

STRESZCZENIE

rozprawy doktorskiej pt.

Izolowana przetwornica do dwukierunkowego przekazu energii o miękkim przełączaniu z wykorzystaniem pojemności pasożytniczych.

Rozwój energoelektroniki skupia się obecnie na podwyższaniu sprawności przetwarzania energii, poprzez opracowanie nowych topologii układów przekształtnikowych, wykorzystanie lepszych elementów półprzewodnikowych oraz stosowanie skuteczniejszych algorytmów sterowania. Istotnym aspektem jest też pełne wykorzystanie możliwości aktualnie dostępnych topologii w energoelektronice, aby zapewnić maksymalną sprawność przekształtnika. Ważną metodą zmniejszenia strat w przetwarzaniu energii jest zmiana sposobu komutacji z komutacji twardej na komutację miękką. Do miękkiego przełączania konieczne jest wystąpienie indukcyjności oraz pojemności w obwodzie mocy, czy to w postaci dyskretnej, jako fizyczny element, czy to jako parametry pasożytnicze innych elementów obwodu. Występowanie tych elementów pozwala na dobranie odpowiednich warunków pracy przekształtnika i wymuszenie miękkiego przełączania w układzie.

Rozprawa skupia się na zwiększeniu sprawności przekształtnika DC-DC w układzie Dual Active Bridge (DAB) na drodze modyfikacji topologii, polegającej na zastąpieniu pojedynczych łączników przez dwa, połączone równolegle łączniki. Umożliwia to, dzięki powiększeniu pojemności wyjściowej otrzymanego łącznika, uzyskanie warunków do przełączania tranzystorów w zerze napięcia (ZVS). W pracy zbadano zachodzące zjawiska i opisujące je zależności, mające wpływ na sprawność przetwarzania energii w szerokim zakresie mocy.

Podstawową topologię DAB poddano analizie teoretycznej. Objęła ona sam przekształtnik, metody jego sterowania, parametry elementów składowych. Na jej podstawie zaproponowano modyfikację topologii przekształtnika dla uzyskania miękkiego przełączania w łącznikach. Zmodyfikowana topologia została poddana badaniom na drodze analitycznej i symulacyjnej, co pozwoliło w szczególności na określenie warunków występowania miękkiego przełączania. Wykonano także praktyczny model laboratoryjny układu przekształtnika o zmodyfikowanej topologii. W wyniku badań tego układu potwierdzono zalety wykorzystania równoległego połączenia tranzystorów.

Maciej Chojowski
15. 09. 2022r.

ABSTRACT

doctoral dissertation entitled

An Insulated converter for bidirectional energy transfer with soft switching using parasitic capacitance.

The development of power electronics is currently focused on increasing the efficiency of energy conversion through the development of new topologies of converter systems, the application of finer semiconductor elements and the use of more effective control algorithms. An important aspect is also the full use of the possibilities of the currently available topologies in power electronics to ensure maximum efficiency of the already existed converter. An important method to reduce losses in energy conversion is to change the transistors commutation from hard to soft. For soft switching, it is necessary to have inductance and capacitance in the power circuit, either in discrete form, as a physical element, or as parasitic parameters of other circuit elements. The presence of these elements allows for the selection of appropriate operating conditions of the converter and forcing a soft switching.

The dissertation focuses on increasing the efficiency of the DC-DC converter in the Dual Active Bridge (DAB) system by modifying the topology, consisting in replacing single switches by two switches connected in parallel. The replacement allows to increase of the output capacitance of the obtained switch and obtain the conditions for transistor switching at zero voltage (ZVS). The paper investigates the occurring phenomena and the dependencies that describe them, affecting the efficiency of energy conversion in a wide range of power.

The basic DAB topology was subjected to theoretical analysis. It covered the converter itself, methods of its control, parameters of its components. On its basis, it was proposed to modify the converter topology to obtain soft switching in switches. The modified topology was tested in the analytical and simulation way, which made it possible, in particular, to determine the conditions for the occurrence of soft switching. A practical laboratory model of a converter system with a modified topology was also made. As a result of the research on this circuit, the advantages of using a parallel connection of transistors have been confirmed.

Maciej Chojowski

15.09.2022r.