

Napędy elektryczne pełnią niezwykle istotną rolę w życiu każdego człowieka. Aby zobrazować skalę oddziaływania napędów w życiu społeczeństw można posłużyć się danymi statystycznymi dotyczącymi ilości konsumowanej przez nie energii. Z prezentowanych, powszechnie dostępnych danych wynika, że aż 42% całej zużywanej energii elektrycznej na Ziemi to energia konsumowana przez przemysł, w którym 2/3 udziałów stanowią właśnie napędy elektryczne. W skali globalnej natomiast napędy wykorzystują 28% wytwarzanej energii, w bezwzględnej skali daje to ponad 7 000 TWh rocznie - dla porównania starczyłoby to na 42 lata ciągłego zasilania całej Polski. Druga w kolejności klasa odbiorników energii - oświetlenie konsumuje o ponad połowę mniej energii. Z tego względu szczególnego znaczenia nabierają badania w dziedzinie napędów elektrycznych.

Napęd elektryczny rozumiany jest tutaj jako monolityczny blok funkcjonalny przetwarzający energię elektryczną w mechaniczną (w ruch obrotowy lub liniowy), w którego skład wchodzi zwyczajowo: silnik, mostek energoelektroniczny oraz układ sterowania. W sterowniku implementowane są mniej lub bardziej skomplikowane algorytmy warunkujące pracę napędu - w szczególności realizację ściśle określonego reżimu wydatkowania energii w układzie z danym obciążeniem - często złożonym systemem mechanicznym np. na linii technologicznej (w napędzie robotów przemysłowych, taśmociągów, kompresorów klimatyzacji, wentylacji itp.). Napędy często stanowią kluczowy element artykułów AGD (odkurzaczy, lodówko-zamrażarek, robotów kuchennych), powszechne są nawet w komputerach (np. w dyskach twardych czy napędzie optycznym).

Napęd z silnikiem reluktancyjnym przełączalnym (SRM) stanowi szczególny rodzaj napędu, o pewnych unikalnych właściwościach. Dzięki prostej, monolitycznej konstrukcji może osiągać bardzo wysokie prędkości obrotowe - nawet powyżej 100 000 obrotów na minutę (prędkość liniowa dochodząca do prędkości dźwięku) oraz pracować w trudnych warunkach środowiska (wysokie zapylenie, znaczne wahania temperatury, zanurzenie w cieczach). Co ciekawe, pierwsza elektryczna lokomotywa na świecie, zbudowana w 1837 roku przez Roberta Davidsona zasilana była silnikiem opartym na przełączalnej reluktancji. Niestety, nieznaną wówczas technologia półprzewodnikowa wymusiła mechaniczne rozwiązania sterowania, które szybko ulegały degradacji oraz uszkodzeniom (głównie wskutek wysokich przepięć w przerywanych obwodach).

Dopiero gwałtowny rozwój technologii półprzewodnikowej, konstrukcji układów scalonych wysokiej integracji pozwolił na praktyczną implementację stosunkowo skomplikowanego sterowania napędem z silnikiem SRM. Podstawową komplikacją są nieliniowości silnika oraz konieczność pracy w zamkniętej pętli regulacji z dedykowanym przekształtnikiem (co implikuje np. fakt, iż niemożliwa jest praca tego silnika przy bezpośrednim podłączeniu tego silnika do sieci zasilającej). Implikuje to konieczność rozwoju skomplikowanych algorytmów sterowania m.in. z uwzględnieniem tych nieliniowości. Właśnie na tym aspekcie, dość kompleksowo skupia się projekt badawczy. Unikalność proponowanego rozwiązania w zakresie rozwoju algorytmów oraz struktur sterowania stanowi podejście, w którym autorski model silnika zostanie wykorzystany w układzie sterowania (w stanie normalnej pracy jak i w warunkach uszkodzeń) nie tylko celem poprawy jakości samego sterowania, ale także na potrzeby samego procesu detekcji uszkodzeń. Koncepcję tę można zobrazować w taki sposób, iż model referencyjny służy w systemie sterowania do wyznaczania stanu pracy, który w domniemaniu powinien być możliwie podobny do stanu rzeczywistego obiektu sterowania. Odchylenia tych wyznaczeń w ogólnym przypadku mogą być wykorzystane w wielu celach, podobnie jak parametry modelu podlegające procesowi adaptacji. Przede wszystkim odwrócenie zależności nieliniowych w torze sterowania pozwala na kompensację nieliniowości obiektu upraszczając proces doboru skutecznych w szerokim zakresie stanów pracy regulatorów. Model referencyjny pozwala na implementację sterowania bezczujnikowego redukując złożoność układową (brak konieczności stosowania czujnika położenia kąтового), implementację sterowania optymalnego (np. energooszczędnego). Przede wszystkim jednak układ sterowania porównując przebiegi prądów mierzonych bezpośrednio w rzeczywistym silniku z tymi estymowanymi za pośrednictwem modelu referencyjnego dzięki rozpoznaniu charakterystycznych odchyżeń będzie mógł zidentyfikować uszkodzenie danego typu. Ponieważ relacje te mogą okazać się bardzo złożone i trudne do opisanego wprost równaniami analitycznymi planuje się wykorzystać, sprawdzić w tym celu metody inteligencji maszynowej. Implementacja systemu adaptacji parametrów modelu referencyjnego pozwala na uzyskanie wysokiej dokładności modelu redukując konieczność pracochłonnej i czasochłonnej identyfikacji manualnej każdego podłączanego silnika. Minimalizacja stopnia komplikacji obsługi w docelowym wdrożeniu wyników badań przyczyni się do wzrostu wartości komercyjnej wyników badań. Zbadanie trzech struktur przekształtników (uproszczonej c-dump/r-dump, asymetrycznej oraz klasycznej) - w tym dwóch z możliwością zastosowania redundancji układowej (celowej nadmiarowości) przyczyni się do szerokiego zbadania ich właściwości pod kątem pracy w warunkach uszkodzeń oraz klasyfikację tych struktur ze względu na wybrane kryteria.