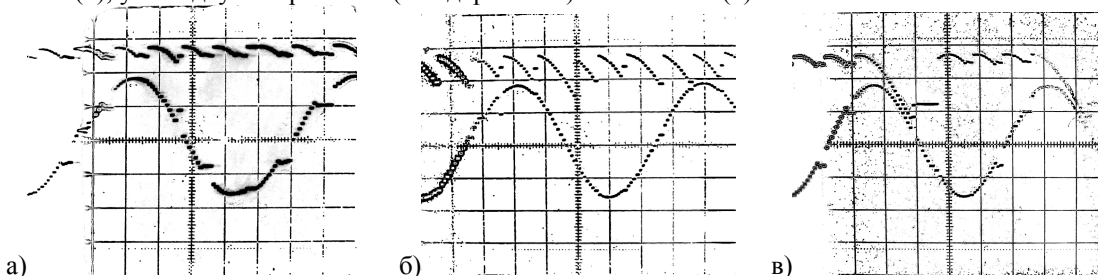


Рис. 3. Осцилограми дослідження роботи випробувального комплексу: а) максимальне форсування, б) при куті керування, відмінному від нуля, в) при несправності вентилі

**Висновки.** 1. Складну систему можна розділити на інформаційну підсистему, що здійснює переробку інформації, та силову підсистему, що здійснює перетворення енергії. Запропонований метод дає змогу поєднати фізичну інформаційну підсистему з комп'ютерною моделлю силової частини і, відтак, розв'язати задачу випробування та налагодження систем керування електротехнічними об'єктами. При цьому можливості випробування визначаються можливостями моделі.

2. У випадку застосування описаного методу для тестування та налагодження системи самозбудження СГ електростанції на вхід комп'ютерної моделі силової схеми з фізичної системи збудження подаються відкриваючі імпульси, що формуються СІФК ТП системи збудження в функції сигналу АРЗ. З моделі силової схеми на АРЗ подається інформація, необхідна для його роботи (зворотні зв'язки).

#### Література.

1. Плахтина О.Г., Куцик А.С. Програмно-технічний комплекс для випробування систем збудження в енергоблоках електричних станцій // Технічна електродинаміка, тем. випуск «Проблеми сучасної електротехніки», ч.6, 2006. – С. 22 - 25.
2. 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 електроника та енергоефективність, ч. 2. – Київ, 2006. – С. 43 – 46.

**O.Plakhtyna  
A.Kutsyk, O.Kuznetsov**

**Poland, Bydgoszcz  
Ukraine, Lviv**

*Institute of electrical engineering ATR  
Lviv Polytechnic National University*

---

**THE COMPUTER DIAGNOSTICS AND TESTING OF  
SELF-EXCITE SYNCHRONOUS GENERATOR'S CONTROL SYSTEM**

---

The basic principles and the program-technical realization of computer diagnosing and testing of the self-excite synchronous generator's excitation systems are examined in the paper. In this case, the real-time computer model of the power scheme of the generator's plant is proposed, created with use of the object-oriented method.