

# Засоби аналізу процесів перетворення інформації в системах управління

О.О. Ушкаренко  
кафедра теоретичної електротехніки та електронних систем  
Національний університет кораблебудування  
ім. адм. Макарова  
Миколаїв, Україна  
guperion@mksat.net

## Means of analysis of the information transformation processes in control systems

O. Ushkarenko  
Department of Theoretical Electrotechnics and Electronic Systems  
Admiral Makarov  
National University of Shipbuilding  
Nikolaev, Ukraine  
guperion@mksat.net

**Анотація**—Запропоновано спосіб аналітичного опису структур систем управління, який дозволяє використовувати різні рівні декомпозиції для подання підсистем і елементів, що дає можливість виділити найбільш важливі аспекти опису на різних стадіях проектування і аналізу системи. Розроблено графоаналітичний вираз, що описує систему управління асинхронним двигуном. Визначено правила опису функціональних структур на різних рівнях декомпозиції системи частотного управління асинхронним двигуном. Розглянуто функціональну структуру обчислювального ядра мікроконтролера, який використовується в системі управління.

**Abstract**—The method of analytical description of the structures of control systems allows to use the different levels of decomposition for describing the sub-systems and components, which makes it possible to highlight the most important aspects of the description of the various stages of design and analysis system.

**Ключові слова**—система управління; асинхронний двигун; структурна схема; мікропроцесор

**Keywords**—control system; induction motor; structural scheme; microprocessor

### I. ВСТУП

Сучасна теорія автоматичного управління може аналізувати системи управління і синтезувати для них закони. Однак цього недостатньо з огляду на різноманіття процесів управління [1]. Тому виникла велика кількість наукових напрямків, що займаються процесами управління в своїх областях. Системний аналіз вказує на той факт, що

подібні процеси повинні розроблятися з дотриманням певних принципів [2, 3]. Тому актуальною є задача створення математичного апарату, який дозволив би об'єднати процеси управління, що мають різну фізичну, організаційну та цільову природу.

Одним з можливих методів підвищення якості аналізу і синтезу логіко-динамічних процесів з підвищеним інформаційним змістом є аналітичний і графоаналітичний метод [1, 3], за допомогою якого з'являється можливість аналізу коректності сформованого процесу в різних системах управління. Основною якістю функціонально закінченої моделі повинна бути мінімізація словесного опису її змісту.

Метою роботи є розробка методики аналізу та синтезу логіко-динамічних процесів в системах управління, яка може бути використана при аналізі перетворення даних і вирішенні завдань по оптимізації структури системи.

### II. СТРУКТУРА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

Оскільки аналітична форма запису необхідна для подальшої формалізованої оптимізації конкретного процесу, тому для цього необхідно, щоб математична модель була проста в запису і мала максимальне інформаційний зміст.

На рис. 1 представлено графоаналітичний вираз, що описує структуру системи управління асинхронним двигуном.

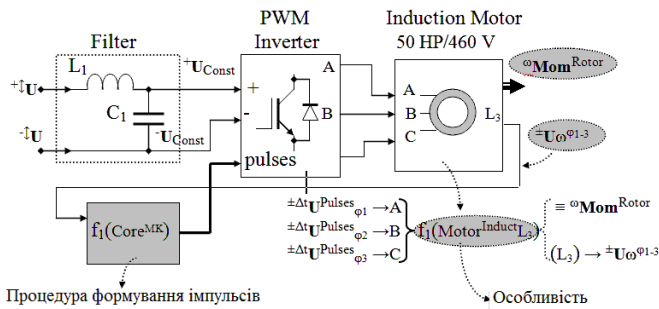


Рис. 1. Структура системи управління асинхронним двигуном

На рисунку позначено:  $+\uparrow U$  – додатна пульсуюча напруга на виході випрямляча;  $-\uparrow U$  – від’ємна пульсуюча напруга на виході випрямляча;  $+U_{Const}$  – постійна (Const) напруга  $U$  на виході фільтра, величина якої може змінюватися (символ « $\pm$ ») при зміні амплітуди змінної напруги на вході випрямляча (якщо випрямляч некерований, який складається з діодів), або ж при зміні кута управління (якщо випрямляч керований і складається з тиристорів);  $\pm\Delta t U^{Pulses}_{\phi 1}$  – імпульсний сигнал (Pulses) з широтно-імпульсною модуляцією ( $\pm\Delta t$ ), який поступає на фазу А асинхронного двигуна і має фазу  $\phi 1$ , рівну 0 градусів;  $\pm\Delta t U^{Pulses}_{\phi 2}$  – імпульсний сигнал (Pulses) з широтно-імпульсною модуляцією ( $\pm\Delta t$ ), який поступає на фазу В асинхронного двигуна і має фазу  $\phi 2$ , рівну -120 градусів;  $\pm\Delta t U^{Pulses}_{\phi 3}$  – імпульсний сигнал (Pulses) з широтно-імпульсною модуляцією ( $\pm\Delta t$ ), який поступає на фазу С асинхронного двигуна і має фазу  $\phi 3$ , рівну 120 градусів.

На рисунку «особливістю» є аналітичний запис функціональної структури асинхронного двигуна  $f_1(\text{Motor}^{Induct}L_3)$  з результуючим аргументом  $\omega^{Mom}{}^{Rotor}$  оберտального моменту ротора й інформаційним аргументом напруги  $\pm U_{\omega^{\phi 1-3}}$  швидкості оберտання ротора трьох фаз в статорних індуктивностях.

Функціональна структура обчислювального ядра мікроконтролера  $f_1(\text{Core}^{MK})$  представлена на рис. 2.

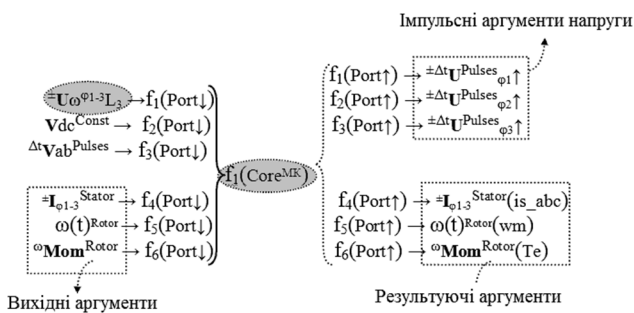


Рис. 2. Функціональна структура обчислювального ядра мікроконтролера

На рисунку позначено:  $f_1(\text{Core}^{MK})$  – обчислювальне ядро мікроконтролера;  $\downarrow$  – вхідний зв’язок, що з’єднується з вихідним зв’язком;  $\uparrow$  – вихідний зв’язок, що з’єднується з

вхідним зв’язком;  $\rightarrow$  – вхідний аналоговий зв’язок;  $f_1(\text{Port}\downarrow)$  – вхідний (input) порт (port) або вивід (pin) мікроконтролера – через цей порт сигнали поступають в мікроконтролер для їх подальшої обробки; нижній індекс позначає номер порта або виводу, тобто  $f_1(\text{Port}\downarrow)$ ,  $f_2(\text{Port}\downarrow)$  ...  $f_N(\text{Port}\downarrow)$  – виводи мікроконтролера, на які поступають різні сигнали;  $f_1(\text{Port}\uparrow)$  – вихідний (output) порт (port) або вивід (pin) мікроконтролера; через цей порт або вивід мікроконтролер формує керуючі сигнали;  $\pm I_{\phi 1-3}{}^{Stator}$  – виміряне значення змінного ( $\pm$ ) струму ( $I$ ) статора (Stator) трьох фаз ( $\phi 1-3$ ) асинхронного двигуна;  $\omega(t)^{Rotor}$  – виміряне значення кутової швидкості оберտання ротора асинхронного двигуна;  $\omega^{Mom}{}^{Rotor}$  – виміряне значення моменту (Mom) на валу ротора Rotor, який обертається з кутовою швидкістю  $\omega$ ;  $\Delta t U^{Pulses}$  – виміряне значення лінійної імпульсної ( $^{Pulses}$ ) напруги (V) між фазами А та В (ab) x широтно-імпульсною модуляцією ( $\Delta t$ );  $\pm U_{\omega^{\phi 1-3}}L_3$  – змінна ( $\pm$ ) напруга  $U$  з кутовою частотою ( $\omega$ ) на виході трьохфазного ( $\phi 1-3$ ) інвертора, яка подається на статорні обмотки трьохфазного асинхронного двигуна, кожна з яких має індуктивність  $L$ .

## ВИСНОВКИ

Запропонований метод формалізації процесів роботи елементів систем управління дозволяє використовувати різні рівні декомпозиції для опису підсистем і елементів, що дає можливість виділити найбільш важливі аспекти опису на різних стадіях проектування і аналізу системи. Розроблено структурно-функціональну модель мікропроцесорної системи частотного управління асинхронним двигуном. Визначено правила опису функціональних структур на різних рівнях декомпозиції системи частотного управління асинхронним двигуном. Наявність аналітичної моделі мікропроцесорної системи управління дозволяє оцінити її повноту і несуперечність, визначити відносини і типи зв’язків між підсистемами управління і візуалізації, а також описати функціональні можливості елементів окремих підсистем і алгоритми обробки даних. При цьому основним якістю функціонально закінченої математичної моделі логіко-динамічного процесу перетворення сигналів є мінімізація словесного опису їх змісту.

## ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] А. В. Ярошенко Единое управление разнородными взаимосвязанными процессами в судостроении / А.В. Ярошенко // Судостроение, – 2001. № 5. – С. 30 – 31.
- [2] Н. Н. Моисеев Математические задачи системного анализа / Н. Н. Моисеев. – М.: Наука, 1981. – 488 с.
- [3] А. Схрейвер Теория линейного и целочисленного программирования. / А. Схрейвер. В 2-х т. – М. : Мир, 1991. – 726 с.
- [4] Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи: Навч. посібник. / М.Г. Попович, О.Ю. Лозинський, В.Б. Клепиков та ін. За ред. М.Г. Поповича. – К. : Либідь, 2005. – 680 с.