

Abstrakt

W wysokoczęstotliwościowych impulsowych przekształtnikach energoelektronicznych, elementy magnetyczne odpowiadają za większość strat mocy, objętość i koszt końcowego produktu. W związku z tym, niniejsza praca w głównej mierze skupia się na nowej metodzie pomiaru i obliczania przenikalności magnetycznej oraz strat w rdzeniach ferrytowych. Zaproponowana metoda pomiaru i obliczania zespolonej przenikalności magnetycznej oparta jest na szeregowym zastępczym modelu dławika z jedną zmienną dopasowującą. Takie podejście pozwala na wierne i fizyczne odwzorowanie zachowania elementu magnetycznego, a użycie jednej zmiennej dopasowującej zapewnia wysoką dokładność dopasowania, a także umożliwia precyzyjne obliczenie zespolonej przenikalności magnetycznej, niezależnie od rozmiaru, kształtu, konfiguracji uzwojenia czy częstotliwości pracy dławika. Weryfikacja zaproponowanego modelu została przeprowadzona matematycznie oraz za pomocą pomiarów na testowym stanowisku laboratoryjnym, osiągając błąd dopasowania poniżej 2% w całym przedziale badanej częstotliwości. Bazując na pomiarach laboratoryjnych skonstruowano ulepszony model obwodowy dławika. Model ten dzieli pojemność pasożytniczą na dwie części: jedną związaną z uzwojeniami oraz drugą związaną z rdzeniem, a także wprowadza częstotliwościowo zależną wartość ESR kondensatora pasożytniczego. Te wyniki mogą pomóc w opracowaniu ulepszonych modeli strat dławików oraz uniwersalnych modeli symulacyjnych (np. modeli SPICE). Praca wprowadza także nowy model strat mocy w rdzeniu – iRESE, będący rozwinięciem modelu RESE. Model iRESE rozszerza RESE poprzez unifikację modelu strat w rdzeniu opartym na równaniu Steinmetza z modelem małosygnałowym zespolonej przenikalności magnetycznej, aby kompleksowo opisać charakterystyki strat w rdzeniu bez względu na amplitudę sygnałów wzbudzenia, co wcześniej nie było możliwe. Dodatkowo zaproponowana metoda uwzględnia prostokątne sygnały wzbudzenia wraz ze składową stałą, co jest zjawiskiem powszechnie występującym w SMPS, a także spadek przenikalności magnetycznej w pobliżu nasycenia rdzenia oraz wpływ zmian temperatury na straty. Oprócz tego, model zbudowany jest modułowo, co oznacza, że każda jego część może być użyta niezależnie. Jest to unikalne podejście, które dostarcza inżynierom i naukowcom wszelkich

niezbędnych informacji dotyczących strat w rdzeniu, a jednocześnie daje swobodę wyboru metody w zależności od konkretnej aplikacji, nad którą pracują. Zaproponowana metoda została zweryfikowana podczas pomiarów laboratoryjnych, a także zawiera analizę błędów w celu identyfikacji potencjalnych ograniczeń symulacyjnych jak i pomiarowych. Wyniki wykazują bardzo dobrą zgodność pomiarów z wynikami dopasowania, jednak bieżące wyniki symulacji obwodowej SPICE są jeszcze mało precyzyjne z powodu niekompletnego nieliniowego modelu prądu magnesującego, którego rozbudowa planowana jest w następnej fazie prac badawczych. Choć zaproponowana metoda została opracowana dla zasilaczy impulsowych, można ją także stosować w innych systemach wykorzystujących przebiegi niesinusoidalne, takich jak np. falowniki pojazdów elektrycznych i bezprzewodowe systemy zasilania.