



## Um Estudo Comparativo entre Estruturas de Controle PID Aplicadas em um Conversor *Buck*

Luis Fabiano Barone Martins<sup>1</sup>

Ricardo Breganon<sup>2</sup>

Uiliam Nelson Lenzion Tomaz Alves<sup>3</sup>

João Paulo Lima Silva de Almeida<sup>4</sup>

A eletrônica de potência é a ciência que estuda o funcionamento dos conversores estáticos utilizados para o processamento de energia elétrica. Os conversores estáticos operam por meio do chaveamento de dispositivos semicondutores e podem ser classificados como: CA-CC, CA-CA, CC-CA e CC-CC. Os conversores CC-CC, ou *Choppers*, possuem aplicações muito vastas, indo das fontes chaveadas que alimentam equipamentos eletrônicos a usinas de geração fotovoltaica. Por meio da modulação por largura de pulso (PWM) do chaveamento da tensão de entrada, estes conversores podem elevar ou rebaixar o nível da tensão de saída de maneira análoga a um transformador em CA, trazendo como diferencial a possibilidade de regulação da tensão de saída. Dentre as topologias de conversores CC-CC não isolados existentes, as mais básicas são a *Buck*, a *Boost* e a *Buck-Boost*. Construir um modelo completo do sistema, que inclua características não ideais dos seus componentes é a primeira etapa do projeto de um controlador eficiente para os *Choppers*. Uma das alternativas para a sua representação envolve a obtenção de um modelo linear à pequenos sinais através da obtenção do modelo médio em espaço de estados sobre um ponto de operação apropriado. As técnicas de controle utilizadas para regulação da tensão e/ou corrente de saída dos conversores estáticos ajustam a modulação do chaveamento dos dispositivos semicondutores maximizando a eficiência na transferência de potência e o bom rastreamento da tensão de saída em relação a referência adotada. Soluções de controle que oferecem bons desempenhos sob quaisquer condições de operação são sempre procuradas e, em grande parte das aplicações, são baseadas em teorias de controle clássico ou moderno, em especial, será abordada a estrutura Proporcional-Integral-Derivativo (PID). Para o ajuste dos ganhos do controlador PID um dos métodos mais populares é o proposto por Ziegler e Nichols (ZN) que propõe uma regra simples com um desempenho satisfatório para sistemas com comportamento aproximado aos de primeira ordem. Neste trabalho, é analisado o comportamento do conversor *Buck* no modo tensão, representado pelo modelo médio em espaço de estados, quando submetido a pequenas perturbações em seu ponto de operação. Para o controle da tensão de saída são utilizadas duas estruturas de controladores do tipo PID, uma ideal e outra modificada para minimizar os efeitos dos ruídos em alta frequência na ação derivativa do controlador. As equações do controlador PID modificado são incluídas ao modelo em espaço de estados do conversor CC-CC e a partir deste modelo expandido são obtidas as funções de transferência do sistema controlado pelas estruturas PID ideal e modificada. A sintonia dos controladores é realizada utilizando o método de ZN e seus desempenhos são comparados. As validações dos modelos são realizadas através de simulações utilizando os *softwares* PSIM® e MATLAB®.

**Palavras-chave:** Conversor *Buck*. Controlador PID. Eletrônica de Potência.

<sup>1</sup>Doutor em Engenharia Elétrica, Instituto Federal do Paraná - Jacarezinho. E-mail: luis.martins@ifpr.edu.br

<sup>2</sup>Doutor em Engenharia Mecânica, Instituto Federal do Paraná - Jacarezinho. E-mail: ricardo.breganon@ifpr.edu.br

<sup>3</sup>Doutor em Engenharia Elétrica, Instituto Federal do Paraná - Jacarezinho. E-mail: uiliam.alves@ifpr.edu.br

<sup>4</sup>Doutor em Eng. Elétrica e Inf. Industrial, Instituto Federal do Paraná - Jacarezinho. E-mail: joao.almeida@ifpr.edu.br