

Metodologia de comparação em reatores eletromagnéticos para lâmpadas a vapor metálico e de sódio.

Comparison methodology in electromagnetic reactors for metallic vapor and sodium lamps.

R M Debatin, A M R Franco, M B Martins

Inmetro- Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

E-mail: rmdebatin@inmetro.gov.br

Resumo: Este trabalho propõe uma metodologia para comparação de reatores eletromagnéticos para lâmpadas a vapor metálico e de sódio. Tal procedimento apresenta requisitos gerais para a medição da eficiência energética destes reatores. No laboratório de referência, um sistema foi desenvolvido para a medição simultânea dos sinais de entrada e saída, usando a técnica de amostragem digital, com quatro multímetros comerciais (Agilent 3458A), divisores de tensão e shunts de corrente. São obtidos os valores RMS dos sinais de tensão, corrente, deslocamento de fase entre eles e as potências correspondentes.

Palavras-chave: Potência elétrica, eficiência energética, reatores eletromagnéticos, comparação interlaboratorial.

Abstract: This paper proposes a methodology for comparing electromagnetic reactors for metal vapor and sodium lamps. This procedure provides general requirements for measuring the energy efficiency of these reactors. In the reference laboratory, a system was developed for the simultaneous measurement of input and output signals, using digital sampling technique, with four commercial multimeters (Agilent 3458A), voltage dividers and current shunts. The RMS values of the voltage and current signals, phase shift between them and the corresponding powers are obtained.

Keywords: Electric Power, energy efficiency, electromagnetic reactors, comparison.

1. INTRODUÇÃO

O principal objetivo de um programa de comparação entre laboratórios é alcançar uma melhoria dos resultados obtidos na medição das grandezas envolvidas, entre todos os laboratórios participantes em relação à referência. Uma comparação interlaboratorial da medição da

eficiência energética em reatores eletromagnéticos é um importante caminho para o aprimoramento da capacidade de medição dos laboratórios envolvidos e conseqüentemente na fabricação do produto avaliado. É importante – mas não suficiente – que os laboratórios participantes possuam seus padrões de grandezas elétricas rastreados a um laboratório do Inmetro

ou a um laboratório acreditado. Todavia, somente a rastreabilidade do padrão não assegura que a medição da grandeza está sendo feita de maneira adequada e com a incerteza desejada. Devem ser também considerados todos os fatores que influenciam uma medição, tais como: temperatura, umidade, técnicos, procedimentos, instrumentos auxiliares e cálculos de incerteza.

O objetivo deste trabalho é propor uma metodologia de referência para ensaios de proficiência em reatores eletromagnéticos no que se refere à eficiência energética. Como resultado, pretende-se: determinar o desempenho dos participantes para execução do ensaio proposto; contribuir para o aumento da confiança nos resultados das medições dos laboratórios de análises de reatores eletromagnéticos para lâmpadas a vapor metálico e de sódio; e contribuir para a melhoria contínua das técnicas de medição de cada participante.

Para isso, o Laboratório de Metrologia em Energia Elétrica (Lamel) do Inmetro desenvolveu uma adaptação em seu sistema de referência para medição simultânea de potência em dois pontos distintos de um circuito, possibilitando a determinação de perdas elétricas com a melhor exatidão existente no País.

2. PROPÓSITO

Com o objetivo de garantir a confiabilidade das medições e prover confiabilidade no produto ensaiado, um programa de ensaio de proficiência, é proposto com os seguintes objetivos declarados:

- avaliar a adequação dos procedimentos de medição utilizados;
- verificar a compatibilidade dos padrões quanto aos níveis de incerteza;
- Determinar o desempenho dos participantes para o ensaio proposto avaliando seus resultados em relação a um laboratório de referência através do indicador Erro Normalizado;

- Contribuir para a melhoria contínua das técnicas de medição de cada participante;

- propiciar subsídios para ações preventivas e corretivas para o sistema e procedimentos do participante;

- abrir um fórum de discussão de assuntos correlacionados para as empresas participantes.

3. COMPARAÇÃO

3.1. Laboratório de referência

O laboratório de referência da comparação é o Lamel do Inmetro.

3.2. Artefatos

Reator para Lâmpada Vapor de Sódio a Alta Pressão de 150 W, alimentação de 220 V, frequência de 60 Hz, corrente de 0,85 A, F.P. $\geq 0,92$ e $W_p \leq 22$ W em conjunto com lâmpada Vapor de Sódio a alta pressão Tubular Base e40 de 150 W, 2000K.

Reator para Lâmpada Vapor Metálico a Alta Pressão de 250 W (HQI) alimentação de 220 V, frequência de 60 Hz, corrente de 1,38 A, F.P. $\geq 0,92$ e $W_p \leq 30$ W em conjunto com lâmpada a Vapor Metálico a alta pressão Tubular Base e40 de 250 W, 4000K.

3.3. Requisitos Gerais dos ensaios

As classes de exatidão dos equipamentos utilizados nos ensaios devem obedecer as normas ABNT NBR 13593:2011[1] e ABNT NBR 14305:1999 [2].

3.4. Condições específicas dos ensaios:

- Local: Laboratório da empresa participante
- Período: Conforme programação da comparação
- Condições ambientais: $25\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$
- Tensão de Alimentação: 220 V

- Frequência: 60 Hz
- Tempo mínimo de aquecimento antes de cada medição: 15 min
- Número de leituras: 5
- Metodologia para avaliação da incerteza de medição: item de controle do laboratório, pois é parte integrante de seu procedimento.
- Apresentação de resultados: Os resultados deverão ser relatados no formulário a ser definido pelo coordenador da comparação.

3.5. Ensaio e metodologia de ensaio

Para as medições de Potência, tensão, corrente, fator de potência e perdas deve-se utilizar a conexão do circuito apresentada na figura 1.

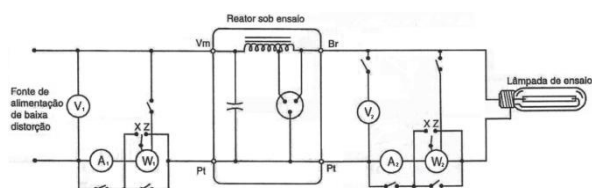


Figura 1: Medição de grandezas elétricas.

- Tensão de Alimentação do reator

A tensão de alimentação do reator é medida diretamente pelo voltímetro conectado na entrada do reator (V_1) conforme mostrado na figura 1.

- Corrente de Alimentação do reator

A corrente de alimentação do reator é medida diretamente pelo amperímetro conectado na entrada do reator (A_1) conforme mostrado na figura 1.

- Potência Ativa sob tensão nominal

A potência ativa sob tensão nominal é medida diretamente pelo watímetro conectado na entrada do reator (W_1) conforme mostrado na figura 1.

- Fator de Potência

O fator de potência é calculado utilizando-se os sinais de alimentação, conforme a equação 1:

$$FP = \frac{\text{Potência de entrada } (W_1)}{\text{Tensão } V_1 \times \text{Corrente } (A_1)} \quad (1)$$

- Perdas Elétricas

A medição de perda elétrica se dá através da diferença entre as medições das potências ativas de entrada (W_1) e saída (W_2).

4. INSTRUMENTAÇÃO UTILIZADA

Um aplicativo para computador foi desenvolvido para realizar medições de sinais de tensão e corrente, bem como calcular o defasamento entre estes dois sinais e posteriormente calcular a potência elétrica [3] fazendo uso da técnica de amostragem digital através de dois multímetros comerciais (Agilent 3458A). O valor da tensão é medido diretamente e o valor da corrente é medido através de um shunt de corrente.

Tal sistema já é consagrado e amplamente utilizado para medições de potência elétrica em um ponto do circuito elétrico sob teste. A novidade consiste em adaptar outra realização do mesmo sistema para medição simultânea dos sinais de corrente e tensão em um novo ponto do mesmo circuito elétrico. Pode-se obter, assim, a perda energética através da diferença entre as potências medidas entre dois pontos.

A figura 2 mostra o diagrama esquemático de um sistema de medição.

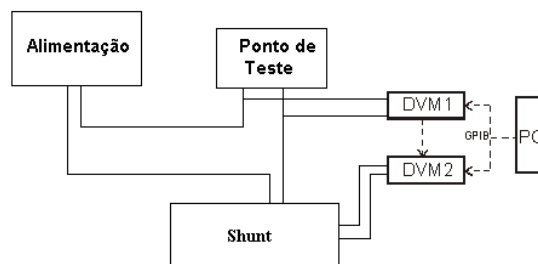


Figura 2: Sistema de Medição.

A figura 3 mostra o painel de interface do usuário e o resultado de uma medição.

Note-se que os multímetros são conectados remotamente através de interface GPIB, permitindo assim, a realização de coleta de dados automaticamente. Os parâmetros do processo de calibração podem ser programados com flexibilidade [3] [4]. Por exemplo: para minimizar efeitos da estabilidade da alimentação do circuito, pode-se realizar um número maior de medições antes de efetuar a média das leituras. Os valores de tensão eficaz e da diferença de fase entre eles são apresentados no painel do aplicativo de medição de potência ao final da medição. A figura 3 mostra o sistema de medição.



Figura 3. Sistema de medição de reatores.

5 RESULTADOS EXPERIMENTAIS

Foram realizadas algumas medições com amostras diferentes do mesmo tipo de artefato para validação do método, que estão sumarizadas na tabela 1.

Tabela 1. Resultados Experimentais.

	P _{entrada} (W)	P _{saída} (W)	Perdas (W)
Artefato 1	321,9	296,2	25,7
Artefato 2	308,0	280,0	28,0

6 CONCLUSÃO

Este estudo possibilitou a implantação de uma metodologia a ser aplicada em ensaios de reatores eletromagnéticos para lâmpadas a vapor metálico e vapor de sódio, bem como estabeleceu um marco de iniciação deste serviço no Laboratório de Metrologia em Energia Elétrica.

Pode-se constatar a importância de avaliação da eficiência energética dos dispositivos sob ensaio para auxiliar na confiabilidade dos produtos disponibilizados para comercialização.

7. REFERÊNCIAS

- [1] ABNT NBR 13593:2011
- [2] ABNT NBR 14305:1999
- [3] Toth E, Franco A M R, Debatin R M, "Power and Energy Reference System, applying Dual Channel Sampling", IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, Vol. 54, No. 1, pp. 404-408, February 2005.
- [4] Franco A M R, Tóth E, Debatin R M, Ribeiro R S e Couto B C, "A power measurement system under non-sinusoidal loads", 16th IMEKO TC-4 Symposium on Trends In Electrical Measurements and Instrumentation", Florence, Italy 2008.