

Janusz Flaszka

Politechnika Częstochowska, Częstochowa

MODELOWANIE UKŁADU NAPĘDOWEGO WSPIERANE PRZEZ INTELIGENTNY SYSTEM PROGNOZY

MODELLING OF DRIVING SYSTEM SUPPORTED BY INTELLIGENT SYSTEM OF PROGNOSIS

Abstract: Need of control of speeds and rotatory moment in driving system results from technological regards and economies of energy. Search of suitable models for elektromechanical systems joins with designing of electric motors, exploational methods as well as prognostic solutions for present driving arrangements. Modelling of driving systems, which include in their construction the roller tables, permits onto introduction of supplementary measures for opinion of efficiency for analysed arrangement, this is: partial performance and total, coefficients of economy of electric energy, etc. The practical aspect of investigation of driving arrangements it can be selection of optimum parameters of driving system.

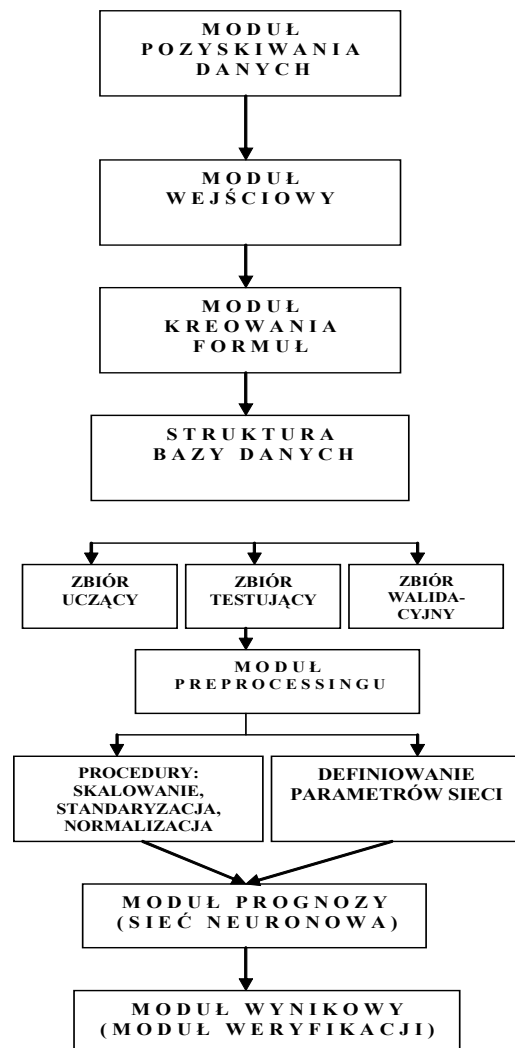
1. Wprowadzenie

Dzięki współczesnym metodom komputerowym, które wspomagają procesy projektowe oraz badawcze można rozwiązywać problemy w dziedzinach niesformalizowanych lub słabo sformalizowanych, dla których nie istnieją formalne teorie matematyczne, a więc nie ma możliwości stworzenia ścisłych algorytmów, [1].

1.1. Zagadnienie modelowania napędowych układów elektromaszynowych z wykorzystaniem sieci neuronowych

Z punktu widzenia nauki jaką jest informatyka, interesującym jest porównanie własności obliczeniowych komputera z własnościami mózgu. Sieci nerwowe mogą przeprowadzać niezwykle obliczenia i działania. Rozpatrując metodykę działania mózgu i komputera, zarówno mózg, jak i konwencjonalne komputery realizują w zasadzie podobne funkcje - gromadzą, przetwarzają i/lub odzyskują informacje. Różnica nie leży w odmiennym działaniu, lecz na odmiennych zasadach gromadzenia i przetwarzania gromadzonych informacji [6].

Celem poprawnie przeprowadzonego procesu modelowania elektromaszynowego układu napędowego, a zarazem efektywnego procesu symulacji komputerowej jest opracowanie inteligentnego systemu prognozy. System ten będzie oparty na sieciach neuronowych i będzie zawierał moduły przedstawione na rys. 1.1



Rys. 1.1 Schemat blokowy inteligentnego systemu prognozowania ISP, [źródło: opr. wł.]

Analiza stanów dynamicznych układów elektromechanicznych sprowadza się do rozwiązania odpowiednich zagadnień, np.:

- określenie schematu kinematycznego układu elektromechanicznego,
- sformułowanie modelu matematycznego części elektrycznej i części mechanicznej układu,
- identyfikacja parametrów układu elektromechanicznego po stronie elektrycznej i mechanicznej,
- określenie zewnętrznych obciążeń,
- weryfikacja pomiarowa wyników obliczeń symulacyjnych na modelu rzeczywistym (stanowisko badawcze, układ przemysłowy itp. [2]).

2. Problem naukowy ISP

Modele matematyczne napędów układów elektromaszynowych w końcowej fazie przekształceń sprowadzone są z reguły do układów równań kanonicznych. Układ równań kanonicznych uwzględnia zależności pomiędzy wielkościami elektrycznymi: napięcia zasilania, prądy, strumienie; wielkościami mechanicznymi: prędkości liniowe, prędkości obrotowe; parametrami elektrycznymi: rezystancje, indukcyjności; parametrami mechanicznymi: momenty bezwładności, sprężystości oraz momentami elektromagnetycznymi maszyny i momentami obciążenia.

Wykorzystując sieci neuronowe zostanie opracowane zagadnienie identyfikacji i sterowania procesami dynamicznymi w napędowych układach elektromaszynowych przy określeniu rzeczywistego przebiegu momentu obciążenia $M_{oi}(t)$ dla zagadnień:

- analizy zjawisk powstawania momentu obciążenia;
- określenia przebiegu czasowego momentu obciążenia na obiekcie rzeczywistym;
- korelacji przebiegu czasowego momentu obciążenia na modelu rzeczywistym z obliczeniowymi przebiegami czasowymi z zastosowaniem wybranych metod z zakresu sieci numerycznych.

Opracowany model napędowego układu elektromaszynowego na bazie sieci neuronowych będzie mógł:

- pełnić funkcje układu śledzącego i nadążnego, jak również identyfikującego, adaptując się do zmiennych warunków środowiskowych, jakie mogą wystąpić w rzeczywistym obiekcie;

- diagnozować napędowy układ elektromaszynowy;
- klasyfikować otrzymane przebiegi dynamiczne.

Analiza opracowań i publikacji z zakresu dynamiki motoreduktorowych układów napędowych samotokowych hutniczych linii transportowych wykazała, że w modelu matematycznym należy uwzględniać rzeczywisty przebieg czasowy momentu lub momentów obciążenia z jednoczesną analizą zjawisk powstania momentu lub momentów obciążenia.

Momenty obciążenia motoreduktorowego układu napędowego samotkowej linii transportowej powstają w zespołach łożyskowych, [3]. Liczba momentów obciążenia rzeczywistego układu linii transportowej zależy od podwojonej ilości rolek, jakie obejmuje transportowany element (płat). Siła reakcji w podporze i-tego zespołu łożyskowego jest zależna od sił składowych w tej podporze i można ją ogólnie określić zależnością (2.1):

$$R_i = R(\mu_R, G_1, G_2, G_3), \quad (2.1)$$

gdzie:

- G_1 - siła pochodząca od ciężaru wału rolki,
- G_2 - siła pochodząca od ciężaru rolki,
- G_3 - siła pochodząca od ciężaru płata,
- μ_R - współczynnik tarcia tocznego.

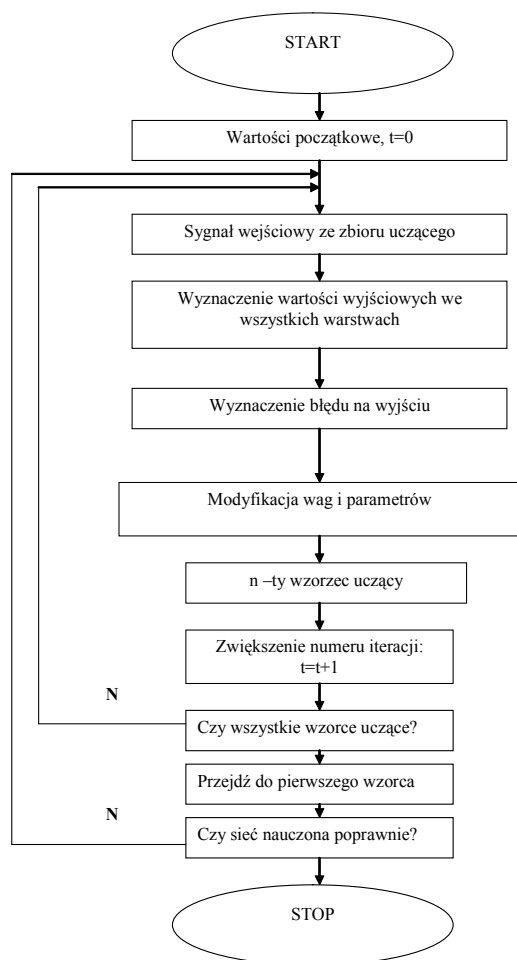
Analiza składowych sił reakcji w podporze i-tej rolki układu napędowego linii samotkowej oraz analiza położenia elementu transportowanego w układzie dwuwymiarowym, pozwala na określenie rzeczywistych przebiegów momentów obciążenia i-tej rolki. Poprzez wprowadzenie tych przebiegów do modelu matematycznego układu elektromaszynowego możliwe jest przeprowadzenie obliczeń stanów dynamicznych układu z uwzględnieniem rzeczywistych obciążeń.

2.1. Implementacja wiedzy ekspertowej do automatyzacji wyższego stopnia

W przemyśle w wielu przypadkach sterowanie procesami przemysłowymi jest konwencjonalne, oparte na doświadczeniu operatora linii. Analiza oceny efektywności ekonomicznej jest uzależniona od różnych czynników, głównie wiedzowych. W takim przypadku sterowanie rozmyte oferuje metodę reprezentacji i implementacji wiedzy ekspertów, [4]. Główną korzyścią wyższego stopnia automatyzacji jest koń-

cowa niesprzeczna strategia sterowania układami elektromaszynowymi zawierającymi rzeczywiste momenty obciążeniowe, jakie występują w rozpatrywanym układzie.

Celem poprawnie wykonanej implementacji analizy matematycznej obciążeń występujących w rozpatrywanym układzie elektromaszynowym należy przejść odpowiednie etapy uczenia rozmytego. Skoro prezentowana struktura badanego zagadnienia jest siecią wielowarstwową, opartą na równaniach kanonicznych, można zaproponować uczenie sterownika neurofuzzy, tak jak zwykła sieć neuronową. Rysunek 2.2 przedstawia schemat blokowy algorytmu uczenia.



Rys. 2.2. Algorytm uczenia sterownika rozmytego.[opr.wł. na podst. [4]]

3. Metodyka badań

Celowość kierunku badań dynamiki maszyn i napędów elektrycznych jest następująca:

- w Polsce szacuje się, że napędy elektryczne zużywają ok. 50 % energii

elektrycznej w gospodarce i ok. 70 % w przemyśle,

- układy napędowe w przemyśle są przewymiarowane,
- układy napędowe są w dużej mierze sterowane mało efektywnie lub nie są sterowane w ogóle,
- polski przemysł ma pełne możliwości dostarczania większości materiałów i podzespołów niezbędnych do produkcji nowoczesnych napędów,
- istnieją duże rynki zbytu na różnego rodzaju nowoczesne napędy elektryczne zarówno w kraju jak i za granicą, jeśli je cechuje wysoka jakość i konkurencyjna cena, [1]
- obciążenie niejednorodne

Dotychczasowe tradycyjne opracowania problemów w pełni nie oddają zachodzących procesów, jakie powstają w napędowych układach elektromaszynowych. Wykorzystanie sztucznej inteligencji pozwoli bardziej zdeterminować zachodzące zjawiska w układach, gdzie zachodzi potrzeba regulacji wielkości mechanicznych i parametrów elektrycznych. Do analizy niezbędnych zagadnień w napędowym układzie elektromaszynowym będzie zastosowany pakiet naukowo-inżynierski programu MATLAB – SIMULINK, pozwalający na budowanie żądanych modeli badawczych, które będą uzupełnione własnymi blokami.

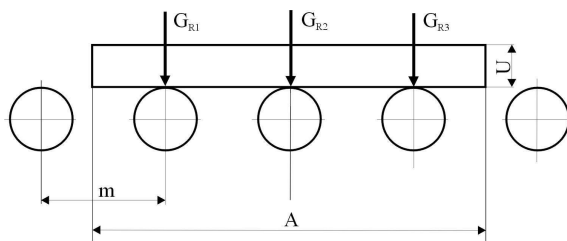
Analiza składowych sił reakcji wynikających z obciążenia w napędowym układzie elektromaszynowym, analiza obciążenia w układzie dwuwymiarowym pozwala na określenie rzeczywistych przebiegów momentów obciążenia w zespole napędowym, [5]. Poprzez wprowadzenie tych przebiegów do modelu matematycznego napędowego układu elektromaszynowego przy nałożeniu wymagań sieci neuronowej możliwe będzie przeprowadzenie obliczeń stanów dynamicznych elektromaszynowego układu napędowego z uwzględnieniem rzeczywistych obciążeń badanego układu.

Metodyka badań opierać się będzie na wybranym zagadnieniu pracy stabilnej samotokowej linii transportowej o module m i długości A elementu transportowanego związanych zależnością (3.1):

$$A \geq 2 \cdot m \quad (3.1)$$

Rozpatrując przyleganie transportowanego elementu do rolek linii samotokowej obciążenie linii można podzielić na dwa rodzaje:

- obciążenie jednorodne, rys. 3.1,
- obciążenie niejednorodne



Rys. 3.1. Obciążenie jednorodne $G_{R1} \neq 0$, $G_{R2} \neq 0$, $G_{R3} \neq 0$ [opr. wł.]

Uwzględniając rodzaje napędowych układów elektromaszynowych oraz momenty obciążenia będące składowymi obciążeniami układu napędowego, będzie opracowana klasyfikacja obciążeń samotokowych linii transportowych z uwzględnieniem następujących zagadnień z wykorzystaniem metod sieci neuronowych:

- zależności długości elementu transportowanego od modułu samotoku;
- położenia elementu transportowanego w osi prostopadłej do kierunku transportu;
- jednorodności przekroju elementu transportowanego w osi prostopadłej do osi rolki układu transportowanego;
- jednorodności szerokości elementu transportowanego.

4. Podsumowanie

Przedstawiona analiza obciążeń samotoku transportu pła w oparciu o sieci neuronowe oraz wykorzystanie pakietu inżynierskiego MATLAB/SIMULINK może dać podstawę do analitycznego określenia rzeczywistych momentów występujących w zespole rolki samo-

toku zastępując wskaźnikowe określanie obciążenia, a wykorzystanie sieci neuronowej jako nowoczesnego systemu obliczeniowego może umożliwić wyznaczenie odpowiednich parametrów właściwych algorytmom genetycznym zmierzających do stworzenia systemu uczącego się. Przyjęcie tak sformułowanych zagadnień w ujęciu sieci neuronowych pozwoli na szczegółowe określenie warunków początkowych dla każdego przypadku wymiaru, kształtu i położenia elementu transportowanego przez napędowy układ elektromaszynowy.

5. Literatura

- [1]. Flaszka J., Kurkowski M.: *Deskryptory techniki CAD symulacji komputerowej systemów elektromaszynowych z zastosowaniem energooszczędnych silników elektrycznych - badania, pomiary, diagnostyka i monitoring*. „Maszyny Elektryczne” BOBRME KOMEL, Problemy Eksploatacji Maszyn i Napędów Elektrycznych. Zeszyty problemowe 69/2004, Ustroń 2004. ISSN 0239-3646
- [2]. Flaszka J.: *Stany dynamiczne samotokowego układu napędowego z motoreduktorami konstrukcji specjalnej przy uwzględnieniu rzeczywistych obciążeń*, praca doktorska 2002.
- [3]. Flaszka J.: *Rzeczywiste obciążenia samotokowego układu napędowego wraz z motoreduktorami*. Hutnicze Napędy Elektryczne, Poraj k. Częstochowy, grudzień 1997r., II Krajowa Konferencja HNE'95. Politechnika Częstochowska, IEiSS, Huta „Częstochowa”.
- [4]. Kalus M., Skoczkowski T.: *Sterowanie napędami asynchronicznymi i prądu stałego*. Wydawnictwo pracowni komputerowej Jacka Skalmierskiego, Gliwice 2003.
- [5]. Rusek A., Popenda A.: *Mathematical model of synchronous machine for analysis of dynamic states of electromechanical system with nondimensional values*. AMSE, 1992.
- [6]. R. Tadeusiewicz, *Sieci neuronowe*, Akad. Oficyna Wyd. RM., Warszawa 1993