

Evento: XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

CORREÇÃO ATIVA DO FATOR DE POTÊNCIA EM FONTES CHAVEADAS¹ **ACTIVE POWER FACTOR CORRECTION IN SWITCHING-MODE POWER SUPPLIES**

Anderson Andrei Schwertner², Leonardo Sostmeyer Mai³, Mateus Felzke Schonardie⁴

¹ Projeto de pesquisa realizado no Grupo de Automação Industrial e Controle do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias

² Bolsista PROBIC FAPERGS, aluno do curso de Engenharia Elétrica da UNIJUI, anderson0854@hotmail.com

³ Bolsista PROBITI FAPERGS, aluno do curso de Engenharia Elétrica da UNIJUI, leonardomai@yahoo.com.br

⁴ Professor Doutor no curso de Engenharia Elétrica da UNIJUI, mateus.schonardie@unijui.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos houve um grande aumento na quantidade de cargas que possuem fontes chaveadas conectadas a rede elétrica. Televisores, computadores e fornos de micro-ondas são apenas alguns exemplos da abundância dos eletrônicos presentes nas residências, nos estabelecimentos comerciais e nas indústrias. Esse tipo de equipamento costuma apresentar baixo Fator de Potência (FP) e altos níveis de distorção harmônica (THD), fenômenos resultantes da interrupção da corrente de entrada nos momentos de comutação.

De acordo com Pomilio (2007), fator de potência é definido como a relação entre a potência ativa e a potência aparente consumidas por um dispositivo ou equipamento, independentemente das formas que as ondas de tensão e corrente apresentem. Em sistemas lineares, a carga drena uma corrente puramente senoidal da fonte, logo, o FP pode ser determinado simplesmente pela diferença de fase entre a tensão e a corrente.

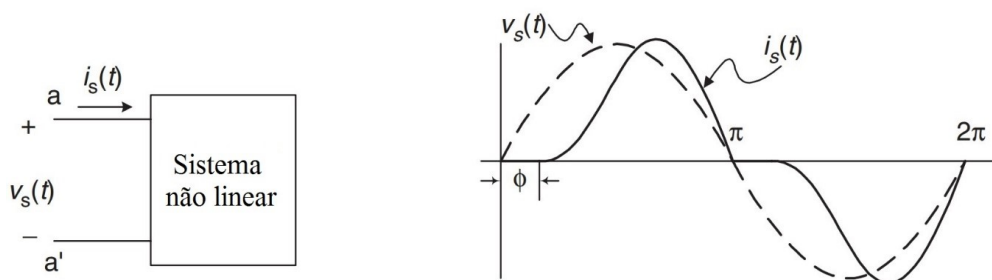
Em sistemas onde se faz presente equipamentos de eletrônica de potência, o comportamento não linear dos dispositivos de comutação faz com que somente a análise da defasagem angular não seja suficiente para determinar o fator de potência. A interrupção do fluxo de corrente causado pelo chaveamento (Figura 01) faz com que sejam necessárias análises matemáticas mais complexas, levando em consideração além da defasagem angular, também os efeitos da distorção da forma de onda da corrente.

O termo THD representa a soma de todos os componentes harmônicos de uma forma de onda comparados à sua forma original. Harmônicos são múltiplos inteiros da frequência fundamental, logo, tomando como exemplo uma forma de onda com frequência em 60 Hz, a 2ª, 3ª e 4ª harmônica serão, respectivamente, 120 Hz, 180 Hz e 240 Hz. Portanto, distorção harmônica é o quanto uma forma de onda está distorcida do seu formato original devido a soma desses componentes.

Apesar dos harmônicos não apresentarem potência média consumida pelo equipamento elétrico, isto é, não geram um custo maior na conta de energia para o consumidor, o mesmo não ocorre para a concessionária, uma vez que todos os harmônicos passam pelas linhas de distribuição (CESAR, 2011).

Evento: XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

Figura 01 – Exemplo do comportamento da corrente em um sistema não linear



Entretanto, tanto os consumidores quanto a empresa distribuidora de energia sofrem danos causados pelos baixos níveis de FP, dentre os quais pode-se citar (KIRSTEN, 2011); (MARTINS, BONAN e FLORES); (POMÍLIO, 2007):

- Sobredimensionamento das instalações elétricas, dispositivos de manobra, proteção e transformadores, caracterizando uma subutilização da capacidade instalada;
- Aumento nas perdas nos cabos de transmissão e distribuição;
- Distorção da forma de onda da tensão devido à picos de corrente, o que pode causar mau funcionamento de outros equipamentos conectados à mesma rede;
- Aumento das perdas nos estatores e rotores de máquinas rotativas, causando superaquecimento danoso às máquinas;
- Possível excitação das ressonâncias no sistema de potência, levando a picos de tensão e corrente, o que pode danificar dispositivos conectados à linha;

Tendo isso em vista, a IEC (International Electrotechnical Commission) desenvolveu a norma IEC61000-3-2. Esta norma limita os níveis de distorção harmônica presentes em corrente injetadas na rede pública de alimentação, sendo aplicada a equipamentos elétricos e eletrônicos que possuem corrente de entrada de até 16 A por fase, conectados a uma rede pública de baixa tensão alternada, de 50 ou 60 Hz, com tensão fase-neutro entre 220 e 240 V eficazes (RMS) (POLÍMIO, 2007).

Para solucionar esses problemas, esse artigo apresenta os resultados iniciais de um experimento utilizando um conversor boost como corretor do fator de potência em uma fonte de alimentação de 250W.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A correção do fator de potência (PFC - Power Factor Correction) é definida por Das, Mohanty e Panda (2015) como "a técnica para fazer com que a corrente drenada da fonte de alimentação seja senoidal e em fase com a tensão, ou, o processo de neutralizar os efeitos indesejáveis que cargas elétricas podem criar". Em consentimento com isso, Aksoy, Sahin e Ting (2016) afirmam que "PFC, essencialmente, significa reduzir a potência reativa e os harmônicos para o mais próximo de zero".

As técnicas de correção do fator de potência podem ser divididas em dois grandes grupos:

Evento: XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

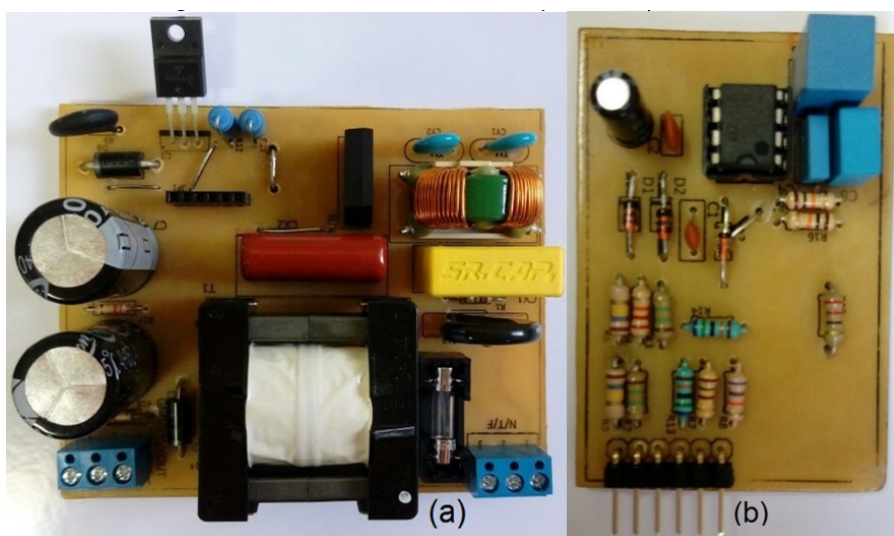
topologias passivas e topologias ativas. Devido à alta confiabilidade e capacidade de manejar altos níveis de potência, as topologias passivas são geralmente utilizadas em aplicações de alta tensão. As topologias ativas se destacam sobre as passivas pela capacidade de corrigir tanto o fator de deslocamento, que diz respeito a defasagem angular entre a tensão e a corrente de entrada, quanto a distorção harmônica.

Dentre as técnicas ativas de PFC utilizadas, é predominante o emprego de conversores CC-CC, uma das classes de fontes chaveadas. O experimento realizado emprega um desses conversores, conhecido como Conversor Boost. O ensaio busca melhorar o FP e a THD de um inversor meia-ponte com potência nominal de 250W e fator de potência 0,53. Para isso, foi implementado o conversor boost utilizando o controlador L6562 desenvolvido pela ST Microelectronics.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram desenvolvidas duas placas de circuito impresso para o experimento, uma contendo o conversor boost propriamente dito (Figura 02 - a), e outra, responsável pelo controle do conversor (Figura 02 - b). Elas são conectadas entre si via barra de pinos, e atuam como um sistema intermediário entre a rede da concessionária de energia e o inversor meia ponte.

Figura 02 - Placas desenvolvidas para o experimento

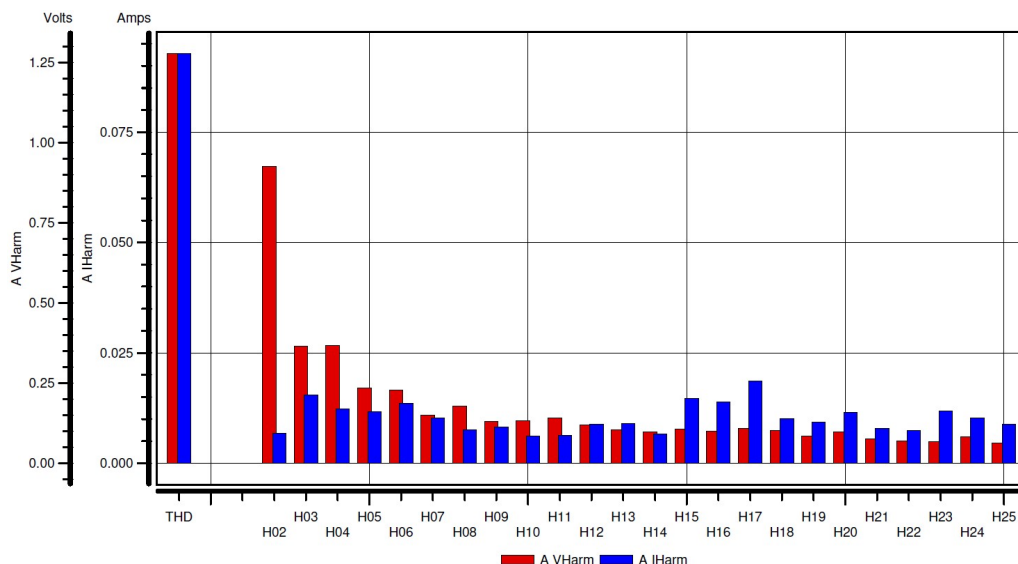


Os testes realizados foram com uma carga de 130W ligada ao inversor. O comportamento do sistema sem o circuito PFC era bastante insatisfatório, apresentando fator de potência total de 0,53, resultante em sua grande maioria da distorção harmônica, uma vez que o fator de deslocamento foi de apenas 0,99.

Quando o conversor PFC foi introduzido ao sistema, o fator de potência total foi melhorado para 0,975, e a THD foi de apenas 0,09 (figura 03), valores excelentes e que atendem as normas internacionais de qualidade de energia, como a IEC 61000-3-2.

Evento: XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

Figura 03 – Componentes harmônicas com PFC



4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A correção do Fator de Potência é importante devido a todas as complicações causadas por altos níveis de THD e baixo fator de potência, tanto para os consumidores quanto para a concessionária de energia. Além disso, como existem normas que limitam esses valores, é necessário que as indústrias produzam equipamentos que estejam de acordo com essas regulações. Ao corrigir o fator de potência, o circuito reduz para próximo de zero a taxa de distorção harmônica do sistema, proporcionando um melhor aproveitamento da rede elétrica.

O Conversor Boost, controlado pelo CI L6562, apresentou um excelente desempenho nos experimentos realizados, sendo capaz de corrigir o baixo fator de potência típico de um inversor meia ponte, fazendo com que ele atenda à norma IEC 61000-3-2, que limita a máxima emissão de harmônicos de corrente.

Palavras-chave: Qualidade de energia; Distorção harmônica; Conversor boost.

Keywords: Power quality; Harmonic distortion; Boost converter.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPERGS pelas bolsas de iniciação tecnológica e iniciação científica e a UNIJUI.

REFERÊNCIAS

AKSOY, I.; SAHIN, Y.; TING, N. S. A soft switching power factor correction interleaved AC-DC boost converter. International Conference on Compatibility, Power Electronics and Power

Evento: XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

Engineering. pg. 335 - 340. 2016

BATARSEH, I; WEI, H. Power electronics handbook. 3. ed. 2011: Butterworth-Heinemman. pg. 523 - 548.

CESAR, E. L. Controle não linear de um pré-regulador isolado com pfc e acoplamento auxiliar. 2011. Dissertação de Mestrado - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará - UFC. Fortaleza, Agosto de 2011. 173 p.

DAS, D; MOHANTY, P. R.; PANDA, A. K. An active PFC boost converter topology for power factor correction. 2015. IEEE Annual India Conference. pg. 1 - 5.

KIRSTEN, A. L. Reator eletrônico para lâmpadas de descarga em alta pressão baseado no conversor biflyback inversor. 2011. Dissertação de Mestrado - Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 26 de jul. de 2011. 185 pg.

MARTINS, A. S.; BONAN, G.; FLORES, G. C. Entendendo o fator de potência. Porto Alegre: Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento - CP Eletrônica.

POMÍLIO, J.A. Pré-Reguladores de Fator de Potência. [S.l.]: [s.n.], 2007.