

ІДЕНТИФІКАТОР ПОТОКУ РОТОРА НА ОСНОВІ ШТУЧНОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

Божко В.В., студент; Коротков А.В., асистент

(Донецький національний технічний університет, м. Донецьк, Україна)

Мета роботи – дослідити можливість застосування штучних нейронних мереж (ШНМ) при ідентифікації координат в системі векторного керування (СВК). Об'єкт дослідження – СВК електроприводом змінного струму на базі АД з короткозамкненим ротором. Предмет дослідження – ШНМ в якості ідентифікаторів змінних в СВК.

Для реалізації СВК з орієнтацією за потокозчепленням ротора (ПР) необхідно мати інформацію про величину й положення цього вектора в будь-який момент часу. Потокозчеплення ротора вимірюється за допомогою датчиків Холу або вимірювальних обмоток, але недоліки, пов'язані з такими вимірами, приводять до того, що частіше для визначення потокозчеплення ротора використовують математичні моделі або спостерігачі стану. Одним з варіантів ідентифікатора ПР може бути пристрій, отриманий за наступними рівняннями:

$$\begin{aligned}\Psi_{r\alpha} &= K_r^{-1} \int (U_{s\alpha} - R_s i_{s\alpha}) dt - (K_r^{-1} L_{s\sigma} + L_{r\sigma}) i_{s\alpha}, \\ \Psi_{r\beta} &= K_r^{-1} \int (U_{s\beta} - R_s i_{s\beta}) dt - (K_r^{-1} L_{s\sigma} + L_{r\sigma}) i_{s\beta},\end{aligned}\quad (1)$$

де $\Psi_{r\alpha}, \Psi_{r\beta}, U_{s\alpha}, U_{s\beta}, i_{s\alpha}, i_{s\beta}$ – потокозчеплення ротора, напруги й струми статора в системі координат $\alpha - \beta$; $L_{s\sigma}, L_{r\sigma}$ – власні індуктивності обмоток

статора й ротора; R_s – активний опір обмотки статора; K_r – коефіцієнт, що визначає відношення взаємної індуктивності до індуктивності обмотки ротора.

Можна запропонувати визначати ПР за допомогою ШНМ. ШНМ складаються з безлічі штучних нейронів, які являють собою моделі живих нейронів, але тільки за змістом вироблених ними операцій, а не за способом функціонування.

Для ідентифікатора ПР була обрана рекурентна ШНМ, наведена на рис. 1. Активаційними функціями нейронів схованого шару є радіально-базисні, вихідного - лінійні.

Вхідними сигналами були прийняті сигнали струмів статора $i_{s\alpha}, i_{s\beta}$, швидкість ротора ω й зворотні зв'язки з виходу ШНМ, затримані на один крок тренування (блок TDL). На виході були отримані сигнали потокозчеплення ротора $\Psi_{r\alpha}, \Psi_{r\beta}$.

Вектори тренувальних та цільових даних отримані в результаті роботи моделі СВК з орієнтацією за ПР (з датчиком ПР на основі рівнянь (1))

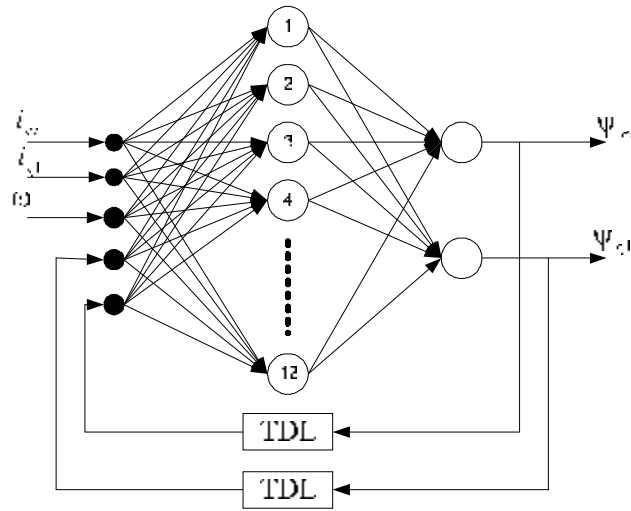


Рисунок 1 - Структурна схема ШНМ

в наступних режимах: збудження, розгін, робота на холостому ході, реверс та гальмування двигуна при номінальному завданні на швидкість, при половинному завданні на швидкість, та при завданні низької швидкості $0.01\omega_{д}$.

Тренування ШНМ проводилося за допомогою алгоритму зворотного розповсюдження за методом Левенберга-Марквадта. Для тренування було використано 1050 тренувальних пар.

Кількість тренувальних пар обиралась з урахуванням міри Вапніка-Червоненкіса (2):

$$2 \cdot \left[\frac{K}{2} \right] \cdot N \leq VC \dim \leq 2 \cdot Nw \cdot (1 + lq(Nn)), \quad (2)$$

де $VC \dim$ - міра Вапніка-Червоненкіса, N – розмірність вхідного вектора, K – кількість нейронів прихованого шару, Nw – загальна кількість ваг мережі, Nn – загальна кількість нейронів.

Для даної структури нейромережі, використовуючи (2), можна отримати, що $60 \leq VC \dim \leq 383$. Так як високі показники узагальнення ШНМ досягаються при кількості тренувальних пар в декілька раз більшим ніж міра Вапніка-Червоненкіса, то для тренування було використано 1050 тренувальних пар.

Такий ідентифікатор ПР дозволяє повністю замінити традиційний датчик, а також має низьку чутливість до зміни активного опору й асиметрії опорів обмоток статора.

На рис.2,3 показана робота СВК з орієнтацією за потокозчепленням ротора з традиційним ідентифікатором ПР, отриманим за (1), і ідентифікатором на основі ШНМ при збільшенні активного опору статора на 25% і асиметрії опорів обмоток статора ($1,25R_N R_N 0.75R_N$) відповідно.

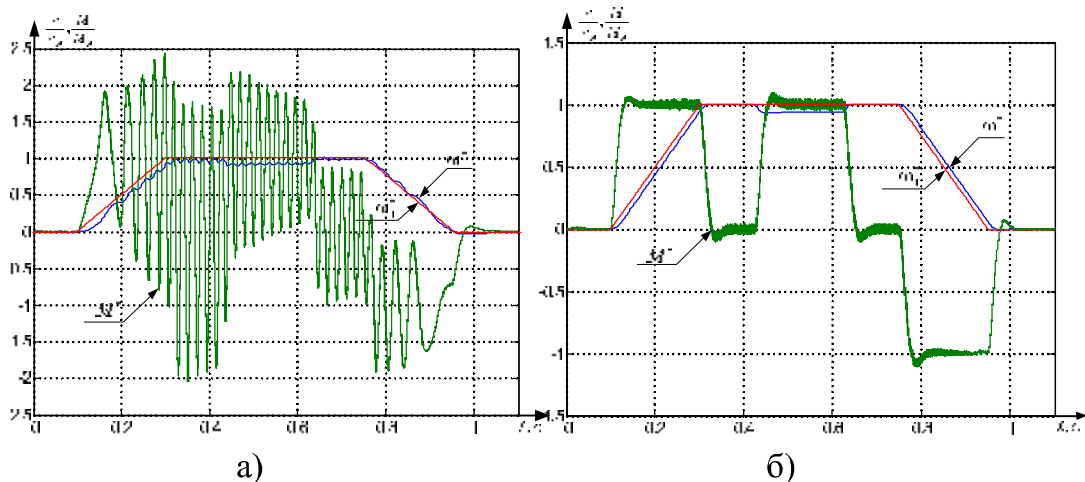


Рисунок 2 - Перехідні процеси у СВК при збільшенні опору статора на 25%
 а) із традиційним ідентифікатором ПР; б) з нейроідентифікатором ПР

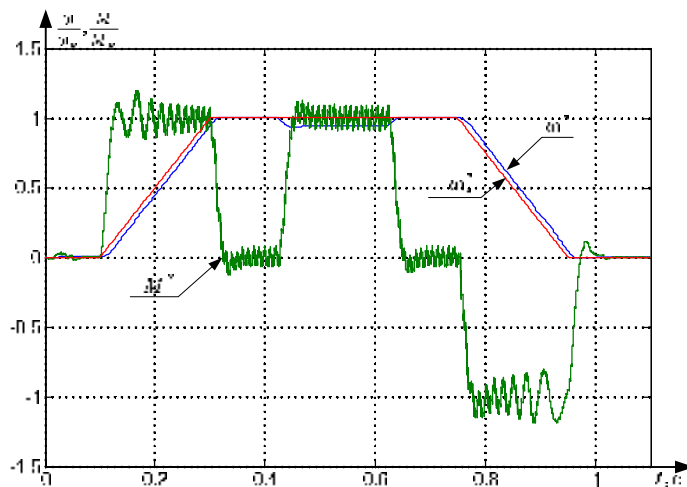


Рисунок 3 - Перехідні процеси у СВК з використанням нейроідентифікатора ПР при асиметрії опорів обмоток статора ($1,25R_s, R_s, 0,75R_s$)

Висновки:

- 1) Можливо використовувати ШНМ в якості ідентифікаторів змінних в СВК;
- 2) Має місто низька чутливість нейроідентифікатора ПР до зміни опору статора (в межах 25%);
- 3) Нейроідентифікатор показує більшу працездатність у порівнянні з традиційним ідентифікатором ПР у випадку асиметрії опорів обмоток статора;
- 4) На низьких швидкостях ($0,01\omega_{st}$) СВК з нейроідентифікатором ПР не забезпечує стабільної роботи системи.

Перелік посилань

1. Усков А.А., Кузьмин А.В. Интеллектуальные технологии управления. Искусственные нейронные сети и нечеткая логика. – М.: Горячая Линия – Телеком, 2004. – 143 с.