

## STRESZCZENIE ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Krystian P. Frania

### *Rezonansowe kaskady cewek sprzężonych magnetycznie w bezprzewodowym przesyśle energii elektrycznej*

W rozprawie kompleksowo przeanalizowano problematykę bezprzewodowego przesyłu energii elektrycznej na względnie duże odległości za pomocą cewek sprzężonych magnetycznie. Analiza dotyczyła właściwości i parametrów rezonansowych kaskad cewek sprzężonych magnetycznie, modeli układu bezprzewodowego przesyłu oraz ich weryfikacji i szczegółowych badań laboratoryjnych.

W części rozprawy poświęconej analizie właściwości rezonansowej kaskady cewek sprzężonych magnetycznie skoncentrowano się na określeniu najkorzystniejszych parametrów jakimi powinny charakteryzować się cewki. Powinny one zapewnić uzyskanie możliwie dużych wartości współczynnika sprzężenia magnetycznego oraz dobroci własnej, co ma bezpośredni wpływ na sprawność kaskady. Ustalono, że maksimum iloczynu  $kQ$ , który determinuje sprawność kaskady, jest zależne od współczynnika wypełnienia uzwojeń, względnej odległości pomiędzy cewkami i częstotliwości pracy układu. Preferowana wartość współczynnika wypełnienia uzwojenia cewki zawiera się w zakresie  $0,5 \dots 0,8$ .

Na potrzeby prowadzonej w rozprawie analizy właściwości układów bezprzewodowego przesyłu energii elektrycznej z rezonansowymi kaskadami cewek sprzężonych magnetycznie opracowane zostały modele uproszczone i złożony. W obu przypadkach opracowano macierzowe modele bezwzględne układu, które po wprowadzeniu odpowiednich wielkości odniesienia sprowadzono do modeli względnych. Model uproszczony uzyskano wykorzystując metodę symboliczną, sprowadzając układ bezprzewodowego przesyłu do obwodu AC/AC. Możliwość wystąpienia wyższych harmonicznych napięć i prądów jest w tym przypadku całkowicie pomijana. Źródłem wyższych harmonicznych w układzie bezprzewodowego przesyłu energii elektrycznej jest falownik na wejściu kaskady oraz prostownik na jej wyjściu. Model złożony rozpatruje przypadek, w którym źródłem wyższych harmonicznych jest wyłącznie prostownik mostkowy dołączony do wyjścia kaskady cewek. Opracowując model złożony wykorzystano zasadę superpozycji pierwszej i wyższych harmonicznych.

Zaprezentowany został ogólny algorytm projektowania układu bezprzewodowego przesyłu energii elektrycznej, na podstawie którego wyznaczono uogólnione charakterystyki projektowe, które umożliwiają projektowanie układów bezprzewodowego przesyłu, bez konieczności przeprowadzania numerycznej optymalizacji. Parametry kaskady dla danych założeń projektowych, odczytywane są z względnych charakterystyk oraz odpowiednio przeliczane, uwzględniając wielkości odniesienia.

Zaprojektowano, skonstruowano i przebadano laboratoryjny układ bezprzewodowego przesyłu energii elektrycznej z rezonansową kaskadą cewek sprzężonych magnetycznie. Szczegółowo opisano poszczególne podzespoły układu laboratoryjnego oraz przedstawiono wyniki badań laboratoryjnych, które posłużyły do pozytywnego zweryfikowania uogólnionej metody projektowania tego typu układów. Zaprojektowany i skonstruowany układ można scharakteryzować następująco: 16 płaskich cewek o średnicy zewnętrznej 15 cm, odległość przesyłu 1 m, częstotliwość 350 kHz, moc wyjściowa 100 W, sprawność 80,31(36)%. Sprawność samej kaskady cewek wyniosła 85,3%.

Przedstawiono koncepcję systemu realizującego ładowanie zasobnika energii elektrycznej (np. baterii kondensatorów lub superkondensatorów). Zaprojektowano, skonstruowano i przebadano system bezprzewodowego przesyłu energii elektrycznej z rezonansową kaskadą cewek sprzężonych magnetycznie. System laboratoryjny zawierał dodatkowy przekształtnik DC/DC typu SEPIC wraz z układem pomiarowo-sterującym, którego zadaniem była stabilizacja obciążenia kaskady. Sprawność systemu wyniosła 74,70(34)%.