

ENSAIOS DE INVERSORES PARA CONEXÃO À REDE: FATOR DE POTÊNCIA E DISTORÇÃO HARMÔNICA

Giuliano Arns Rampinelli – giuliano.rampinelli@ufrgs.br

João Batista Dias – dias_jb@hotmail.com

Arno Krenzinger – arno.krenzinger@ufrgs.br

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação de Engenharia Mecânica

3.6 Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede

Resumo. A preocupação com a qualidade da energia em sistemas elétricos de potência é um tema atual. Melhorar a qualidade é de grande interesse em função de minimizar perdas e otimizar o aproveitamento da energia elétrica. Uma energia de qualidade é caracterizada por alto fator de potência e baixa distorção harmônica. Em sistemas fotovoltaicos, o componente responsável por introduzir na rede elétrica uma energia de qualidade é o inversor. Este trabalho apresenta uma análise do fator de potência e da distorção harmônica de inversores que entregam à rede elétrica a energia obtida de um arranjo fotovoltaico, e propõe modelos matemáticos que descrevem os dois parâmetros citados. O Laboratório de Energia Solar da UFRGS está desenvolvendo um programa de simulação de sistemas fotovoltaicos em conexão com a rede. A modelagem matemática que descreve o comportamento de um inversor é importante para a simulação computacional destes sistemas. Para a realização dos ensaios foram utilizados nove diferentes modelos de inversores de três fabricantes. Os inversores ensaiados apresentam fator de potência próximo de 1 para potências de operação próximas de suas potências nominais. No entanto, em baixa potência de operação, há diferenças significativas no fator de potência dos inversores. De maneira similar, os diferentes modelos de inversores ensaiados apresentam diferentes valores de distorção harmônica. Os coeficientes de ajuste dos modelos propostos foram determinados e inseridos no banco de dados de inversores do programa de simulação FVCONNECT. Os resultados indicam que o fator de potência deste tipo de inversor depende de uma combinação entre a defasagem entre tensão e corrente e a distorção harmônica.

Palavras-chave: Energia Solar, Sistemas Fotovoltaicos em Conexão com a Rede, Inversor, Fator de Potência, Distorção Harmônica Total.

1. INTRODUÇÃO

A partir da década de 70 a preocupação com a qualidade da energia, segurança, confiabilidade dos sistemas elétricos de potência aumentou consideravelmente (Bollen, 1999). Atualmente podem ser encontrados diversos trabalhos científicos que apresentam como tema de investigação a qualidade da energia convertida por sistemas fotovoltaicos e o impacto desses sistemas na rede elétrica (Galhardo e Pinho, 2002; Batrinu et al, 2006; Lee et al, 2006; Bezerra et al, 2003; Galhardo e Pinho, 2004; Pires, 2006; Pomilio, 2006).

Em particular, para sistemas fotovoltaicos em conexão a rede, todos os aspectos relacionados com a qualidade da energia elétrica entregue à rede são importantes. Uma forma de avaliar a qualidade da energia injetada na rede é determinar o comportamento do fator de potência e distorção harmônica total do inversor.

Idealmente o inversor deveria apresentar formas de onda de corrente e de tensão como senóides puras com frequência constante e o fator de potência unitário. Entretanto, essas formas de onda de tensão e corrente não são puramente senoidais, mas uma composição da forma de onda na frequência fundamental com as suas harmônicas.

O Laboratório de Energia Solar (LES) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) está desenvolvendo um projeto, com financiamento da Eletrobrás (Centrais Elétricas Brasileiras) e Finep (Financiadora de Estudos e Projetos), que tem como objetivo desenvolver um programa de simulação de sistemas fotovoltaicos em conexão com a rede, denominado FVCONNECT. Para simular os equipamentos que constituem estes sistemas é necessário conhecer os parâmetros construtivos do equipamento. Alguns dos dados necessários são fornecidos com bastante confiabilidade pelo fabricante do equipamento. No entanto, outros dados devem ser obtidos a partir de ensaios específicos (Krenzinger et al, 2007).

Para uma simulação de sistemas fotovoltaicos em conexão com a rede que apresente confiabilidade e conformidade com resultados experimentais é necessário dispor de uma série de dados referentes a cada componente do sistema, tais como dados meteorológicos e de localização, dados dos módulos fotovoltaicos, dados dos inversores e dados da rede elétrica.

O inversor é um dos componentes fundamentais de um sistema fotovoltaico por ser o dispositivo responsável por converter a corrente contínua em corrente alternada injetando-a na rede elétrica.

Uma das etapas do projeto consiste na realização de diversos ensaios de diferentes modelos de inversores para conexão na rede incluindo a criação de um banco de dados de inversores e a implementação de modelos matemáticos

que descrevam o componente (inversor). O presente trabalho analisa resultados de ensaios da distorção harmônica total e fator de potência de inversores.

2. MODELAGEM MATEMÁTICA

Em circuitos de corrente alternada puramente resistivos, as ondas de tensão e corrente encontram-se em fase. No entanto, na presença de cargas reativas como capacitores e indutores, o armazenamento de energia nessas cargas resulta em uma diferença de fase entre as ondas de tensão e corrente. Essa defasagem implica que a potência ativa (potência que produz trabalho) é menor que a potência aparente (produto entre a tensão e corrente). Em circuitos de potência que contém apenas cargas lineares, o fator de potência depende somente da diferença de fase entre a tensão e a corrente, sendo conhecido como fator de potência de deslocamento. Em sistemas com cargas não-lineares há o aparecimento de distorções na forma de onda da tensão e corrente causadas por harmônicos. A diferença entre a potência ativa e a potência aparente é denominada de potência reativa (potência que não produz trabalho útil). O fator de potência (FP) de um sistema elétrico é definido como a razão entre a potência ativa (P) e a potência aparente (S) Eq. (1).

$$FP = \frac{P}{S} = \frac{\frac{1}{T} \int V_i(t) \cdot I_i(t) \cdot dt}{V_{RMS} \cdot I_{RMS}} \quad (1)$$

Em um sistema com formas de onda senoidais, a partir de uma descrição geométrica da potência ativa (P), potência aparente (S) e potência reativa (Q), o fator de potência pode ser definido como o cosseno da defasagem entre a tensão e a corrente Eq. (2)

$$FP = \frac{P}{S} = \cos \left(\arctg \left(\frac{Q}{P} \right) \right) = \cos \varphi \quad (2)$$

onde φ é o ângulo de defasagem entre as ondas de tensão e corrente.

Quando apenas a tensão do sistema for senoidal, a potência ativa é dada pelo produto da tensão (senoidal) e todas as componentes harmônicas da corrente (não senoidal). Este produto é nulo para todas as harmônicas exceto para a fundamental, devendo-se ponderar tal produto pelo cosseno da defasagem entre a tensão e a primeira harmônica da corrente. Dessa forma, o fator de potência é expresso como o produto do quociente entre o valor *rms* da componente fundamental e o valor *rms* da corrente de entrada e o cosseno da defasagem entre a tensão e primeira harmônica da corrente como mostra a Eq. (3)

$$FP = \frac{I_1}{I_{RMS}} \cos \varphi_1 \quad (3)$$

onde I_1 é o valor *rms* do primeiro harmônico da corrente; I_{RMS} é o valor *rms* da componente fundamental da corrente e φ_1 é o ângulo de defasagem entre a tensão e a primeira harmônica da corrente. A relação entre as correntes é chamada de fator de forma e o termo cosseno é chamado de fator de deslocamento.

O valor *rms* da corrente de entrada pode ser expresso em função das componentes harmônicas como apresenta a Eq. (4)

$$I_{RMS} = \sqrt{I_1^2 + \sum_{n=2}^{\infty} I_n^2} \quad (4)$$

onde I_n é o valor *rms* da harmônica n da corrente.

A distorção harmônica total na corrente (THDi) é definida como o quociente entre o valor *rms* das componentes harmônicas da corrente e o valor *rms* da componente fundamental da corrente como mostra a Eq. (5).

$$THD_i = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} I_n^2}}{I_1} \quad (5)$$

Assim o fator de potência pode ser reescrito como Eq. (6)

$$FP = \frac{\cos \varphi_1}{\sqrt{1 + THD^2}} \quad (6)$$

onde THD é a distorção harmônica total.

Quando a tensão e a corrente não forem senoidais, o fator de potência deve ser calculado pela Eq. 1. Em um caso genérico, tanto as componentes fundamentais quanto as harmônicas podem produzir potência. O fator de potência é afetado pela diferença de fase entre a onda de tensão e a onda de corrente e pelo conteúdo de harmônicos causados por cargas não-lineares.

A partir dos resultados experimentais obtidos nos ensaios com os inversores e da interpolação da curva é proposta uma correlação para a curva do fator de potência do inversor em função da potência de saída do mesmo, apresentado na Eq. (7)

$$FP = \frac{C_0 \cdot C_1 + (C_2 \cdot (RP)^{C_3})}{C_1 + (RP)^{C_3}} \quad (7)$$

onde C_0 , C_1 , C_2 e C_3 são parâmetros de ajuste do modelo e RP representa a relação entre a potência de saída do inversor P_{CA} e a potência nominal do inversor P_{NOM} Eq. (8).

$$RP = \frac{P_{CA}}{P_{NOM}} \quad (8)$$

A distorção harmônica na corrente é dependente da potência de operação do inversor e pode ser descrita de acordo com a Eq. 9

$$THD_i = K_0 \cdot \exp(-K_1 \cdot RP) + K_2 \cdot \exp(-K_3 \cdot RP) \quad (9)$$

onde K_0 , K_1 , K_2 e K_3 são parâmetros de ajuste do modelo.

3. DESCRIÇÃO DOS INVERSORES ENSAIADOS

Para os ensaios foram utilizados nove modelos diferentes de inversores, sendo quatro de tecnologia SMA, três de tecnologia Fronius e dois de tecnologia Mastervolt. A potência nominal dos inversores varia entre 700 W e 3800 W. A Fig. 1 apresenta um modelo de inversor de cada fabricante.

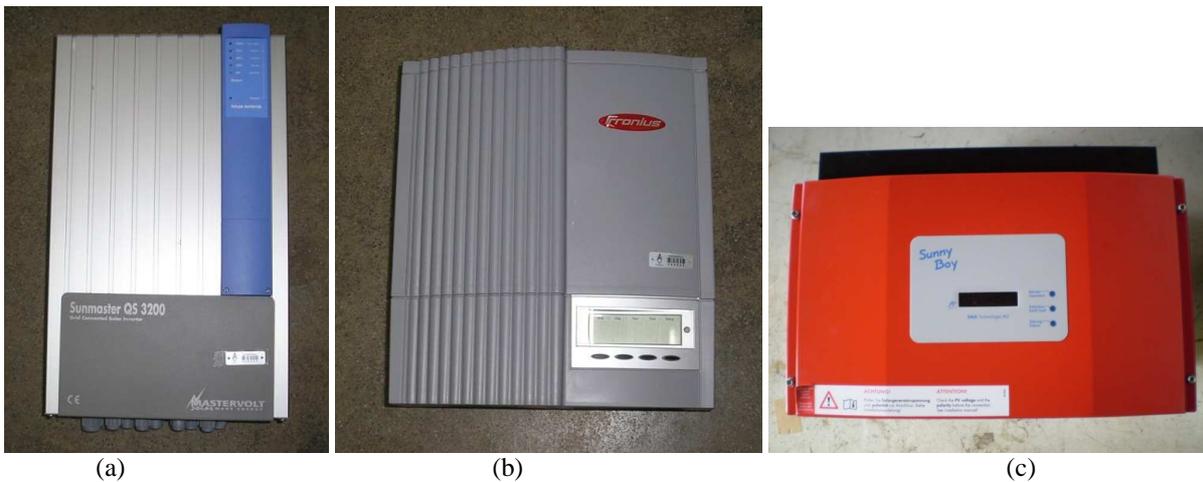


Figura 1 – Modelos de inversores: (a) Mastervolt, (b) Fronius e (c) SMA.

A Tab. 1 apresenta as características básicas dos inversores ensaiados. Estes dados foram obtidos a partir dos manuais técnicos dos inversores (Fronius, 2005; Mastervolt, 2005; SMA, 2005).

Tabela 1. Características técnicas básicas dos inversores ensaiados.

Fabricante	Modelo	Potência de Entrada [W]		Potência de Saída [W]	
		Máxima	Nominal	Máxima	Nominal
SMA	SB 700U	1000	780	700	700
SMA	SB 2500U	2800	2380	2500	2200
SMA	SB 3800U	4800	4040	3800	3800
SMA	SB 1100E	1350	1100	1100	1000
Fronius	IG 15	2000	1400	1500	1300
Fronius	IG 20	2700	1940	2000	1800
Fronius	IG 30	3600	2690	2650	2500
Mastervolt	QS 2000	2100	1750	1725	1600
Mastervolt	QS 3200	3600	2750	2750	2600

4. RESULTADOS EXPERIMENTAIS

Para a realização dos ensaios dos inversores foi montada uma bancada de testes (Fig. 2a), composta por um analisador de potência (*Fluke 434*) (Fig. 2b), e um computador para a aquisição de dados.



Figura 2 – (a) Bancada de ensaios e (b) analisador de potência *FLUKE 434*.

Cada arranjo de módulos da instalação possui chaveamento através de disjuntores, o que permite acoplar em cada inversor uma potência de entrada de acordo com o modelo ensaiado.

Para a realização dos ensaios do fator de potência dos inversores, o analisador de potência empregado mede e registra simultaneamente a potência ativa, a potência aparente, a potência reativa e conseqüentemente o fator de potência do inversor. O fator de potência foi medido em toda faixa de potência de operação do inversor. Além do fator de potência, foi medido o fator de potência de deslocamento para os mesmos inversores.

Outra possibilidade oferecida pelo dispositivo é capacidade de medir e registrar até o 50° harmônico na tensão, na corrente e na potência. A distorção harmônica total na tensão, na corrente e na potência é obtida a partir da soma de todos os harmônicos da tensão, corrente e potência, respectivamente. Durante a realização dos ensaios de distorção harmônica dos inversores, a distorção harmônica total na tensão (THD_V) independe da potência em que o inversor está operando. O THD_V varia entre 2 e 3 % da componente fundamental da tensão, dependendo da demanda energética que a rede elétrica está submetida. O valor THD_V medido pelo instrumento não é alterado quando o inversor entra em funcionamento, mas apenas ao longo do dia conforme alteração da demanda energética. Em dispositivos de controle como os inversores, as distorções harmônicas devem-se principalmente aos componentes harmônicos ímpares, sendo que o terceiro, quinto e sétimo são os que mais contribuem para a distorção harmônica na tensão, na corrente e na potência. A quinta componente harmônica é a maior responsável pela distorção harmônica total na tensão.

A distorção harmônica total na corrente (THD_I) depende da THD_V e da potência de operação do inversor. Para possibilitar comparação entre os inversores, os mesmos tiveram suas respectivas THD_I medidas para um mesmo valor de THD_V (2,7 %).

Observou-se que a distorção harmônica total na corrente diminui exponencialmente com o aumento da potência de operação dos inversores. Para potências de operação próximas da potência nominal, os inversores dos fabricantes *Fronius*, *SMA* e *Mastervolt* apresentaram respectivamente, THD_I de 5 %, 3 % e 2 % da componente fundamental da corrente.

A terceira, a quinta e a sétima componente harmônica na corrente também são as que mais contribuem para a distorção harmônica na corrente. De maneira similar à THD_V , a quinta componente harmônica na corrente é a maior

responsável pela THD_i . No entanto, para potências de operação menores que 20 % da potência nominal, a terceira componente harmônica também contribui significativamente para a distorção harmônica total na corrente. Para os inversores *SMA Sunny Boy 700U* e *SMA Sunny Boy 1100E* foram calculados somente os coeficientes de ajuste do modelo matemático do fator de potência a partir de suas respectivas curvas. Para os demais inversores, foram calculados os coeficientes de ajuste dos modelos matemáticos do fator de potência e da distorção harmônica na corrente. As curvas medidas do fator de potência, do fator de potência de deslocamento e da distorção harmônica total na corrente dos inversores indicam que a diminuição do fator de potência, verificada com a diminuição da potência de operação do inversor, é causada pela combinação da defasagem entre a tensão e corrente e a distorção harmônica na corrente verificadas nestas condições. A Tab. 2 apresenta os valores dos coeficientes de ajuste do modelo matemático do fator de potência e a Tab. 3 mostra os valores dos coeficientes de ajuste do modelo matemático da distorção harmônica total na corrente.

Tabela 2. Coeficientes de ajuste do modelo matemático do fator de potência dos inversores.

Fator de Potência				
Modelo	C_0	C_1	C_2	C_3
SB 700U	0,0464	0,0221	1,021	1,593
SB 1100E	0,0422	0,0067	1,007	1,4
SB 2500U	0,0344	0,0016	0,999	1,787
SB 3800U	0,1703	0,0012	0,998	1,902
IG 15	0,0935	0,0137	0,997	1,696
IG 20	0,0602	0,0139	1,006	1,473
IG 30	0,2156	0,0039	0,997	1,853
QS 2000	0,0781	0,0075	0,997	1,595
QS 3200	0,0442	0,0126	0,993	1,449

Tabela 3. Coeficientes de ajuste do modelo matemático da distorção harmônica total na corrente dos inversores.

Distorção Harmônica Total na Corrente				
Modelo	K_0	K_1	K_2	K_3
SB 2500U	6,071	0,579	49,629	10,467
SB 3800U	14,212	0,00069	56,897	0,0076
IG 15	15,376	1,112	50,829	16,036
IG 20	20,735	5,473	5,849	0,099
IG 30	7,088	0,330	26,026	10,804
QS 2000	3,514	0,792	10,339	8,796
QS 3200	10,230	0,0021	3,437	0,00017

Na Fig. 3 são apresentados os comportamentos do fator de potência dos inversores *Sunny Boy 700U* e *Sunny Boy 1100E* medidos em toda a faixa de potência de operação dos mesmos.

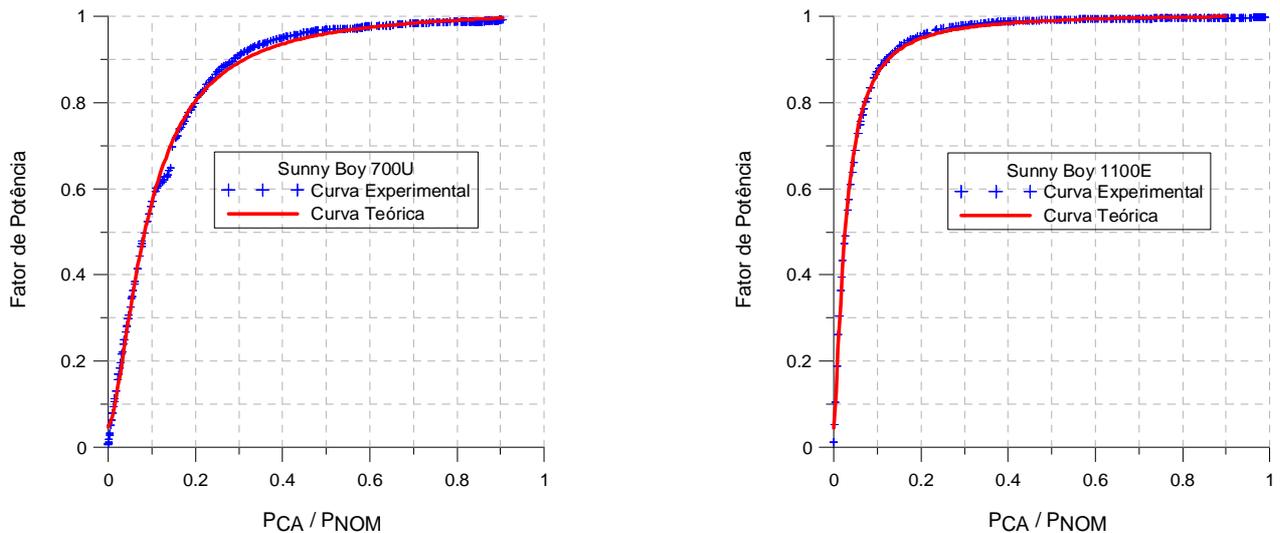


Figura 3 – Fator de potência dos inversores *Sunny Boy 700U* e *Sunny Boy 1100E*.

Da Fig. 4 até Fig. 10 são apresentados os comportamentos do fator de potência e da distorção harmônica na corrente dos inversores ensaiados.

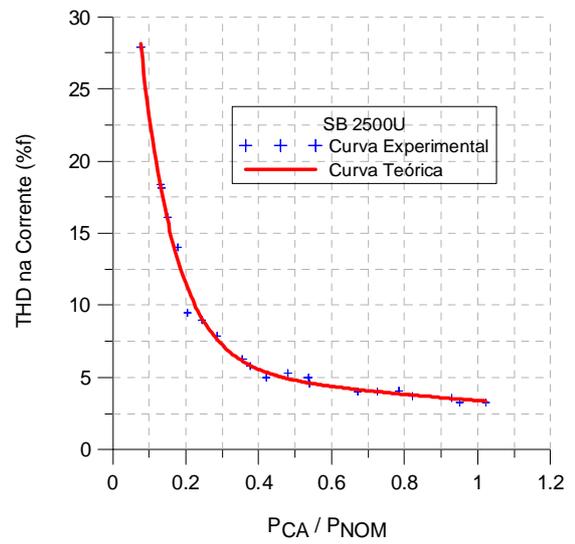
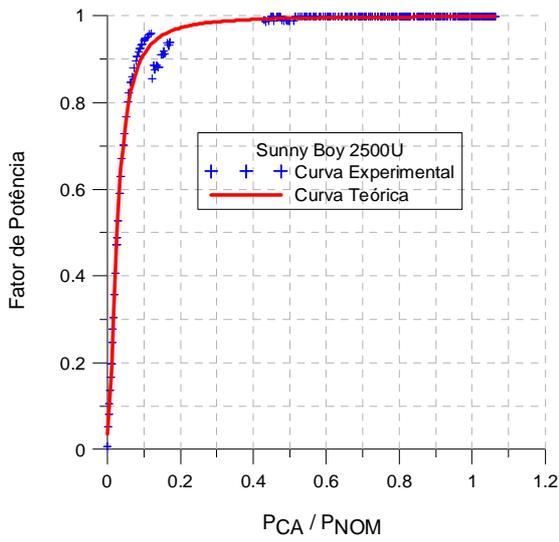


Figura 4 – Fator de potência e distorção harmônica na corrente do inversor *Sunny Boy 2500U*.

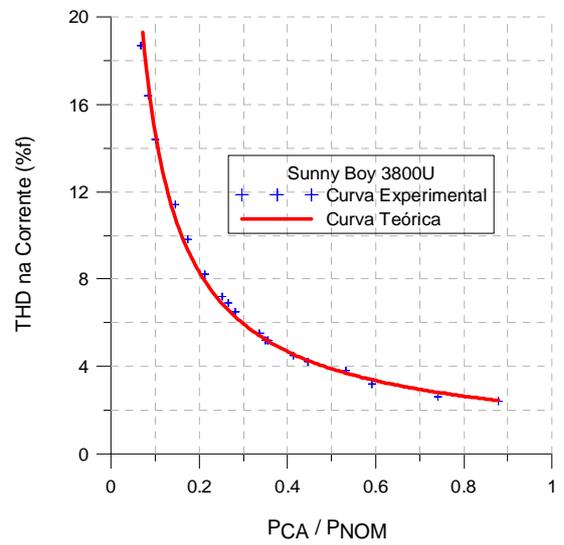
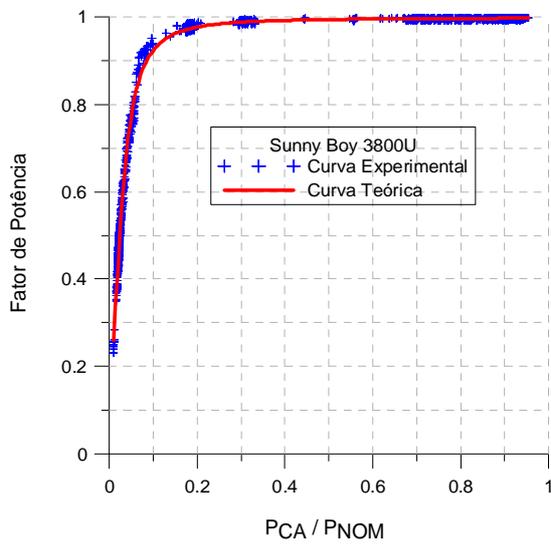


Figura 5 – Fator de potência e distorção harmônica na corrente do inversor *Sunny Boy 3800U*.

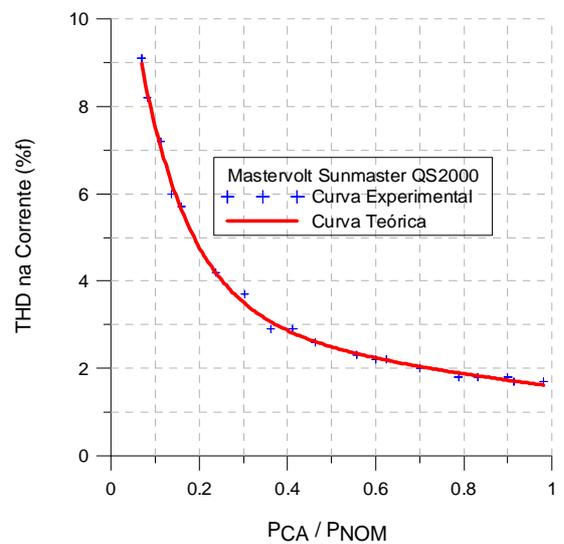
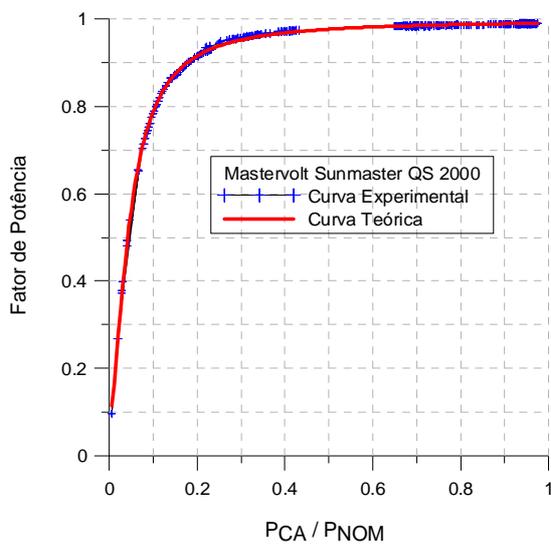


Figura 6 – Fator de potência e distorção harmônica na corrente do inversor *Mastervolt Sunmaster QS 2000*.

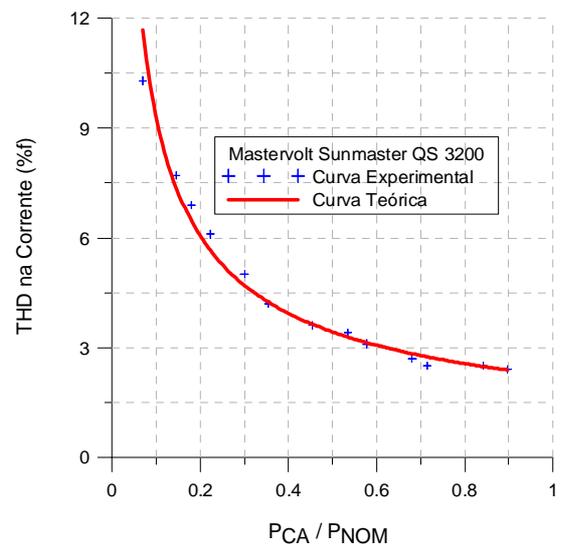
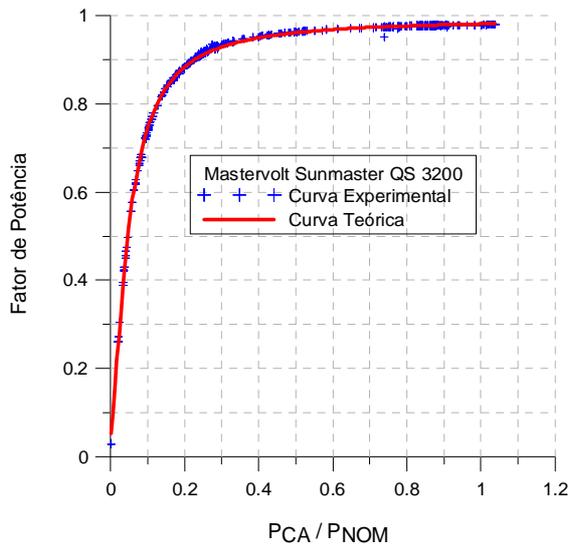


Figura 7 – Fator de potência e distorção harmônica na corrente do inversor *Mastervolt Sunmaster QS 3200*.

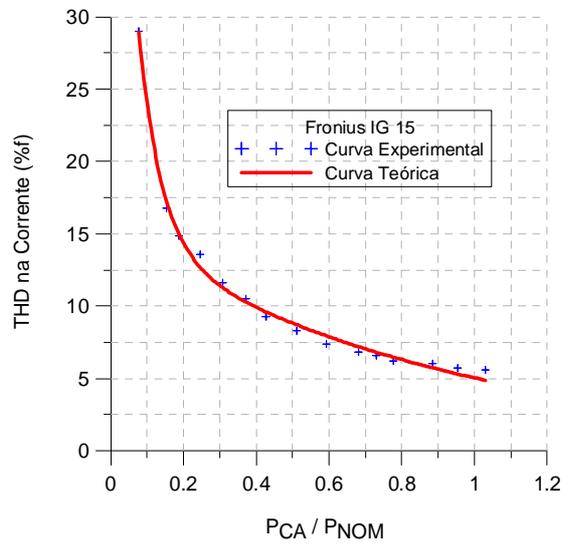
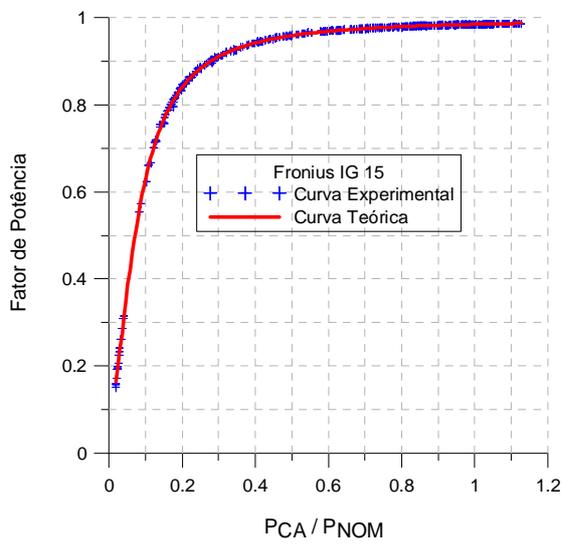


Figura 8 – Fator de potência e distorção harmônica na corrente do inversor *Fronius IG 15*.

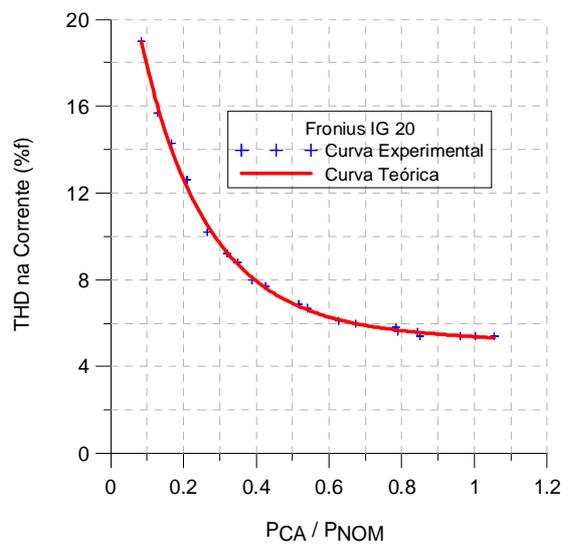
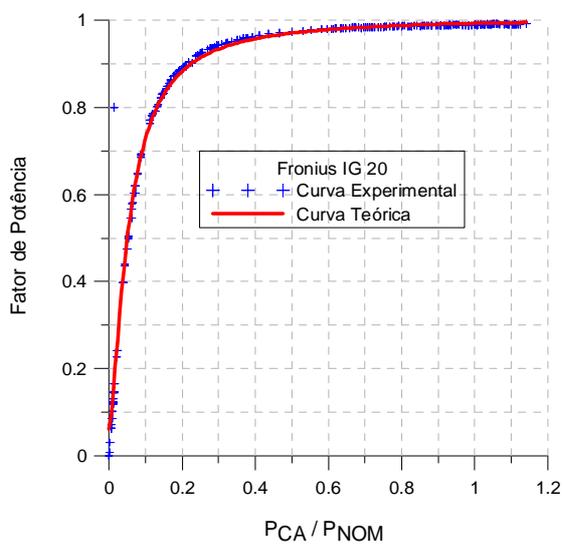


Figura 9 – Fator de potência e distorção harmônica na corrente do inversor *Fronius IG 20*.

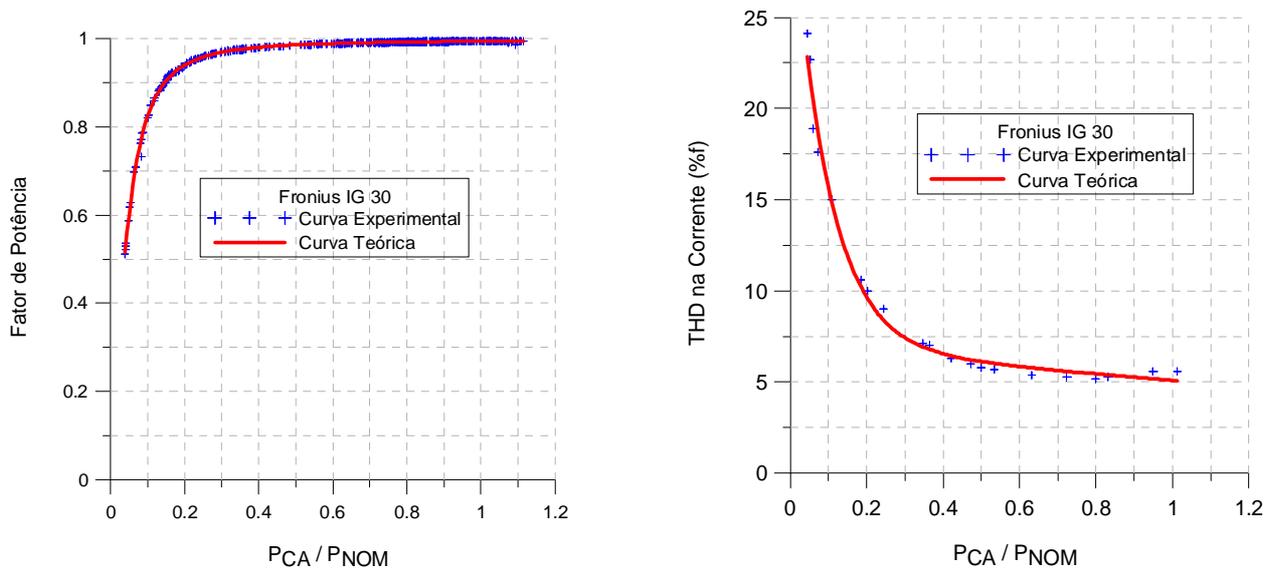


Figura 10 – Fator de potência e distorção harmônica na corrente do inversor *Fronius IG 30*.

Como descrito anteriormente, o fator de potência depende de uma combinação do fator de potência de deslocamento, que considera a defasagem entre as componentes fundamentais da tensão e da corrente e a distorção harmônica total na corrente, que considera as componentes harmônicas. Tanto a defasagem entre tensão e corrente como a presença de harmônicos não produzem potência útil e, portanto, reduzem o fator de potência. A defasagem entre tensão e corrente e a distorção harmônica na corrente aumentam com a diminuição da potência de operação do inversor.

A Fig. 11 apresenta dois instantes de operação do inversor *Fronius IG 15*. No primeiro instante (Fig. 11a) a potência de saída do inversor é da ordem de 150 W (10 % da potência nominal). As ondas de tensão e corrente encontram-se defasadas, e a onda de corrente apresenta uma alta distorção harmônica resultando em um baixo fator de potência. No segundo instante (Fig. 11b), a potência de saída do inversor é da ordem de 1300 W (100 % da potência nominal) e a defasagem entre tensão e corrente e a distorção harmônica na corrente são menores resultando em um alto fator de potência.

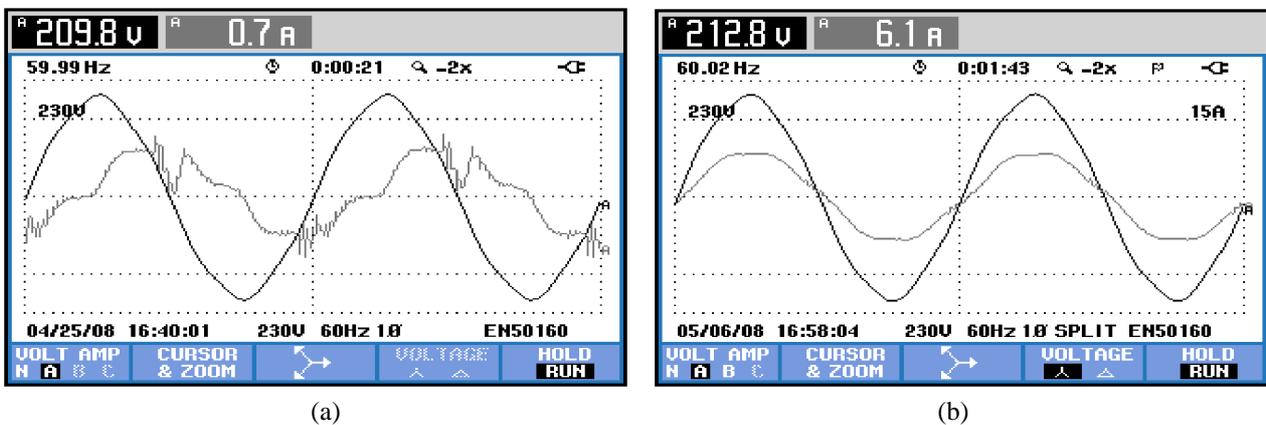


Figura 11 – (a) Tensão e corrente do inversor *Fronius IG 15* operando com 10 % da potência nominal e (b) operando com 100 % da potência nominal.

Se a maior contribuição para a redução do fator de potência fosse devido à defasagem entre as ondas, poder-se-ia esperar que o desvio percentual medido entre o fator de potência e o fator de potência de deslocamento fosse zero. No entanto, verifica-se que a redução da potência de operação do inversor resulta em um maior desvio entre os dois fatores. Esse resultado implica que nessa faixa de operação o fator de potência do inversor é também reduzido devido ao aumento de harmônicos nestas condições. Em condições onde a potência de operação do inversor é maior que 50 % de sua potência nominal, como pode ser visto nas curvas apresentadas nas Fig. 12, Fig. 13 e Fig. 14, o desvio percentual entre o fator de potência e o fator de potência de deslocamento é inferior a 1 %, devido a uma menor distorção harmônica na corrente dos inversores. Além disso, esses fatores são unitários quando os inversores operam próximos de suas potências nominais.

Quando a distorção harmônica na corrente do inversor é baixa, o desvio entre o fator de potência e o fator de deslocamento é pequeno, e quando esta distorção aumenta o desvio entre os dois fatores também aumenta. As Fig. 12, Fig. 13 e Fig. 14 apresentam uma comparação entre o fator de potência e o fator de potência de deslocamento e o desvio ou diferença percentual entre os dois fatores de três inversores, sendo um de cada fabricante.

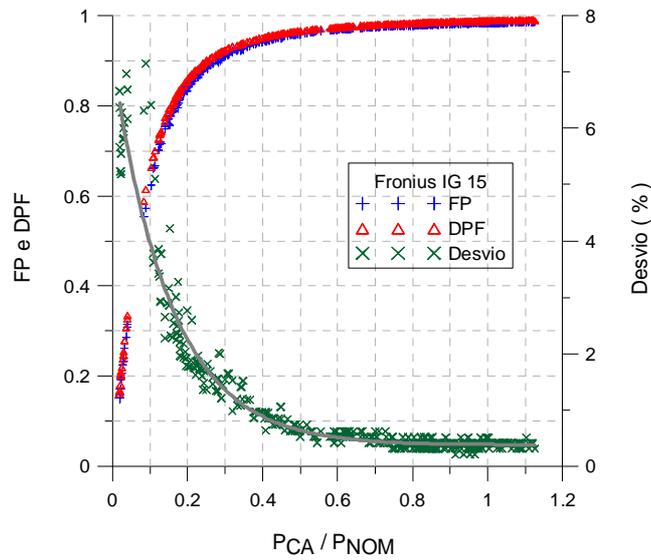


Figura 12 – Comparação entre o fator de potência e o fator de deslocamento e desvio percentual para o *Fronius IG 15*.

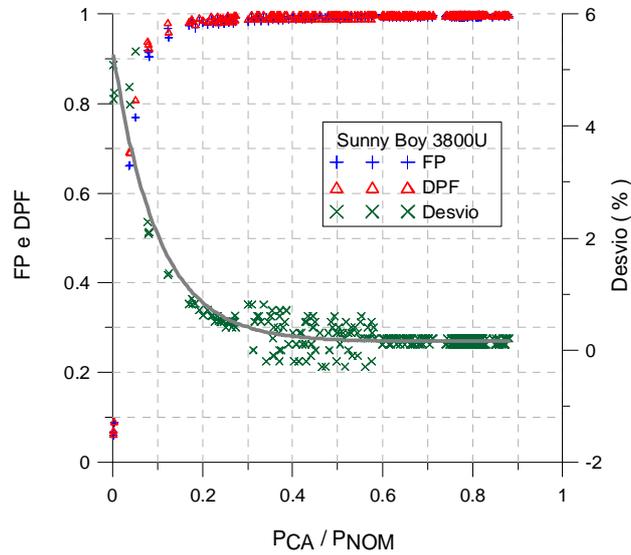


Figura 13 – Comparação entre o fator de potência e o fator de deslocamento e desvio percentual para o SB 3800U.

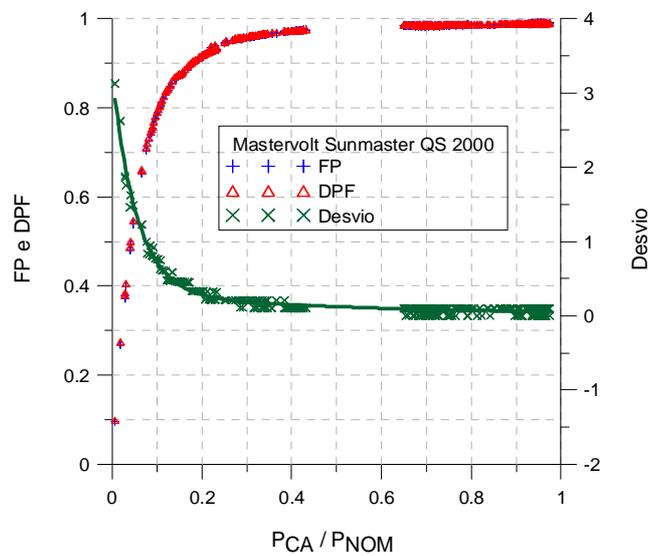


Figura 14 – Comparação entre o fator de potência e o fator de deslocamento e desvio percentual para o QS 2000.

5. CONCLUSÕES

Este trabalho apresenta os resultados experimentais de ensaios realizados com nove diferentes modelos de inversores para conexão na rede elétrica. Os ensaios foram realizados com a finalidade de se obter uma descrição do comportamento do fator de potência e da distorção harmônica total a partir de modelos propostos. Os inversores ensaiados apresentam fator de potência próximo de 1 para potências de operação próximas de suas potências nominais. No entanto, em baixa potência de operação, há diferenças significativas no fator de potência dos inversores. De maneira similar, os diferentes modelos de inversores ensaiados apresentam diferentes valores de distorção harmônica. Os coeficientes de ajuste dos modelos propostos foram determinados e inseridos no banco de dados de inversores do programa de simulação FVCONNECT. Os resultados indicam que o fator de potência deste tipo de inversor depende de uma combinação entre a defasagem entre tensão e corrente e a distorção causada pelas componentes harmônicas do sistema.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos), ELETROBRÁS (Centrais Elétricas Brasileiras) e CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico).

REFERÊNCIAS

- Batrinu, F.; Chicco, G.; Schlabbach, J.; Spertino, F., 2006. Impacts of grid connected photovoltaic plant operation on the harmonic distortion. 13th IEEE Mediterranean Electrotechnical Conference..
- Bezerra, U. H. ; Tostes, M. E. L. ; Araujo, A. C. S. ; Garcez, J. N.; Mesquita, J. E.; Tupiassú, A. A., 2003. Harmônicos Gerados por Consumidores em Baixa Tensão da Rede Metropolitana de Distribuição de Energia de Belém (PA). Eletricidade Moderna.
- Bollen, Math H. J., 1999. Understanding Power Quality Problems. Wiley – IEEE, 672p.
- Fronius, 2005. Manual de Instrução do Equipamento *Fronius*. Descrição Técnica do Fabricante.
- Galhardo, M. A. B.; Pinho, J. T., 2004. Avaliação da Qualidade da Energia Fornecida por Sistemas Renováveis Isolados de Pequeno Porte. V AGRENER – Encontro de Energia no meio rural.
- Galhardo, M. A. B.; Pinho, J. T., 2002. Análise do desempenho de inversores de pequeno porte com diferentes formas de onda. IV AGRENER – Encontro de Energia no meio rural.
- Krenzinger, A.; Prieb, C. W. M.; Dias, J. B.; Blauth, Y. B.; Silvério, W. V.; Vera, L. H.; García, F. H., 2007. Simulação Computacional de Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede. I CBENS – Congresso Brasileiro de Energia Solar.
- Lee, Y. D.; Chen, C. S.; Hsu, C. T.; Cheng, H. S., 2006. Harmonic Analysis for the distribution system with dispersed generation systems. International Conference on Power System Technology.
- Mastervolt Sunmaster*, 2005. Manual de Instrução do Equipamento *Mastervolt*. Descrição Técnica do Fabricante.
- Pires, I. A., 2006. Caracterização de Harmônicos causados por equipamentos eletro-eletrônicos residenciais e comerciais no sistema de distribuição de energia elétrica. Dissertação de Mestrado, PPGEE/UFGM, Belo Horizonte, Brasil.
- Pomilio, J. A., 2006. Normas Relativas a Fator de Potência e Distorção Harmônica. O Setor Elétrico, São Paulo, p. 18-23.
- SMA, 2005. Manual de Instrução do Equipamento *Sunny Boy*. Descrição Técnica do Fabricante.

TESTS OF GRID-CONNECTED INVERTERS: POWER FACTOR AND TOTAL HARMONIC DISTORTION

Abstract. *The concern with the quality of the energy in electrical power systems is a current subject. To improve the energy quality is of great interest in function to minimize losses and to optimize the exploitation of the electric energy. The energy quality is characterized by high power factor and low harmonic distortion. In photovoltaic systems, the inverter is the responsible component for introducing, in the grid, a quality energy. This work presents an analysis of the power factor and harmonic distortion of inverters that deliver to the grid the energy obtained from a photovoltaic system, and considers mathematical models that describe the two the mentioned parameters. The Solar Energy Laboratory of the UFRGS is developing a software for the simulation of grid connected photovoltaic systems. The mathematical modeling that describes the behavior of an inverter is important for the simulation of these systems. For the accomplishment of the tests we had been used nine different models of inverters of three different manufacturers. The inverters tested present power factor near to 1 for operation power near to its nominal. However, in low operation power, it has significant differences between the inverters. In a similar way, the different models of inverters tested present different values of harmonic distortion. The fit coefficients of the considered models had been determined and inserted in the inverters data base of the simulation software FVCONNECT. The results indicate that the power factor inverters depend on a combination of the phase angle between voltage and current and harmonic distortion.*

Key words: *Solar Energy, Photovoltaic Systems grid Connected, Inverter, Power factor, total harmonic distortion.*