

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

Wydział Elektryczny

ROZPRAWA DOKTORSKA

mgr inż. Michał Gierczyński

**Analiza pracy przekształtnika DC/DC o topologii DAB z filtrem prądu
oraz synteza układu regulacji w przypadku modulacji z pojedynczym
przesunięciem fazowym**

Promotor
prof. dr hab. inż. Lech M. Grzesiak

Warszawa, 2020

Streszczenie

Rozprawa doktorska opisuje zagadnienia związane ze sterowaniem oraz analizą pracy przekształtnika DC/DC w topologii podwójnego mostka aktywnego z dodatkowymi filtrami prądu. Na początku pracy zdefiniowano stosowane nazewnictwo i przeprowadzono analizę pracy układu w stanie ustalonym. Na tej podstawie wyjaśniono sens stosowania dodatkowych filtrów prądu. Następnie zaprezentowano zjawisko powstawania składowej przejściowej prądu transformatora w stanach dynamicznych oraz wyjaśniono jego negatywny wpływ na pracę układu. Szczegółowo omówiono mechanizmy prowadzące do związanego z tym niezamierzonego wzrostu prądu transformatora oraz zaproponowano algorytm pozwalający na kompensację tej niekorzystnej składowej prądu. W następnym kroku przedstawiono układ regulacji napięcia i prądu składający się z dwóch kaskadowo połączonych pętli regulacji. Na potrzeby strojenia oraz analizy tego układu zaproponowano nowatorski opis dynamiki obiektu. Na jego podstawie przeprowadzono szczegółową analizę obydwóch pętli regulacji. Wyniki tej analizy wykorzystano do stworzenia metodologii strojenia regulatorów. Głównym jej celem było zaproponowanie stosunkowo prostych w użyciu metod strojenia, które zapewniają odpowiednią krzepkość pętli regulacji. Na końcu zweryfikowano poprawność zaproponowanych metod na podstawie wyników eksperymentalnych.

Słowa kluczowe: *modulacja z jednym przesunięciem fazowym, podwójny mostek aktywny, przekształtnik DC/DC, układ regulacji*

Abstract

The dissertation describes a control and an analysis of a dual active bridge DC/DC converter with additional current filters. First, naming conventions are defined and an analysis of a steady-state operation is presented. Based on that, the purpose of additional current filters is explained. Next, a so called L/R transient problem is presented along with its implications on the system. Mechanisms leading to an unintended increase of a transformer current are explained and a compensation algorithm solving this problem is proposed. Then, a voltage and current control system consisting of two cascaded loops is introduced. For the control system tuning and analysis purposes, a novel system description method is derived. Based on that, a comprehensive analysis of the control loops dynamics is carried out. The presented results are used in order to derive tuning rules for the controllers. The main focus of these rules is to provide a simple tuning guidelines leading to a high system robustness. At the end, the validity of the proposed methods is proven based on experimental results.

Keywords: *single phase shift modulation, dual active bridge, DC/DC converter, control loop*