

Streszczenie

Niniejsza rozprawa dotyczy tematyki dwukierunkowych przekształtników rezonansowych przeznaczonych do współpracy bateryjnych magazynów energii z mikrosieciami prądu stałego.

W pierwszym rozdziale przedstawiono zagadnienia związane z mikrosieciami, zasobnikami energii oraz podstawowymi algorytmami regulacji w mikrosieciach prądu stałego. Wskazano także rolę przekształtników energoelektronicznych w sieciach inteligentnych. W rozdziale drugim przeprowadzono studium literatury wybranych topologii obwodów rezonansowych, analizując możliwości ich wykorzystania w przekształtnikach bateryjnych. Na podstawie przeglądu literatury do dalszych analiz wybrano przekształtnik o topologii CLLC, charakteryzujący się między innymi symetrycznym wzmocnieniem napięciowym i separacją galwaniczną. W kolejnych rozdziałach przedstawiono podstawowe metody analizy sygnałów w stanach statycznych oraz opisano zjawiska pasożytnicze, występujące w układach wysokich częstotliwości ze szczególnym uwzględnieniem właściwości tranzystorów z azotku galu. Zanalizowano straty mocy dla wybranej topologii przekształtnika oraz zebrano wzory, umożliwiające ich analityczne obliczenia. Następnie przeprowadzono przegląd literatury w zakresie metod sterowania i regulacji parametrów przekształtników rezonansowych.

W drugiej części pracy opracowano autorską metodykę projektową dla przekształtników rezonansowych w topologii CLLC. Zaproponowano wyznaczanie parametrów obwodu rezonansowego na podstawie kryterium minimalnego iloczynu powierzchniowego A_p , z uwzględnieniem dopuszczalnych przekrojów przewodów, strat w rdzeniu transformatora, założeń projektowych. Zaprezentowane podejście pozwala na minimalizację rozmiarów elementów magnetycznych przy zachowaniu wymagań wytrzymałościowych transformatora. Następnie przedstawiono schematy zastępcze obwodu rezonansowego z włączeniem elementów pasożytniczych do analizy metodą aproksymacji składową podstawową. Na tej podstawie wyznaczono transmitancje widmowe oraz określono charakterystyki pracy urządzenia. Zidentyfikowano główne czynniki obwodu rezonansowego mające wpływ na sprawność układu. Przedstawiono i opisano tryby pracy układu na podstawie przebiegów symulacji. Następnie przeprowadzono analizę poprawności zaproponowanej metodyki projektowej poprzez wykonanie prototypu urządzenia. Wykonany prototyp został zaprojektowany na moc 500 W, częstotliwość rezonansową 360 kHz oraz zostały w nim wykorzystane tranzystory z azotku galu. Przeprowadzono obliczenia analityczne strat oraz sprawności. Wyniki analityczne porównano z rzeczywistymi pomiarami i wynikami z symulacji.

Słowa kluczowe: mikrosieci, magazyny energii, konwersja energii, układy wysokich częstotliwości, dwukierunkowe przekształtniki rezonansowe, przekształtniki DC-DC, metodyka projektowa