

## **Metody detekcji i kompensacji uszkodzeń czujników prądu dla napędów z silnikami indukcyjnymi i synchronicznymi oparte na zmodyfikowanych obserwatorach zmiennych stanu**

W ostatnich latach można zauważyć znaczny wzrost zainteresowania zastosowaniami elektrycznych układów napędowych nie tylko jak dotychczas w automatyce przemysłowej i robotyce, ale również w szeroko rozumianym transporcie osób i rzeczy (wózki transportowe, drony, samoloty, statki, samochody osobowe i ciężarowe). Spowodowane jest to wymaganiami związanymi z ekologią i powszechnym żądaniem obniżenia zużycia paliw płynnych oraz emisji szkodliwych gazów do atmosfery, jak również hałasu i kosztów obsługi. Dlatego również pojawiły się nowe wymagania w stosunku do elektrycznych układów napędowych, takie jak: mały ciężar i kompaktowość konstrukcji, niski koszt, wysoka sprawność, bezobsługowość i niezawodność. Współczesne konstrukcje i rozwiązania technologiczne silników indukcyjnych (SI), a w szczególności silników synchronicznych z magnesami trwałymi (PMSM), spełniają te wymagania, a dzięki zastosowaniu układów energoelektronicznych i nowoczesnych metod sterowania tworzą elektryczne układy napędowe doskonale nadające się do wyżej wymienionych zastosowań. Jednak jak wszystkie układy techniczne, również napędy elektryczne mogą ulegać uszkodzeniom. Jednym ze słabszych ogniw w takich układach są czujniki prądu. Bez informacji o prądzie nie mogą działać układy automatycznej regulacji momentu elektromagnetycznego i prędkości kątowej silników prądu przemiennego. Ponadto nie może być realizowane odtwarzanie niedostępnych pomiarowo zmiennych stanu, które jest niezbędne do realizacji tzw. wektorowych algorytmów sterowania, wykorzystywanych do precyzyjnego sterowania momentem silnika indukcyjnego lub synchronicznych z magnesami trwałymi. W związku z tym, w ostatnich latach poszukuje się nie tylko skutecznych metod detekcji uszkodzeń czujników prądu stojana, ale przede wszystkim metod kompensacji ich uszkodzeń tak, aby układ napędowy mógł zachować swoją pełną funkcjonalność pomimo zaistniałego uszkodzenia i umożliwić bezpieczne zatrzymanie napędzanego urządzenia (np. dojazd autobusu do przystanku, samochodu do parkingu etc.) lub sterowanego procesu przemysłowego (np. linii produkcyjnej).

Celem projektu jest więc **opracowanie oraz przetestowanie w badaniach symulacyjnych i eksperymentalnych układów napędowych z silnikami indukcyjnymi oraz synchronicznymi o magnesach trwałych, sterowanymi metodami wektorowymi, tolerujących uszkodzenia czujników prądu stojana.**

**Realizacja tego celu będzie możliwa dzięki opracowaniu nowych metod detekcji i kompensacji uszkodzeń czujników prądu w uzwojeniach stojana badanych silników, wykorzystujących zmodyfikowane estymatory zmiennych stanu i parametrów silnika, w tym modele neuronowe. Opracowane metody kompensacji uszkodzeń czujników prądu stojana umożliwią nieprzerwaną pracę wektorowej struktury sterowania silnika indukcyjnego lub PMSM w trybie „bez pomiaru prądu” aż do chwili, kiedy ze względu na bezpieczeństwo sterowanego procesu będzie możliwe płynne zatrzymanie napędu.**

Rozważane będą różne uszkodzenia czujników prądu, w tym całkowity zanik sygnału, który w przypadku stosowania tylko dwóch czujników prądu dla napędów z silnikami trójfazowymi (co jest obecnie powszechną praktyką w rozwiązaniach przemysłowych) stanowi najpoważniejszy problem, bo uniemożliwia działanie wektorowych metod sterowania momentem, prędkością lub/i położeniem wirnika. Do niedawna stosowane podejście polegało na przełączeniu struktury sterowania na tzw. sterowanie skalarne, co nie zapewnia zachowania pełnej funkcjonalności napędu. Nowatorskie rozwiązania zaproponowane w niniejszym projekcie będą wykorzystywać obserwatory zmiennych stanu, filtry Kalmana i sieci neuronowe, wyposażone w algorytmy adaptacji wybranych parametrów (w tym modele neuronowe) w celu zapewnienia dobrej jakości odtwarzania prądu stojana w sytuacji po uszkodzeniu jednego, a nawet obu czujników prądu. Planowane badania lokują się w aktualnym nurcie prac badawczo-rozwojowych na świecie, związanych z zagadnieniami diagnostyki i sterowania tolerującego uszkodzenia w układach automatyki napędu i dobrze wpisują się w szybko rozwijającą się dziedzinę odpornych na uszkodzenia metod sterowania złożonymi systemami mechatronicznymi.