

УДК 621.3.078:681.532.55

ЗАСТОСУВАННЯ МЕРЕЖІ КОХОНЕНА У БЕЗДАВАЧЕВІЙ СИСТЕМІ КЕРУВАННЯ ВЕНТИЛЬНИМ РЕАКТИВНИМ ДВИГУНОМ

Ю. О. Бобечко, А. О. Лозинський

Національний університет «Львівська політехніка»

вул. Ст. Бандери, 12, м. Львів, 79013, Україна. E-mail: yurijbobechko@ukr.net

Для створення бездавачевої системи керування вентильним реактивним двигуном з простішою структурою нейронної мережі, ніж уже існуючі, а також для мінімізації подальших обчислень була синтезована штучна нейронна мережа Кохонена. Вхідними величинами мережі є лише фазні струми і напруга живлення, а вихідними – сигнали ключів керування. Методом комп'ютерного симулювання досліджено роботу бездавачевої системи керування з використанням синтезованої штучної нейронної мережі.

Ключові слова: вентильний реактивний двигун, штучна нейронна мережа, бездавачева система керування.

ПРИМЕНЕНИЕ СЕТИ КОХОНЕНА В БЕЗДАТЧИКОВОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ВЕНТИЛЬНЫМ РЕАКТИВНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

Ю. О. Бобечко, А. О. Лозинський

Национальный университет «Львовская политехника»

ул. Ст. Бандеры, 12, г. Львов, 79013, Украина. E-mail: yurijbobechko@ukr.net

Для создания бездатчиковой системы управления вентильным реактивным двигателем с более простой структурой нейронной сети, чем уже существующие, а также для минимизации дальнейших вычислений была синтезирована искусственная нейронная сеть Кохонена. Входными величинами сети являются только фазные токи и напряжение питания, а выходными – сигналы ключей управления. Методом компьютерного моделирования исследована работа бездатчиковой системы управления с использованием синтезированной искусственной нейронной сети.

Ключевые слова: вентильный реактивный двигатель, искусственная нейронная сеть, бездатчиковая система управления.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. На даний час розроблено ціла низка давачів положення ротора (ДПР) для вентильного реактивного двигуна (ВРД), однак усі вони ускладнюють конструкцію, підвищують експлуатаційні вимоги та вартість двигунів, обмежують область застосування тощо. Тому розробка ефективних алгоритмів для бездавачевих систем керування залишається актуальною задачею. При цьому застосовуються методики з різних областей науки, зокрема інтелектуальні підходи на базі нейронних мереж та фаззи-логіки. Низка авторів [1–4] використовує штучні нейронні мережі прямого поширення, які через виміряні фазні струми й поточкозчеплення можуть оцінити положення ротора і тим самим дають змогу уникнути застосування давача положення ротора. Однак якщо вимірювання фазних струмів не є проблематичним, то визначення поточкозчеплень потребує використання додаткових вимірювальних пристроїв і обчислень, які використовують інтегрування, що призводить до накопичення похибок. Окрім того, додаткові вхідні дані роблять структуру нейронної мережі більш громіздкою.

У роботі [1] запропоновано використовувати нейронну мережу, вхідними величинами якої будуть лише фазні струми, а вихідними — кути положення ротора, вмикання і комутації або тільки кут положення ротора. Оскільки на основі величин цих кутів визначаються сигнали ключів керування ВРД, то логічним кроком є спроба створити нейронну мережу, яка зможе безпосередньо визначати ці сигнали. Це дозволило б при тій же кількості вхідних даних уникнути додаткових обчислювальних затрат при застосуванні згладжування до вихідних величин мережі для корекції результатів і покращення точності.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Для розв'язання поставленого завдання запропоновано використовувати самоорганізуючу карту Кохонена,

на, вихідні величини якої є входами для мережі прямого поширення сигналу. Алгоритм функціонування самоорганізуючих карт (Self Organizing Maps – SOM) дозволяє виявляти закономірності між будь-якими даними, які подаються на вхід карти. Приєднана до виходу карти Кохонена, мережа прямого поширення сигналу перетворює уже класифіковані вхідні дані у сигнали, які подаються на ключі керування ВРД. Вхідними даними були вибрані струми фаз і напруга мережі живлення.

Для SOM характерним є використання мереж з активаційними функціями Гауса або виду «переможець отримує все». Мережа виду «переможець отримує все» вимагає менше обчислювальних затрат. Крім того, вихідні величини такої мережі є одиницями або нулями, що дозволило спростити структуру мережі прямого поширення сигналу.

Дослідження для синтезу нейронної мережі для керування ВРД були проведені на моделі шестисекційного ВРД за такими даними: напруга живлення, $U = 60$ В; корисна потужність – 271 Вт; частота обертання – 330 об/хв; коефіцієнт корисної дії – 74 %; момент навантаження, $M = 4,32$ Нм; кут вмикання секції – 1 ел. гр.; інтервал комутації – 110 ел. гр.

На етапі структурного синтезу було навчено і протестовано мережі з різною кількістю нейронів, і з міркувань мінімізації середньоквадратичної похибки при навчанні і тестуванні, а також збереження простої структури, було вибрано 24 нейрони у вихідному шарі карти Кохонена. Таким чином, отримана нейронна мережа має вигляд, показаний на рис. 1.

Методом комп'ютерного симулювання досліджено роботу системи з нейромережевою системою керування ключами ВРД при зміні моменту навантаження та напруги живлення. Результати роботи наведено на рис. 2, 3.

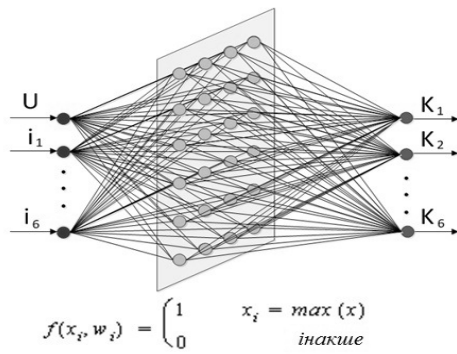


Рисунок 1 – Архітектура отриманої нейронної мережі

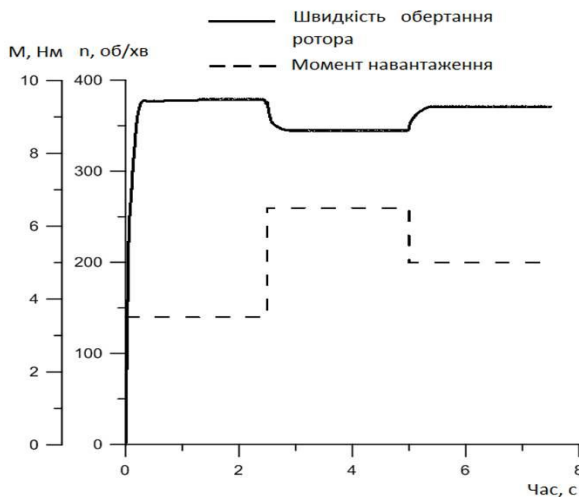


Рисунок 2 – Швидкість обертання при змінах моменту навантаження на валу ВРД при застосуванні СК на базі мережі Кохонена

ВИСНОВКИ. Синтезована структура нейронної мережі на основі самоорганізуючої карти Кохонена забезпечує визначення сигналів

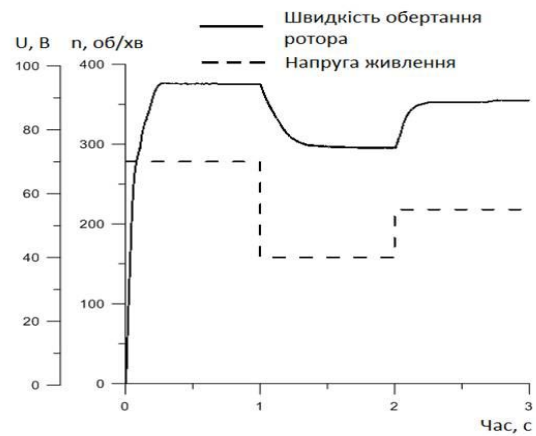


Рисунок 3 – Швидкість обертання при змінах напруги живлення ВРД при застосуванні СК на базі мережі Кохонена

вмикання/вимикання ключів керування в квазіусталених і перехідних режимах роботи ВРД.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бобечко Ю. Нейроестиматор для бездавачевої системи керування вентилювальним реактивним двигуном // *Технічна електродинаміка*. – 2012. – № 3. – С. 89–90.
2. Bellini A., Flipetti F., Franceschini G. and oth. Position sensorless control of a SRM drive using ANN-Techniques // *In Proc. IEEE IAS Annu. Meeting*. – 1998. – PP. 533–539.
3. Enayati B., Saghaiannejad S.M. Sensorless position control of switched reluctance motors based on artificial neural networks // *IEEE ISIE, Montreal, Canada, July 9–12, 2006*. – PP. 2266–2271.
4. Reay D.S., Williams B.W. Sensorless position detection using neural networks for the control of switched reluctance motors // *Proc. IEEE Int. Conf. Contr. Appl. cat.* – 1999. – Vol. 2. – PP. 1073–1077.

SENSORLESS CONTROL SYSTEM OF SWITCHED RELUCTANCE MOTORS USING KOHONEN NEURAL NETWORK

Y. Bobechko, A. Lozynsky

National University "Lvivska Politehnika"

vul. St. Bandery, 12, Lviv, 79013, Ukraine. E-mail: yurijbobechko@ukr.net

To create a sensorless control system of switched reluctance motors with a more simple structure of the neural network than existing ones and to minimize the quantity of calculations, Kohonen artificial neural network was synthesized. The input values of network are only phase currents and voltage, and the output values – control signals of the switches. By computer simulation the work of the sensorless control system using created artificial neural network was researched.

Key words: switched reluctance motor, artificial neural network, sensorless control system.

REFERENCES

1. Bobechko Y. Sensorless control system of switched reluctance motors using neuro-estimator // *Technical electrodynamics*. – 2012. – № 3. – PP. 89–90. [in Ukrainian]
2. Bellini A., Flipetti F., Franceschini G. and oth. Position sensorless control of a SRM drive using ANN-Techniques // *In Proc. IEEE IAS Annu. Meeting*. – 1998. – PP. 533–539.
3. Enayati B., Saghaiannejad S.M. Sensorless position control of switched reluctance motors based on artificial neural networks // *IEEE ISIE, Montreal, Canada, July 9–12, 2006*. – PP. 2266–2271.
4. Reay D.S., Williams B.W. Sensorless position detection using neural networks for the control of switched reluctance motors // *Proc. IEEE Int. Conf. Contr. Appl. cat.* – 1999. – Vol. 2. – PP. 1073–1077.

Стаття надійшла 10.07.2012.
Рекомендовано до друку
д.т.н., проф. Клепиковим В.Б.