

## FILTRO ATIVO PARALELO TRIFÁSICO

ALYSON SOUZA DE AVILA<sup>1</sup>;  
Dr. CLÁUDIO MANOEL DA CUNHA DUARTE<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas –alyson.souza.avila@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – claudio.mc.duarte@gmail.com

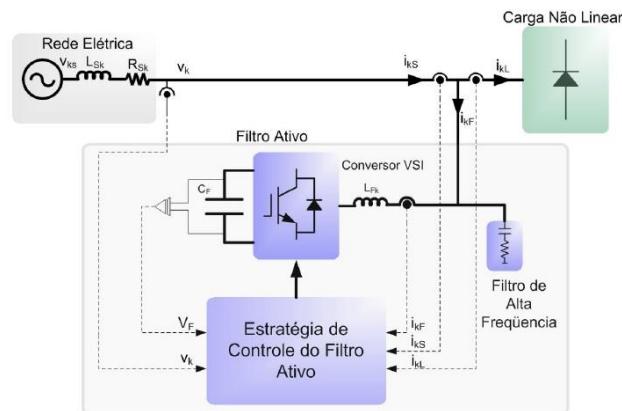
### 1. INTRODUÇÃO

Com a evolução tecnológica, novos equipamentos e dispositivos eletrônicos são constantemente lançados no mercado, trazendo inúmeros benefícios à humanidade. Porém, a proliferação de equipamentos eletrônicos em ambientes residenciais e industriais causa grande preocupação, pois os mesmos agem como cargas não-lineares, drenando do sistema de alimentação correntes distorcidas por um alto conteúdo harmônico, o que provoca prejuízos ao consumidor e à concessionária de energia. Do ponto de vista do sistema de alimentação, uma carga ideal é aquela que drena correntes sinusoidais.

Neste trabalho, a carga não-linear em questão é um retificador trifásico largamente encontrado em ambientes industriais, o conversor de potência utilizado para drenar o conteúdo harmônico é o conversor VSI (*Voltage Source Inverter*), usado em paralelo com a carga, sendo denominado então Filtro Ativo Paralelo (FAP).

### 2. METODOLOGIA

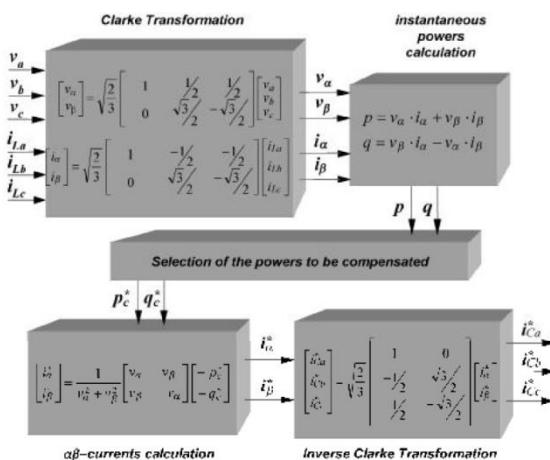
O FAP pode ser dividido em duas etapas, a etapa de potência, o conversor VSI, e a etapa de controle. Na etapa de controle está compreendida a estratégia para determinação das correntes de referência, o controle das variáveis do conversor e a modulação para o acionamento dos interruptores.



Filtro Ativo Paralelo (ORTMANN, 2008).

O FAP sintetiza as correntes de acordo com as correntes de referência que, por sua vez, são obtidas por meio da aplicação da Teoria das Potências Instantâneas, conhecida como Teoria pq (AKAGI; WATANABE; AREDES, 2007). A Teoria pq faz uso da transformada de Clarke, que converte as correntes e tensões do sistema trifásico ABC para um sistema referencial bifásico αβ. Neste novo sistema, são definidas duas potências, chamadas de potencial real e potência imaginária. Essas potências apresentam componentes médias e

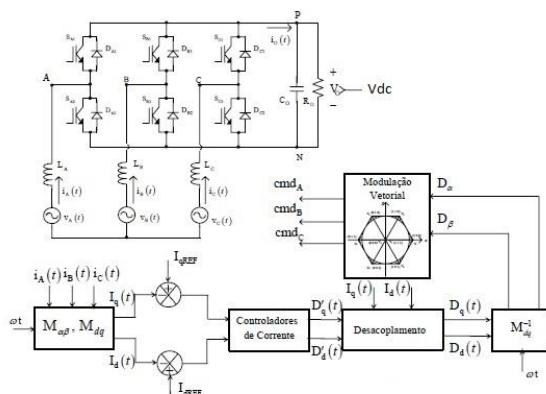
oscilantes. As componentes oscilantes correspondem ao conteúdo harmônico presente na corrente e na tensão, a componente média da potência real corresponde ao fluxo total de energia da fonte para a carga e a componente média da potência imaginária corresponde a energia trocada entre as fases do sistema. Assim, por meio dessas componentes de potência, é possível determinar as componentes da corrente, responsáveis pelo fluxo de cada tipo de energia circulante no sistema, de forma a se poder compensar as componentes reativas. Desta forma, a seleção de quais componentes de potência devem ser compensadas é o que determina as correntes que o FAP terá de sintetizar.



Correntes de referência (AKAGI;WATANABE;AREDES, 2007).

Para que seja feito o projeto do controle das variáveis do conversor VSI, é necessário utilizar-se um modelo linear deste conversor. O modelo utilizado neste trabalho faz uso da modelagem proposta por Borgonovo (BORGONOVO, 2001). Essa modelagem parte da transformação de Park, que transforma as tensões e correntes, do sistema referencial  $q\beta$  para um sistema referencial girante, chamado de sistema dq. Como resultado, as variáveis podem ser tratadas como invariantes no tempo, sendo possível a aplicação de controladores lineares.

Os sinais de controle são gerados pelos controladores e modulados, via modulação PWM (Pulse Width Modulation) senoidal, para acionarem os interruptores do conversor VSI, resultando em correntes adequadas às compensações das componentes das potências que não são responsáveis pelo fluxo de energia ativa.



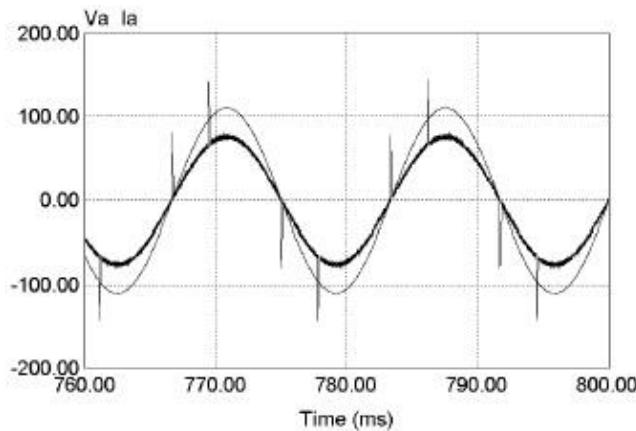
Controle FAP (BATISTA, 2006).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho, é feita a compensação total dos componentes reativos da potência, ou seja, a componente oscilante da potência real e a potência imaginária são integralmente compensadas, afim de que a corrente drenada pelo sistema formado pela carga e pelo FAP seja sinusoidal e esteja em fase com a tensão de entrada. Uma vez que a componente média da potência imaginária corresponde à potência reativa da teoria convencional das potências, ela também é integralmente compensada, pois se não fosse, resultaria em uma defasagem entre a corrente e a tensão de entrada.

Por meio de simulações numéricas, utilizando-se o software PSIM, foi possível obter a corrente drenada desejada bem como a análise de outros cenários de compensação.

Após o estudo via simulações e um aprofundamento da revisão bibliográfica, será feita a prototipação de um FAP, com uma etapa de condicionamento de sinais, para que o controle digital seja empregado em um DSP (*Digital Signal Processor*), e todo o estudo e projeto desenvolvido seja validado experimentalmente.



### 4. CONCLUSÕES

A utilização da Teoria pq, como estratégia para determinação das correntes de referência, abre espaço para uma compensação seletiva em um Filtro Ativo Paralelo, sendo possível, por exemplo, o uso deste filtro juntamente com compensadores passivos (filtros passivos sintonizados).

O projeto de um Filtro Ativo de Potência traz consigo conceitos novos, de implementação complexa, não abordados durante a graduação, e de extrema importância para a formação acadêmica e profissional de um engenheiro eletrônico, pois se trata de uma tecnologia recente e que visa, acima de tudo, a conservação e a qualidade da energia elétrica consumida.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MOHAN, N. **Power Electronics - Converters, Applications and Design.** Nova York: John Wiley and Sons, INC., 1995.

AKAGI, H.; WATANABE, E. H.; AREDES, M. **Instantaneous Power Theory and Applications To Power Conditioning.** Nova York: John Wiley and Sons, INC., 2007.

BATISTA, F. A. B. **Modulação Vetorial Aplicada a Retificadores Trifásicos PWM Unidirecionais.** 2006. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - INEP-PGEEL, UFSC.

BORGONOVO, D. **Modelagem e Controle de Retificadores PWM Trifásicos Empregando a Transformação de Park.** 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - INEP-PGEEL, UFSC.

ORTMANN, M. S. **Filtro Ativo Trifásico com Controle Vetorial Utilizando DSP: Projeto e Implementação.** 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - INEP-PGEEL, UFSC.

MALINOWSKI, M. **Sensorless Control Strategies for Three - Phase PWM Rectifiers.** 2001. Warsaw University of Technology, Faculty of Electrical Engineering, Institute of Control and Industrial Electronics, 2001