

3.04.02 – Engenharia Elétrica/ Medidas Elétricas, Magnéticas e Eletrônicas, Instrumentação.

TESTE DE UMA BANCADA DIDÁTICA PARA AVALIAÇÃO DA POTÊNCIA CONSUMIDA POR ELETRODOMÉSTICOS

Raphael de O. G. de Melo^{1*}, Leonardo F. L. de Souza², Igor C. Torres³

1. Estudante de Engenharia de Energias Renováveis da Universidade Federal de Alagoas – UFAL
2. Professor do Centro de Ciências Agrárias, CECA/UFAL / Coorientador
3. Professor do Centro de Ciências Agrárias, CECA/UFAL / Orientador

Resumo:

O trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento de eletrodomésticos, relacionado aos parâmetros de qualidade de energia, focando em consumo de potência ativa e reativa, a partir de uma bancada didática, desenvolvida no próprio departamento por alunos do curso de Engenharia de Energias Renováveis.

Os dados foram coletados através da bancada com um sistema de aquisição de dados implementado no controlador ATmega e foram comparados com um analisador de energia de fabricante MINIPA e referência ET-4091. A confiabilidade dos resultados se deu na comparação com o analisador de energia, tomando-o como instrumento padrão.

Foi possível verificar em ambos equipamentos de medição a potência ativa instantânea consumida em cada eletrodoméstico, bem como o fator de potência. Os dados coletados através da bancada se mostraram confiáveis, apresentando um baixo índice de erro.

Palavras-chave: Qualidade de energia; potência ativa e reativa; analisador de energia.

Introdução:

Com o crescente aumento da demanda energética residencial, a cada vez mais uma preocupação da indústria em desenvolver equipamentos que sejam energeticamente eficientes. Atualmente as companhias elétricas tarifam os consumidores residenciais atendidos em baixa tensão apenas pelo consumo ativo (kWh), em contrapartida nas indústrias além do consumo ativo as mesmas são multadas pelo consumo excessivo de energia reativa (kVArh), tal preocupação existe, pois, o consumo de potência reativa implica em baixo fator de potência, acarretando em perdas nos condutores e alterando os parâmetros de tensão e corrente.

As concessionárias estabelecem como 0,95 o fator de potência mínimo aceitável, abaixo disso esse parâmetro interfere diretamente na ineficiência de todo o sistema elétrico de potência e tal preocupação é muito comum no contexto industrial devido a presença de um alto potencial de cargas de natureza reativa. Dessa forma há uma exigência por parte das distribuidoras de eletricidade, que o estabelecimento seja capaz de regular o seu reativo para o valor limite aceitável.

A mitigação para solução do baixo fator de potência é normalmente solucionada com a inserção de compensadores capacitivos, capazes de suprir a componente reativa adequando aos requisitos exigidos pela companhia.

A necessidade de se avaliar a qualidade de energia em residências, aliado ao alto custo de aquisição de instrumentos capazes de mensurar o comportamento de cargas residenciais, motivou o desenvolvimento de uma bancada didática de baixo custo onde o monitoramento dos dados se dá através de uma placa arduino (ORLETTE S. P., 2016). A interface homem máquina (IHM) responsável por coletar, interpretar e explicitar os dados da bancada foi desenvolvida pelo pacote Microsoft visual estúdio 2012, versão Express, fundamentada na linguagem C#.

Com isso o presente trabalho tem como objetivos avaliar os impactos dos eletrodomésticos evidenciando o consumo de potência ativa, mensurar o grau de confiabilidade da bancada, comparando-a ao analisador de energia de fabricante MINIPA e referência ET-4091, dado como equipamento de referência e sobretudo garantir a utilização da bancada didaticamente em disciplinas dos cursos de engenharia.

Metodologia:

A metodologia desenvolvida neste trabalho, baseia-se da utilização das equações padronizadas para instrumentos de medição (IEEE, 2000). Os modelos matemáticos que foram inseridos no algoritmo e implementados no ATmega fundamentam-se nas equações a seguir:

$$P = V \times I \times \cos\theta \quad (1)$$

$$S = V \times I \quad (2)$$

$$Q = V \times I \times \sin\theta \quad (3)$$

$$FP = \frac{P}{S} \quad (4)$$

$$V = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t_0}^t V^2(t)} \quad (5)$$

$$I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t_0}^t I^2(t)} \quad (6)$$

Onde:

P é a potência ativa [W].

θ é o ângulo de defasagem entre a tensão e a corrente.

S é a potência total [VA].

Q é a potência reativa [VAr].

FP é o fator de potência.

V é o valor eficaz da tensão [V].

I é o valor eficaz da corrente [A].

Os sensores de tensão e corrente conectados nas entradas analógicas da placa Arduino, foram responsáveis por coletar as informações das respectivas variáveis instantaneamente, feito o devido tratamento, o programa calculava todos os parâmetros referentes as equações (1) a (7). Para que os resultados do trabalho fossem obtidos, as medições foram efetuadas em cargas monofásicas bastante utilizadas em residências, conforme a tabela 1 a seguir:

Tabela 1: Lista de Eletrodomésticos.

Eletrodomésticos	Grupo
Geladeira	C1
Condicionador de Ar	C1
Sandueira	C2
Ferro Elétrico	C2
Microondas	C1
Liquidificador	C1

Fonte: Autoria Própria.

Os equipamentos da tabela 1 foram divididos em dois grupos, C1 e C2, pois alguns dispositivos tem o seu consumo dado em função de ciclos de trabalhos, exemplificando, os equipamentos do grupo C1, onde a potência de trabalho pode alterar. Os eletrodomésticos do grupo C2 apresentam um regime de comportamento constante, assim, o valor de potência mensurado será sempre constante para um valor de tensão estável.

Tratando-se de um dispositivo de medição desenvolvido em laboratório, a confiabilidade dos registros foram representadas a partir de um instrumento de referência, desta forma, empregou-se um alicate Wattímetro de fabricante MINIPA, modelo ET-4091, calibrado e dotado de um datalogger onde pode ser parametrizado a taxa de aquisição de dados. Ambos instrumentos foram dispostos simultaneamente para realizar as medições no mesmo instante de tempo, considerando um intervalo de 1 segundo. De posse das informações a comparação dos dados foi feita em uma planilha específica, sendo possível calcular o erro a partir da equação (8) abaixo:

$$E = \frac{M_{Ref} - M_{Lab}}{M_{Ref}} \times 100\% \quad (8)$$

Onde:

M_{Ref} medição da potência ativa do instrumento de referência.

M_{Lab} medição da potência ativa do instrumento de laboratório.

E é o erro percentual do instrumento de laboratório.

Foi tomado como base para o cálculo do erro, os dados provenientes do instrumento de referência (M_{Ref}). É relevante salientar que distorções nos sinais de tensão e corrente podem inferior em erros nas medições (LISITA, L. R.; SANTOS, G. B.; MACHADO, P. C. M.; PINHEIRO NETO, D.; OLIVEIRA, J. V. M., 2009).

Resultados e Discussão:

Os resultados foram divididos em duas partes, os gráficos da Fig. 1.1 e 1.2 abaixo, mostram o comparativo das medições do fator de potência através da bancada e do analisador de energia, realizadas em um espaço amostral e indicam preponderância de cargas com aceitável fator de potência.

Figura 1.1 – Fator de Potência monitorado pela Bancada.

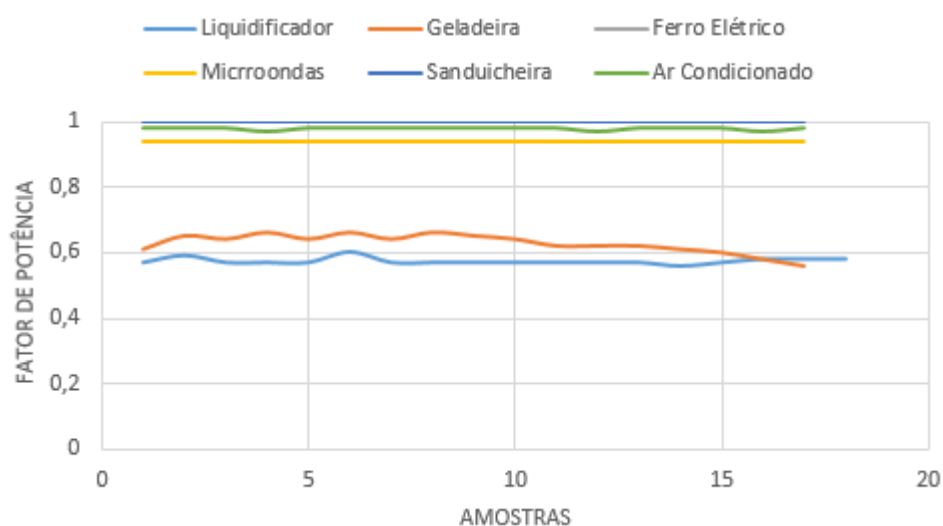
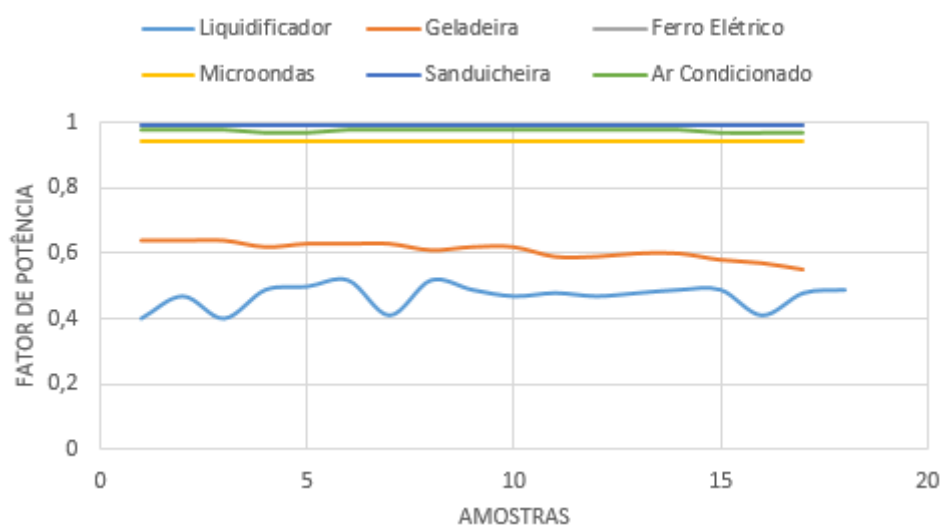


Figura 1.2 – Fator de Potência monitorado pelo Analisador.



A tabela 1 abaixo indica o consumo de potência ativa média e o erro médio associado a cada medição realizada por eletrodoméstico.

Tabela 1 – Medições de potência ativa por instrumento e determinação do erro.

ELETRODOMÉSTICO	POTÊNCIA ATIVA MÉDIA - Analisador (Watts)	POTÊNCIA ATIVA MÉDIA - Bancada (Watts)	ERRO MÉDIO (%)
Condicionador de Ar	1.277,06	1.200,35	6%
Liquidificador	142,73	153,07	7%
Geladeira	123,70	132,38	8%
Ferro Elétrico	953,24	932,01	2%
Microondas	1.445,12	1.377,44	5%
Sanduicheira	712,07	687,63	3%

Conclusões:

A predominância de cargas que demandam potência ativa em detrimento a pequena parcela de potência reativa indica um melhor aproveitamento da potência útil fornecida pela distribuidora. Logo não há projeção de que as concessionárias multem os consumidores residenciais pelo consumo de potência reativa de natureza indutiva.

A bancada didática apresentou-se como uma alternativa viável economicamente e eficiente ao analisador de energia, visto que o percentual de erro das medições é considerado aceitável pois conforme os gráficos das figuras 1.1 e 1.2 percebe-se um comportamento uniforme do fator de potência em função das amostras no tempo em ambos equipamentos, porém em função dos resultados apresentados neste trabalho podemos concluir que a bancada necessita de eventuais calibrações para minimização do erro

Refletindo para a realidade acadêmica a bancada pode ser utilizada para fins didáticos em disciplinas específicas como as de Eficiência Energética e Circuitos Elétricos.

Referências bibliográficas

IEEE. Trial-Use Standard Definitions for the Measurement of Electric Power Quantities Under Sinusoidal, Nonsinusoidal, Balanced, or Un-balanced Conditions, IEEE Standard 1459-2000, New York 2000.

Lisita, L. R.; Santos, G. B.; Machado, P. C. M.; Pinheiro Neto, D.; Oliveira, J. V. M. Avaliação de desempenho de medidor monofásico de energia elétrica do tipo indução operando com cargas residenciais. VIII Conferência Brasileira sobre Qualidade da Energia Elétrica, Blumenau, SC, 2009.

ORLETTE S. P. Sistema de Controle de Acesso Via Celular Usando Arduino e Módulo GSM. Ouro Preto: UFOP. 2016, 60p.