

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
ESCOLA POLITÉCNICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELETRÔNICA E DE COMPUTAÇÃO

PROPOSTA DE PROJETO DE GRADUAÇÃO

Aluno: Leonan Chicarelli de França
leonancfr@poli.ufrj.br

Orientadores: Carlos Fernando Teodósio Soares
Leonardo Alvim Muricy

1. TÍTULO

Estudo e projeto de um conversor DC/DC full-bridge com zero-voltage-switching e controle digital com desvio de fase.

2. ÊNFASE:

Eletrônica

3. TEMA

O trabalho consiste em estudar e projetar um conversor DC/DC full-bridge com zero-voltage-switching(ZVS) e controle digital com desvio de fase. Tal conversor é um dos candidatos a estágio de saída de um projeto de uma unidade retificadora para aplicações de telecomunicações em desenvolvimento pela Inovax Engenharia de Sistemas LTDA, e portanto, deve se adequar às normas impostas pela ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações).

4. DELIMITAÇÃO

O objeto do estudo é um conversor DC/DC full-bridge com ZVS e controle digital com desvio de fase. Dado que ele é um dos candidatos a estágio de saída de um projeto de uma unidade retificadora, então a sua entrada é devida a um estágio de entrada que consiste em um conversor boost. Nesse projeto, vamos admitir que tal estágio de entrada já está pronto para uso e focaremos apenas na análise e projeto do estágio de saída. Além do mais, como o custo para a montagem física do projeto é alto, justificaremos o projeto a partir de simulações computacionais e com hardware in the loop.

5. JUSTIFICATIVA

A Inovax Engenharia de Sistemas Ltda está desenvolvendo um unidade retificadora para uso em telecomunicações. Para o produto ser homologado pela

ANATEL, que é a agência responsável pela área no Brasil, o produto precisa atender a várias especificações, tais como alta eficiência e baixo ripple de saída. Em pesquisas realizadas durante o desenvolvimento do produto, observou-se uma nova alternativa, que é usar um conversor full-bridge com ZVS e controle digital com desvio de fase como estágio de saída.

O conversor full-bridge com ZVS e controle digital com desvio de fase tem algumas vantagens em relação a outros conversores tais como baixa perda de comutação, baixos esforços de corrente nos dispositivos e componentes e operação como elevador ou abaixador de tensão. A combinação dessas vantagens resulta em um conversor com alta eficiência.

Além do mais, ao utilizarmos um controle digital no projeto, além de diminuirmos o espaço físico do conversor, reduzimos o custo do projeto, visto que a quantidade de componentes para o controle reduz bastante. Esse tipo de controle será mostrado no projeto via simulações com hardware in the loop, uma vez que o custo de montagem de um protótipo é elevado.

Esse trabalho é uma continuação de um projeto anterior (também realizado em parceria com a Inovax Engenharia de Sistemas) que apresentou o estágio de entrada da unidade retificadora, um conversor boost. Sendo assim, considera-se que a entrada do conversor full-bridge em questão já está definida e vamos nos aprofundar no estudo e projeto do mesmo para que atenda às necessidades do mercado e às especificações da ANATEL.

6. OBJETIVO

O objetivo desse estudo é analisar e projetar um conversor DC/DC full-bridge com ZVS e controle digital com desvio de fase, explicando a técnica de zero-voltage-switching, explicitando as expressões do circuito para cálculo de todos os componentes necessários, levantando o modelo de pequenos sinais do circuito para poder realizar o projeto do controle e realizando simulações utilizando a técnica de hardware in the loop, para justificar o projeto.

Havendo a necessidade, outros aspectos do projeto poderão ser adicionados à versão final, visando tornar o trabalho mais completo.

7. METODOLOGIA

Este projeto pretende, primeiramente, explicar o funcionamento de um conversor full-bridge, e o porquê da escolha de se usar a técnica de zero-voltage-switching e o controle por desvio de fase. Posteriormente, o objetivo é definir um método para o cálculo de todos os componentes (tais como capacitores, indutores e transformador) de forma a atender as especificações da ANATEL.

Teremos controle por corrente e tensão simultaneamente, ou seja, as variáveis de controle de controle serão a corrente no indutor do filtro de saída e a tensão na carga. Tal controle será realizado por controladores PID. Assim torna-se necessário levantar o modelo completo de pequenos sinais do conversor para o cálculo ótimo das constantes do PID.

Se observará o funcionamento do projeto somente por meio de simulações, uma vez que o preço de um protótipo torna inviável sua construção. Primeiramente, uma simulação completa em um software, usando seus componentes PID, será feita, visando

observar o correto funcionamento do circuito e ajuste fino das constantes de controle. Para um resultado mais preciso, a técnica de hardware in the loop será utilizado. Tal técnica consiste em simular o circuito em um software, porém o seu controle será realizado em um microcontrolador externo ao computador. Assim espera-se ver de que forma os tempos de leitura, cálculo e comunicação do microcontrolador, além de erros de conversão analógico-digital, afetam a dinâmica do projeto, para que tais defeitos sejam contornados antes de uma futura montagem de um protótipo, além de tornar a simulação mais realista.

Por fim, deve-se realizar uma bateria de testes, visando provar que o projeto cumpre as diversas normas da ANATEL, podendo ser homologado pela mesma e se tornar um produto comercializável.

8. MATERIAIS

Softwares:

- PSCad 4.5 – Free Edition;
- Cadence Orcad 16.6;
- MatLab – Free Product Trial;
- CCS(Code Composer Studio) v6.

Hardware:

- Microcontrolador ARM-Cortex M4F TM4C1294NCPDT;
- Kit de desenvolvimento da texas instruments TM4C1294XL.

9. CRONOGRAMA

Fase 1: Buscar referências para auxiliar no projeto.

Fase 2: Entender e explicar o funcionamento de conversor

Fase 3: Levantamento do modelo de pequenos sinais

Fase 4: Cálculo de componentes e constantes dos controladores PID.

Fase 5: Elaboração de um código que realize um controlador PID e de outro que faça a comunicação do microcontrolador com o software.

Fase 6: Simulações e bateria de testes.

	dez/15	jan/16	fev/16	mar/16	abr/16	mai/16	jun/16	jul/16
Fase 1								
Fase 2								
Fase 3								
Fase 4								
Fase 5								
Fase 6								

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BRUNORO, Marcelo, VIEIRA, José Luiz F., “*A High-Performance ZVS Full-Bridge DC–DC 0–50-V/0–10-A Power Supply with Phase-Shift Control*”, IEEE transaction on power electronics, vol. 14, nº 3, maio de 1999, pág 495.
- [2] USLU, Mutlu, “*Analysis, design and implementation of a 5kW zero-voltage-switching phase-shifted full-bridge, DC/DC converter based power supply for ARC welding*”, Graduate School of Natural and Applied Sciences of Middle East Technical University, Novembro de 2006.
- [3] LOURENÇO, Elizete Maria, “*Análise e projeto de compensadores para conversores full-bridge-zvs-pwm-ps*”, Programa de Pós-graduação em engenharia elétrica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, dezembro de 1994.
- [4] PINHEIRO, José R. , PEGORARO, Tarciano F. , BAGGIO, José E. , “*Análise e projeto de um conversor CC/CC ZVS PWM isolado*”, SBA Controle & Automação, vol 11, nº 2, Maio/Junho/Julho/Agosto de 2000.
- [5] TEXAS INSTRUMENTS, “*Phase-Shifted Full Bridge DC/DC Power Converter Design Guide*”, Maio de 2014.

Rio de Janeiro, 18 de dezembro de 2015

Leonan Chicarelli de França
Aluno

Carlos Fernando Teodósio Soares
Orientador

Leonardo Alvim Muricy
Orientador