

PROJETO E IMPLEMENTAÇÃO DE UM ANALIZADOR DE QUALIDADE DE ENERGIA TRIFÁSICO

Leonardo Soares Gaiola (PIC/Uem), Rafael Krummenauer (Orientador), e-mail: rkrummenauer2@uem.br

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Tecnologia / Maringá, PR

Área: Engenharias / Subárea: Engenharias IV

Palavras-chave: DHT, potência, energia.

Resumo:

O presente trabalho aborda a implementação de um analisador de qualidade de energia trifásico portátil utilizando a plataforma *Raspberry Pi*® para o processamento digital de sinais. Serão utilizados os sinais de corrente e tensão presentes em um banco de dados, os quais serão representados no domínio da frequência através da FFT (*Fast Fourier Transform*) utilizando a linguagem de programação Python. Os valores calculados da FFT, além de serem utilizados para realizar a análise do espectro dos sinais, também serão utilizados para calcular a DHT (Distorção Harmônica Total) de cada sinal. Além disso, também serão calculados os valores de fator de potência de cada fase. A continuidade do projeto está em execução com o desenvolvimento de um circuito para aquisição e condicionamento dos sinais e um conversor analógico digital (ADC) para amostrar os valores de corrente e tensão da rede elétrica.

Introdução

Qualidade de energia pode ser entendida como a medida do quão bem a energia elétrica pode ser utilizada pelos consumidores. Tal medida é determinada por diversos parâmetros, que determinam as características de continuidade e conformidade da energia fornecida (DECKMAN & POMILIO, 2018). Alguns desses parâmetros são: distorções harmônicas, variações de amplitude de tensão, redução do fator de potência, entre outros. O equipamento que mede esses fenômenos é chamado de analisador de qualidade de energia.

Neste projeto está sendo desenvolvido um analisador de qualidade de energia cujas medidas incluem DHT, espectro de amplitude de tensão e corrente, fator de potência, tensão e corrente RMS e potências ativa e reativa, cujos cálculos foram feitos com base em um banco de dados (IEEE, 2018).

Materiais e métodos

Este projeto trata da implementação de um analisador de qualidade de energia trifásico de baixa tensão portátil baseado no *Raspberry Pi*® 3 para processamento

digital de sinais. A primeira etapa teve o objetivo de validar os dados de teste obtidos de um banco de dados, plotando-os no domínio do tempo. Após validados, esses dados foram utilizados na segunda etapa, que consiste em utilizar o *Raspberry Pi*® 3 modelo B+ para implementar e simular códigos que façam o processamento dos sinais de tensão e corrente de cada fase através da FFT, cujos valores foram utilizados para gerar os espectros de amplitude e calcular os valores de DHT. A terceira etapa está em andamento e consiste em coletar os sinais de tensão e corrente através de transformadores de potencial (TP) e transformadores de corrente (TC), respectivamente; transformá-los em sinais digitais com o ADC MCP3208 e processá-los com o *Raspberry Pi*®.

Os códigos foram desenvolvidos em linguagem de programação Python, onde foram utilizadas as bibliotecas *scipy.io* para importar o arquivo contendo o banco de dados, *numpy* para o cálculo da FFT, das demais operações matemáticas e manipulação de vetores, e *matplotlib.pyplot* para gerar os gráficos de tensão e corrente no domínio do tempo, dos espectros de amplitude da tensão e da corrente e do fator de potência.

Resultados e Discussão

A partir dos valores de tensão e corrente presentes no banco de dados, foi calculada a FFT de cada um dos sinais, cujos espectros de amplitude seguem representados nas figuras abaixo:

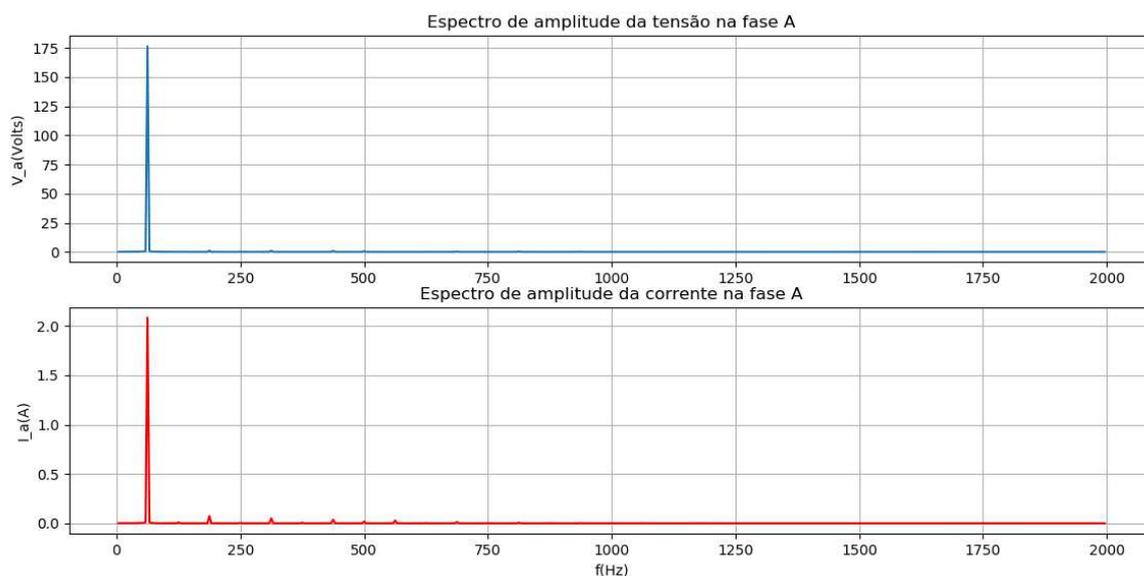


Figura 1 – Espectros de amplitude da tensão e da corrente na fase A.

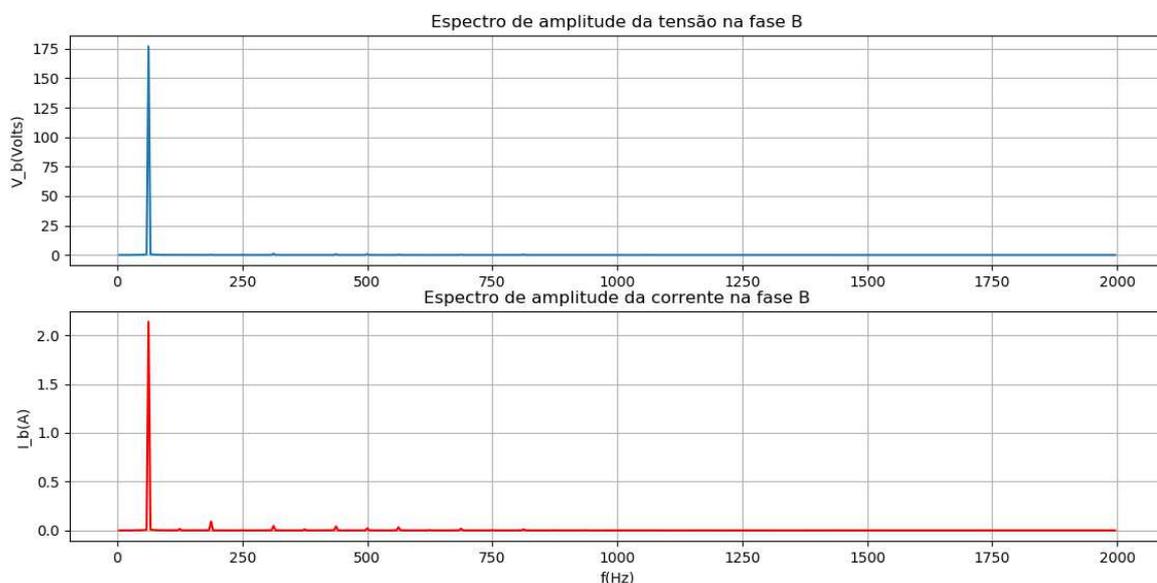


Figura 2 – Espectros de amplitude da tensão e da corrente na fase B.

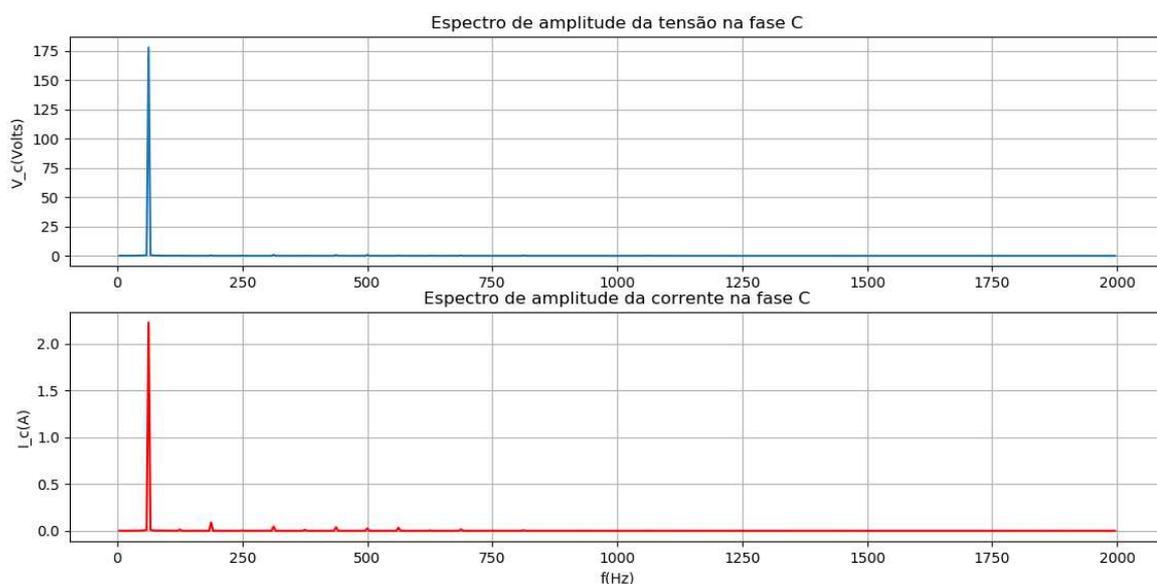


Figura 3 – Espectros de amplitude da tensão e da corrente na fase C.

Com base nesses valores, foram calculados as DHTs de corrente e tensão de cada fase, cujos valores seguem listados na Tabela 1:

Tabela 1 – Valores de DHT de corrente e tensão calculados para cada fase:

DHT			
	Fase A	Fase B	Fase C
Tensão	0.0116315593	0.0106612059	0.0099292936
Corrente	0.0506173624	0.0572115136	0.0535962949

Por fim, foram calculados os fatores de potência de cada fase, cujos valores médios seguem listados na Tabela 2:

Tabela 2 – Valores de fator de potência médio calculados para cada fase:

FATOR DE POTÊNCIA MÉDIO		
Fase A	Fase B	Fase C
0.9599122817	0.9584216690	0.9688560694

Observando as Figuras 1, 2 e 3, e também os valores apresentados na Tabela 1, constatou-se que as ondas de tensão e corrente apresentam pouca incidência de componentes harmônicas, caracterizando um sinal adequado ao uso do consumidor. Também foi possível constatar, através dos dados da Tabela 2, que a carga alimentada com as tensões em questão apresenta uma baixa reatância, causando apenas uma alteração de menos de 0.05 no fator de potência em relação ao valor ideal.

Conclusões

Nesse trabalho foi desenvolvido o software de um analisador de qualidade de energia trifásico através da linguagem de programação Python, onde a análise foi feita através da FFT dos sinais, bem como o cálculo da DHT e do fator de potência dos mesmos. Com base nos dados, análises realizadas e resultados obtidos, foi possível validar a implementação do software para realizar o processamento digital dos sinais de tensão e corrente elétrica. Esta implementação serviu de base para o desenvolvimento do protótipo utilizando o *Raspberry Pi*[®], o ADC MCP3208 e os transformadores de corrente e de potencial para realizar a aquisição dos sinais reais, cujos testes e validação estão em fase de execução.

Referências

DECKMANN, S.; POMILIO, J. **Avaliação da Qualidade da Energia Elétrica**. Universidade Estadual de Campinas, 2018.

ANEEL. **Definição dos procedimentos de medição: distorções harmônicas, desequilíbrios de tensão, flutuações de tensão e variações de tensão de curta duração** – Relatório Técnico 3/4 ANEEL, 2014. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/consulta_publica/documentos/Nota%20TC3%A9cnica_0105_SRD-Anexo%20I%20_Relat%3%B3rio_3_FINAL.pdf>. Acesso em: 20/07/2019.

IEEE. **Working group on Power Quality Data Analytics**. Disponível em: <http://grouper.ieee.org/groups/td/pq/data/downloads/How_to_Access_and_Contribute_to_Data_Collection.pdf>. Acesso em 20/07/2019.