

Politechnika Śląska

Wydział Elektryczny

Katedra Energoelektroniki, Napędu Elektrycznego i Robotyki

ROZPRAWA DOKTORSKA

Michał Zellner

Wybrane zagadnienia układów bezprzewodowego
przesyłu energii elektrycznej
z silnym sprzężeniem magnetycznym

Promotor: dr hab. inż. Zbigniew Kaczmarczyk, Prof. Pol. Śl.

Promotor pomocniczy: dr inż. Piotr Legutko

Gliwice 2022

WYBRANE ZAGADNIENIA UKŁADÓW BEZPRZEWODOWEGO PRZESYŁU ENERGII ELEKTRYCZNEJ Z SILNYM SPRĘŻENIEM MAGNETYCZNYM

Streszczenie

W rozprawie omówiono podstawowe problemy dotyczące układów bezprzewodowego przesyłu energii elektrycznej poprzez przesył indukcyjny (ang. IPT- Inductive Power Transfer) z silnym sprzężeniem magnetycznym. Przy silnym sprzężeniu magnetycznym rozumie się układy IPT z współczynnikiem sprzężenia magnetycznego większym od 0,7. Dodatkowo pożądaną cechą opisywanych układów jest sztywność napięcia wyjściowego rozumiana, jako małe zmiany napięcia wyjściowego przy zmianach obciążenia układu (zakładając stałe napięcie zasilania układu). Takie układy mają szerokie zastosowanie w układach zasilania mobilnych urządzeń podręcznych (np. szczoteczki do zębów, telefony komórkowe) jak i urządzeń większej mocy np. auta elektryczne.

Przegląd literatury wykazał, że nie istnieją opracowania dotyczących projektowania układów IPT (bez sprzężeń zwrotnych) zapewniających sztywność napięcia omawiające problematykę w sposób kompleksowy. Istniejące publikacje ani nie pokazują pełnego spektrum rozwiązań ani nie omawiają problemów sprawności układu. Pozwoliło to na sformułowanie tezy pracy: *Możliwe jest konstruowanie prostych układów bezprzewodowego przesyłu energii elektrycznej z silnym sprzężeniu magnetycznym, które bez zastosowania sprzężeń zwrotnych zapewniają znaczną sztywność napięcia wyjściowego.*

Tezę udowodniono poprzez zastosowanie dwóch metod modelowania układów: metody symbolicznej i numerycznej. Pierwsza metoda pozwala w prosty sposób wyjaśnić ideę zaproponowanego rozwiązania oraz umożliwia wstępny dobór optymalnych parametrów układu ze względu na minimalizację strat mocy. Metoda symboliczna pokazuje, że dla prezentowanych układów IPT (układy szeregowo-szeregowo) możliwe jest wydzielenie dwóch niezależnych przekładni napięciowych: kompensującej i transformatorowej. Napięcie wyjściowe zależy od iloczynu tych przekładni. Prowadzi to do problemu optymalizacji sprawności układu, który rozwiązano analitycznie.

Metoda numeryczna pozwala lepiej odwzorować pracę układu z przekształtnikami energoelektronicznymi – falownikiem mostkowym i prostownikiem mostkowym. W przeciwieństwie do metody symbolicznego rozwiązania nie zakładają sinusoidalnych przebiegów napięć i prądów. Metoda pozwala na obliczenia układów z stanami przewodzenia (SP) i stanami nieprzewodzenia (SNP) prostownika. Ma to istotny wpływ na sposób przeprowadzania obliczeń.

Analiza wyników i wyciągnięte wnioski pozwoliły na stworzenie metody projektowania układów IPT oraz na stworzenie prototypu. Prototyp przebadano sprawdzając spełnienie celów rozprawy. Następnie dokonano porównania wyników z tymi otrzymanymi z metod symbolicznej i numerycznej.

Teza rozprawy została udowodniona, a cele główne i szczegółowe osiągnięte. Prototyp okazał się zachowywać sztywność napięcia w określonym zakresie, a jego sprawność jest zgodna z prezentowaną w opisach metod.