

ВИКОРИСТАННЯ ІМПУЛЬСНИХ ФУНКЦІЙ У КОНТРОЛЕРАХ НА БАЗІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ ДЛЯ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ТУРБОМАШИН

Б.Л. Тишевич, канд. техн. наук (НТУУ "КПІ", ІЕЕ)

Предлагается использовать импульсные функции принадлежности для "дефазификации" в контроллерах на базе нечеткой логики для управления электроприводом турбомашин.

Режими роботи турбомашин (водовідливних установок, компресорів) регулюються, як правило, шляхом зміни статичних характеристик трубопроводу або самих турбомашин. Такий спосіб регулювання є нееконімічним і не дозволяє оперативно змінювати режим роботи при зміні параметрів гідравлічної або повітряної мережі. Керування режимами роботи турбомашин шляхом зміни частоти обертання вала приводного електродвигуна практично не застосовується, оскільки для асинхронних електродвигунів (АД) з короткозамкненим ротором, які використовуються у приводі турбомашин, відсутні прості і надійні системи керування, здатні забезпечити достатньо високу якість керування в широкому діапазоні частоти обертання.

З появою нових напрямків у області теорії керування з'явилася можливість використати засоби, що дозволяють синтезувати закони керування для систем (об'єктів керування), аналітичний опис яких є занадто складним для синтезу алгоритмів керування традиційними засобами. Одним з напрямків, що інтенсивно розвивається, є розроблення систем керування на базі нечіткої логіки (fuzzy logic), запропонованої Л.А. Заде [1]. Основною перевагою таких систем є можливість синтезу сигналів керування за якісними характеристиками об'єкта.

Усі контрольовані і потрібні керуючі змінні об'єкта описуються за допомогою т. з. "функцій належності" (ФН), які визначають межі нечітких областей в усьому діапазоні цих змінних. Відповідно до якісного опису процесу керування формується т. з. "база правил" (БП), яка визначає взаємодію між ФН вхідних і вихідних змінних контролера. Відповідно до БП вихідні ФН для керуючих змінних об'єднуються з вхідними. Для перетворення об'єднаних ФН у числову величину, яка сприймається виконавчим пристроєм, застосовується т. з. "дефазифікація", найбільш трудомістка процедура для математичної обробки [2].

Для керування систем з інтенсивною динамікою, до яких належить і привод з АД, зручніше використовувати системи керування на базі нечіткої логіки, синтезовані з використанням імпульсних ФН для вихідної змінної контролера. В цьому випадку ФН є постійною величиною або лінійною функцією. В ре-

зультаті значно зменшуються затрати часу на проведення дефазифікації і, отже, підвищується швидкодія системи керування.

Типове правило в БП при використанні імпульсних ФН, наприклад, для двох входів, кожний з яких представлений нечіткою множиною, що містить три ФН, позначені як “мала”, “середня” і “велика”, має загальний вигляд

якщо x належить до B і (або) y належить до C , то $z = k$,

де x, y – вхідні змінні; z – вихідна змінна; B, C – нечіткі множини; k – стала величина.

Процедуру отримання вихідної змінної для контролера на базі нечіткої логіки з використанням даного способу показано на рис. 1.

У сучасних електроприводах з АД силова частина побудована з використанням перетворювача частоти з широтно-імпульсною модуляцією (ШІМ). У такому перетворювачі використовується примусова комутація, що дозволяє здійснити ШІМ на частоті, яка значно перевищує вхідну.

Система керування може бути реалізована на контролері з використанням нечіткої логіки. Для розв'язання задачі керування на високому рівні застосовують кілька з'єднаних у блок контролерів, які формують сигнали за потрібним законом. На вхід блока контролерів надходять два сигнали: ω_d – сигнал, пропорційний заданій швидкості, і ω_d – сигнал, пропорційний дійсній швидкості. На виході формується сигнал U_k , який керує роботою частотного перетворювача. Структурна схема системи керування з електроприводом показана на рис. 2.

Для кожного входу контролера використовуються однакові по формі функції належності $\Phi N_1, \dots, \Phi N_6$, показані на рис. 3.

Для виходу кожного контролера у блоці, з якого надходить сигнал U_k , використовуються імпульсні функції належності виходу $\Phi N_{B1}, \dots, \Phi N_{B6}$, які є сталими величинами. Діапазон зміни фізичних величин приводиться у відповідність до діапазону ФН входів за допомогою коефіцієнтів пропорційності. Всі правила в БП контролера формулюються так:

якщо $U_{вх1} = \Phi N_i$ або $U_{вх2} = \Phi N_j$, то $U_{вих} = \Phi N_{B_l}$,

де $i = 1, \dots, 6; j = 1, \dots, 6; l = 1, \dots, 6$.

Дефазифікація для отримання числового значення вихідного сигналу $U_{вих}$ здійснюється шляхом обчислення середнього арифметичного значення ваги $\Phi N_{B1}, \dots, \Phi N_{B6}$, об'єднаних відповідно до БП.

Дослідження системи керування електроприводом з АД проводилося з використанням спеціалізованого програмного забезпечення. Як модель, що адекватно відображає процеси в АД, була вибрана двофазна математична модель [3]. На рис. 4 показано отримані графіки зміни швидкості ω , і струму I_c при ступеневій зміні сигналу завдання ω_d .

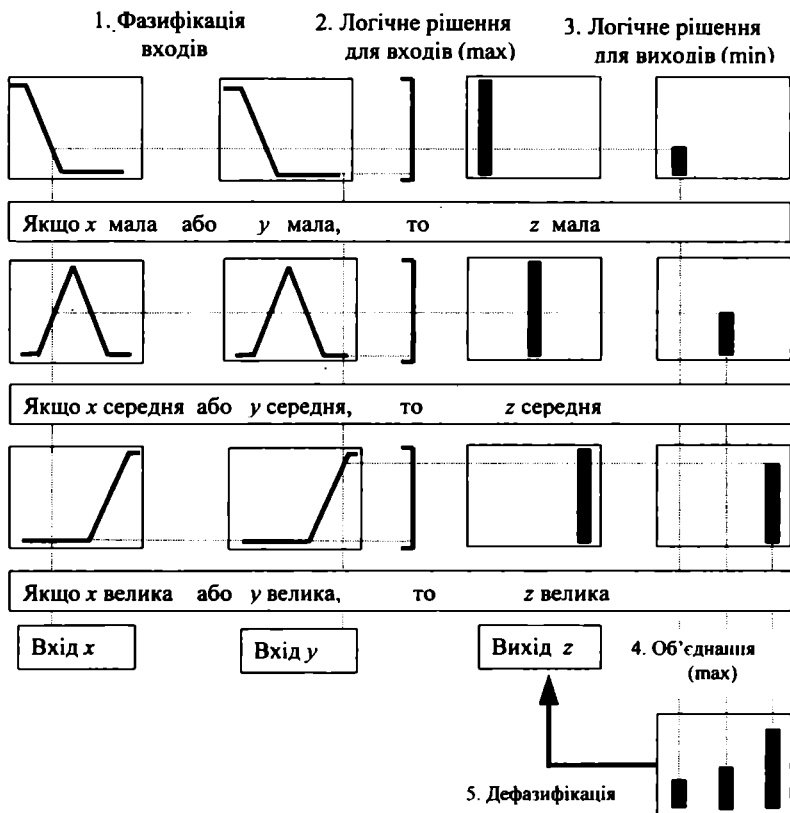


Рис. 1

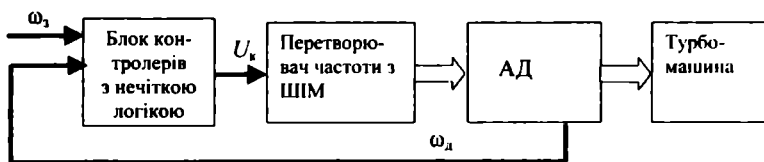


Рис. 2

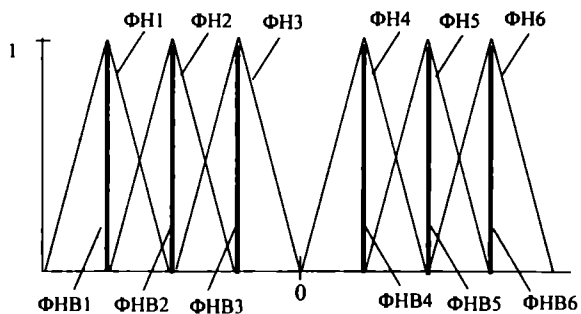


Рис. 3.

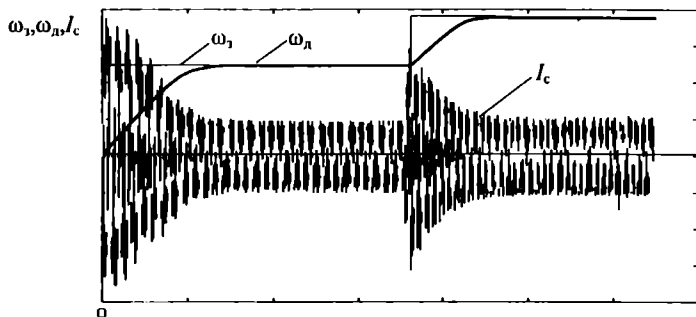


Рис. 4

1. Zade L. A. "Fuzzy sets" // Information and control. – 1965. – V. 8. – P. 338–353.
2. Sugeno M. Industrial applications of fuzzy control // Elsevier Science Pub. Co., 1985.
3. Dubey G.K. Power semiconductor controlled drives // Prentice-Hall, Inc., 1989, section 8.1.4.