



PROJETO DE UM ANALISADOR BÁSICO DE ENERGIA UTILIZANDO O MÉTODO PEDAGÓGICO ABP NA DISCIPLINA DE INSTRUMENTAÇÃO ELETRÔNICA DO IFPB

Everton de Freitas Danda – contato@evertonfreitas.com

Jessyca Gomes da Silva – jessycagomes@ieee.org

Caio Souza Florentino – caiosf_12@hotmail.com

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB)

Bacharelado do Curso de Engenharia Elétrica

Franklin Martins P. Pamplona – franklinpamplona@ifpb.edu.br

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB)

Grupo de Eletrônica, Controle e Automação (GECa)

Ademar Gonçalves da Costa Júnior – ademarcosta@ifpb.edu.br

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB)

Laboratório de Instrumentação, Sistemas de Controle e Automação (LINSCA)

Av. Primeiro de Maio, 720, Jaguaribe

58.015-430 – João Pessoa – Paraíba

***Resumo:** Uma forma pedagógica de aumentar o interesse dos alunos de cursos de Engenharia é a elaboração de protótipos, no qual se possam unir os conteúdos teórico e prático da disciplina, usando a Abordagem Baseada em Problemas (ABP) como metodologia de ensino. Este artigo apresenta a implementação básica de um analisador de rede para a energia elétrica fornecida pelas empresas distribuidoras de energia, utilizando uma solução baseada em um microcontrolador de 16-bits para aquisição e processamento dos sinais deste sistema, sendo realizada a transmissão e recepção de dados através de uma rede Zigbee. Os dados adquiridos podem ser mostrados em uma Interface Gráfica de Usuário baseada em um servidor HTTP. Ao final do projeto, o discente tem uma visão integrada e sólida dos diversos temas abordados durante a graduação, já que utiliza conceitos de outras disciplinas já cursadas ou que estão sendo cursadas em paralelo com a disciplina de Instrumentação Eletrônica, no curso de Engenharia Elétrica do IFPB.*

***Palavras-chave:** Qualidade de energia, microcontrolador, Zigbee, Abordagem baseada em problemas, Protótipo educacional.*

1. INTRODUÇÃO

Uma forma de aumentar o interesse dos alunos dos cursos da área de Tecnologia é a união entre a teoria de uma disciplina e um problema prático, no qual podem utilizar os conhecimentos adquiridos na disciplina cursada, e sua integração multidisciplinar. Segundo Gomes e Silveira (2007), a educação em Engenharia de Controle e Automação

enfrenta desafios na relação ensino-aprendizagem, em demandas sociais, na eliminação de postos de trabalho, no risco tecnológico e ainda os reflexos dos problemas do ensino médio e fundamental.

Desta forma, a utilização de protótipos em forma de planta piloto ou de sistemas automatizados e/ou robóticos, em proporções reduzidas, é muito útil nos cursos de graduação em Engenharia. Além disso, no ambiente de Automação e Controle, a implantação de algoritmos de sistemas de controle e a realização de testes comparativos entre os diferentes tipos de sensores e atuadores, motivam alunos e professores no ensino e na pesquisa. No ambiente acadêmico, a construção de protótipos educacionais em disciplinas ou em trabalhos de iniciação científica ganha cada vez mais espaço, devido ao custo de aquisição dos protótipos das empresas que os comercializam, além da dependência tecnológica ao ser realizada esta aquisição, não se permitindo muitas vezes, a incorporação de novas tecnologias ou uso de novos algoritmos computacionais para testes comparativos (GOMES & SILVEIRA, 2007; GOMES *et al.*, 2011; MAXIMO *et al.*, 2011).

Para fomentar o interesse dos alunos da disciplina de Instrumentação Eletrônica, do curso de Engenharia Elétrica, do Instituto Federal da Paraíba (IFPB), campus João Pessoa, e como forma de utilização da metodologia de ensino, Aprendizagem Baseada em Problemas – ABP (RIBEIRO, 2005; FERNÁNDEZ-SAMACÁ *et al.*, 2012; FREITAS, 2012), durante o início do semestre 2012.2 foram propostos projetos em equipe que envolvessem a utilização de sensores e o condicionamento do sinal, além da integração multidisciplinar com outras disciplinas do currículo do curso. Deste modo, o objetivo deste artigo é apresentar a construção de um analisador básico de parâmetros da energia elétrica, fornecida por uma distribuidora de energia, no qual a aquisição e o processamento do sistema são realizados por um microcontrolador MSP430 da *Texas Instruments*®, e a transmissão e recepção de dados através de uma rede *Zigbee*. Os dados destes parâmetros são mostrados em tempo real, em uma interface homem-máquina baseada em um servidor de rede.

O artigo está dividido deste modo. Na Seção 2 é apresentada a ABP e sua aplicabilidade na disciplina de Instrumentação Eletrônica do curso de Engenharia Elétrica do IFPB. Na Seção 3 é apresentado o problema da qualidade da energia elétrica que afeta o sistema elétrico. Na Seção 4, apresenta-se o analisador básico de energia elétrica desenvolvido e na Seção 5, as considerações finais deste trabalho.

2. APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS APLICADA NA DISCIPLINA DE INSTRUMENTAÇÃO ELETRÔNICA

A metodologia pedagógica denominada de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) surgiu no Canadá na década de 60 do século passado, sugerida e implantada pela Universidade de MacMaster, sendo adotada posteriormente por diversas universidades no mundo. No Brasil, diversos trabalhos vêm sendo publicados, decorrentes de sua implantação em diversos cursos de nível superior e de pós-graduação.

Na abordagem ABP, os papéis dos alunos e docentes em sala de aula, diferem da abordagem convencional, esta centrada no professor (RIBEIRO, 2005). Segundo Woods *apud* Ribeiro (2005), assumir responsabilidade pela própria aprendizagem em uma abordagem ABP significa que os alunos cumpram as seguintes tarefas:

- Exploração do problema, levantamento de hipóteses, identificação de questões de aprendizagem e elaboração das mesmas;
- Tentativa de solução do problema com o que sabem, observando a pertinência de seu conhecimento atual;
- Identificação do que não sabem e do que precisam saber para solucionar o problema;
- Planejamento e delegação de responsabilidades para o estudo autônomo da equipe;
- Aplicação do conhecimento na solução do problema;
- Avaliação do novo conhecimento, da solução do problema e da eficácia do processo utilizado e reflexão sobre o processo.

A abordagem adotada é que o aluno construa o seu próprio conhecimento a partir do desenvolvimento de um problema proposto ou sugerido pelo mesmo. Este problema é estudado na forma de um projeto prático, no qual, é desenvolvido em função dos conteúdos da disciplina, buscando a interdisciplinaridade, o que faz com que o problema seja compreendido, fundamentado e analisado, como, por exemplo, é realizado através de uma metodologia de gerenciamento de projetos.

No IFPB, em específico, na disciplina de Instrumentação Eletrônica do curso de Engenharia Elétrica, esta metodologia está sendo introduzida e testada pelo professor da disciplina. A proposta utilizada é baseada na informação de que o engenheiro moderno não precisa do conhecimento memorizado, “decorado” e acumulado, mas sim, do conhecimento necessário para a resolução de problemas baseado na construção do conhecimento.

Desta forma, foi adotada como elemento fundamental, a proposta elaborada por Hadgraft e Prpic *apud* Ribeiro (2005), no formato 4-2-3-1-3, de acordo com a Tabela 1. Este formato adotado auxiliará o professor na identificação de qual abordagem será mais bem adotada na disciplina de Instrumentação Eletrônica, que o guiará para a adoção e aplicabilidade do formato PBL ideal (4-4-4-4-4).

3. O PROBLEMA DA QUALIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA

O conceito de Qualidade de Energia Elétrica (QEE) está relacionado a um conjunto de alterações que podem ocorrer no sistema elétrico. Segundo Santoso *et al.* (2012), qualidade de energia é "qualquer problema de energia manifestado na tensão, corrente ou nas variações de frequência que resulte em falha ou má operação de equipamentos de consumidores". Tais alterações podem ocorrer em várias partes do sistema de energia, seja nas instalações de consumidores ou no sistema supridor da concessionária.

Para a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL (2008), os aspectos considerados para a QEE, em regime permanente ou transitório, são:

- Tensão em regime permanente;
- Fator de potência;
- Harmônicos;
- Desequilíbrio de tensão;
- Flutuação de tensão;
- Variações de tensão de curta duração;
- Variação de frequência.


 Tabela 1 – Elementos fundamentais da PBL (Fonte: HADGRAFT & PRPIC
apud RIBEIRO, 2005).

Passo	Problema	Integração	Trabalho em Equipe	Solução de Problemas	Aprendizagem Autônoma
1	Vários problemas por semana.	Nenhuma ou pouca integração de conceitos. Uma única ideia.	Trabalho individual.	Nenhum método formal de problemas. Alunos concentram-se em como solucionar cada novo tipo de problema.	Professor fornece todo o conteúdo via aula, observações, páginas da Internet, tutoriais, referências a livros e periódicos. Alunos concentram-se em aprender o que lhes foi dado.
2	Um problema por semana.	Alguma integração de conceitos	Alunos trabalham juntos em sala de aula (informalmente), mas produzem trabalhos individuais.	Método formal de solução de problemas, que é aplicado nas aulas.	Professor fornece grande parte do conteúdo, mas espera que os alunos investiguem alguns detalhes e/ou dados por si próprios.
3	Mais de um problema por semestre, cada um com duração de algumas semanas.	Integração significativa de conceitos e habilidades na solução do problema.	Trabalho em equipe, menos informal que a categoria anterior. Relatório em conjunto, porém sem avaliação dos pares.	Método formal de solução de problemas, o qual é orientado por tutores em aulas tutoriais.	Professor fornece um livro-texto como base para sua disciplina, mas espera que os alunos utilizem esta e outras fontes, a seu critério.
4	Um problema por semestre.	Grande integração, talvez incluindo mais de uma área de conhecimento.	Trabalho em equipe formal, encontros externos entre as equipes, avaliação por pares, relatórios e apresentação de resultados em conjunto.	Método formal de solução (e aprendizagem) de problemas. Alunos aplicam este método, sozinhos a cada novo problema.	Professor fornece pouco ou nenhum material (talvez algumas referências). Alunos utilizam a biblioteca, a Internet e especialistas para chegarem à compreensão do problema.

Com os distúrbios de qualidade da rede de distribuição conhecidos, é possível planejar a melhoria na qualidade da energia, corrigindo os distúrbios detectados, e obter uma série de benefícios, como por exemplo, a diminuição de perdas, redução no *stress* de transformadores devido ao aquecimento excessivo, redução da interferência nos sistemas de telefonia e comunicação, entre outros.

As diversas normas regulamentadoras dos sistemas de energia elétrica usualmente demandam equipamentos capazes de realizar aferições sofisticadas para medição dos

diversos índices relacionados à qualidade da energia. Todavia, um dos parâmetros mais comuns está relacionado ao fator de potência, no qual a legislação brasileira determina que este deva estar compreendido entre 0,92 e 1,00 indutivo e 0,92 capacitivo. Está previsto em lei, um acréscimo monetário na conta, caso o fator de potência esteja fora destes limites (ANEEL, 2012).

4. PROJETO DE UM ANALISADOR BÁSICO DE ENERGIA

Almejando o estudo de alguns parâmetros de qualidade de uma rede de distribuição do ponto de vista de um consumidor, foi proposto o desenvolvimento de um protótipo não invasivo (*non-invasive*) para possibilitar a análise da energia fornecida a partir do uso de um transformador de corrente (TC) e de um transformador de potencial (TP), que pudessem ser conectados diretamente à linha de alimentação do consumidor, sem a necessidade de alteração em sua rede elétrica, tampouco da rede da concessionária.

Neste contexto, surgiu a proposta para a elaboração de um protótipo para a realização do monitoramento do fator de potência de uma instalação elétrica, de forma não invasiva. Para tanto, foi necessário definir uma metodologia ou rotina básica de como deviam ser efetuadas as medições deste sistema. A Figura 1 ilustra o diagrama simplificado da proposta do analisador de rede, no qual as subseções 4.1 a 4.7 apresentam alguns detalhes deste diagrama.

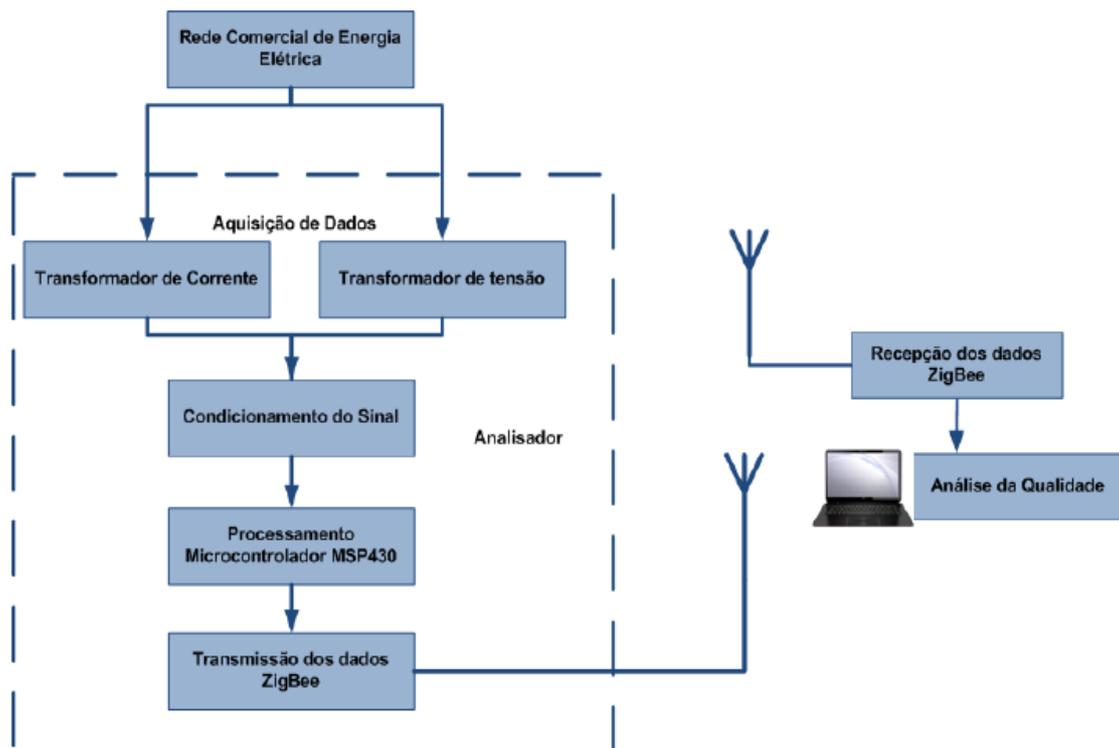


Figura 1 – Diagrama de blocos do protótipo do analisador de rede elétrica.

4.1 Transformador de corrente (TC)

O transformador de corrente (TC) é um equipamento capaz de reduzir a corrente que circula em seu enrolamento primário para um valor inferior em seu enrolamento

secundário, compatível com o circuito de medição (MAMEDE FILHO, 2010). As relações mais utilizadas no mercado são as que utilizam no secundário, correntes de 1 A e de 5 A. No projeto, o TC utilizado foi o SCT-013-030 *XiDi Technology*.

4.2 Transformador de potencial (TP)

O transformador de potencial (TP) é um equipamento capaz de reduzir a tensão do circuito para níveis compatíveis com a tensão máxima suportável pelos sistemas de medição (MAMEDE FILHO, 2010). O TP utilizado no projeto, reduz a tensão no enrolamento primário de 220 V_{rms}, para uma tensão no enrolamento secundário de 6 V_{rms}.

4.3 Condicionamento do sinal

Para a leitura da corrente e tensão, os sinais de saída dos transformadores devem ser condicionados de modo a satisfazer os requisitos das entradas analógicas do microcontrolador utilizado: uma tensão positiva entre 0 V e a tensão de referência V_{ref} do conversor Analógico-Digital (AD). Para isto, foi implementado o circuito da Figura 2, no qual consiste em dois amplificadores operacionais (AMPOP's) nas configurações somador-inversor e inversor (SEDRA & SMITH, 2007; PERTENCE JUNIOR, 2012).

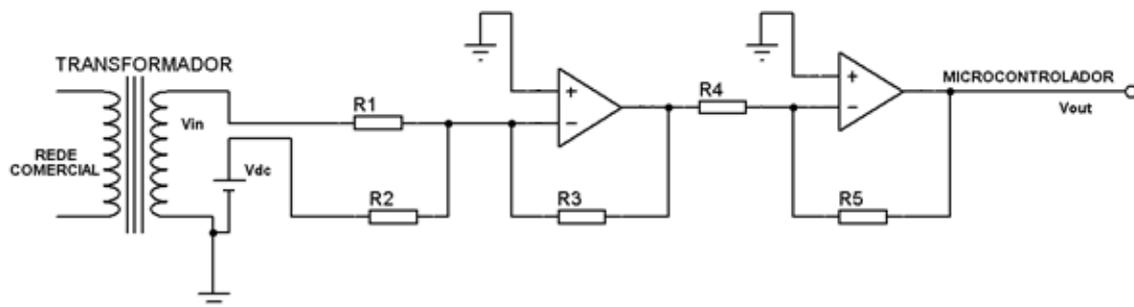


Figura 2 – Circuito para condicionamento dos sinais dos transformadores.

Os sinais de tensão e corrente (esta convertida em tensão) da rede elétrica a serem condicionados, possuem um ciclo positivo e um outro negativo. Para torná-los sinais apenas positivos é necessário realizar um *offset*, com o uso de uma tensão DC (tensão de *offset*) representada por V_{dc} na Figura 2. Compatibilizando os sinais dos circuitos do TC e do TP com o conversor AD do microcontrolador, o sinal foi atenuado, no caso do TP, e amplificado, no caso do TC. Para isso foi utilizada a relação entre os resistores R₁ e R₂ (Figura 2). Como o sinal foi invertido em fase, é necessário fazer uma nova inversão para restaurar a fase do sinal original.

A Equação 1 relaciona a tensão de entrada e de saída no circuito da Figura 2, sendo válida para o TP e o TC utilizado no projeto. No circuito da Figura 2 foi utilizado o CI TL084, que possui 04 AMPOP's internamente, satisfazendo a necessidade do projeto.

$$V_{out} = \frac{R_5 R_3}{R_4} \left[\frac{1}{R_1} V_{in} + \frac{1}{R_2} V_{dc} \right] \quad (1)$$

Padronizando $V_{dc} = 1,90 \text{ V}$ para os circuitos de condicionamento dos sinais do TP e do TC, a faixa de entrada do conversor AD do TP é de 0,24 a 2,30 V, e para o TC esta faixa é de 0,30 a 2,30 V. Os valores dos resistores dos circuitos com os AMPOP's encontram-se na Tabela 3, no qual foram utilizados com tolerância de 5% em seus valores nominais, além do uso da tensão interna de referência do MSP430, regulada em $2,5 \text{ V}_{dc}$.

Tabela 3 – Valores dos resistores dos circuitos de condicionamento de sinal do TP e do TC.

Resistores (Ω)	Circuito de condicionamento do TP	Circuito de condicionamento do TC
R_1	1.000	160
R_2	180	180
R_3	120	120
R_4	10.000	10.000
R_5	10.000	10.000

4.4 Transmissão e recepção dos dados

A transmissão e a recepção de dados foram realizadas utilizando módulos que utilizam o padrão ZigBee. O padrão *ZigBee* vindo sendo utilizados para redes de sensores sem fio, operando na frequência de 2,4 GHz, não requerendo licença para funcionamento. Os dispositivos baseados em *ZigBee* possuem baixo consumo de energia comparados, por exemplo, ao padrão Bluetooth, e com taxas de transferências de dados variando entre 20 kbps a 250 kbps (RAMOS, 2012).

Foi utilizado o módulo *XBee-Pro*TM (*ZigBee* IEEE 802.15.4) fabricado pela *Digi International*[®] (Figura 3). As principais características dos módulos *XBee-Pro* utilizados no projeto são: o rendimento de potência de saída de 60 mW (18 dBm); o alcance em ambientes internos/zona urbana em torno de 100 e 1500 metros; a tensão de alimentação entre 2,8 e 3,4 V.

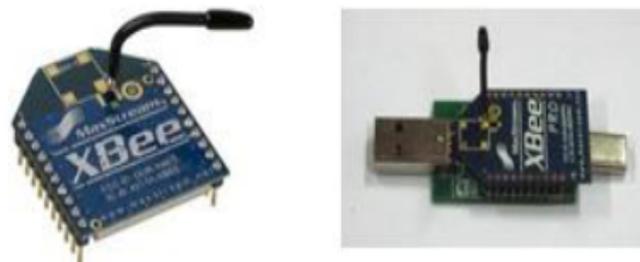


Figura 3 – Módulos XBee Pro, utilizados no projeto.

4.5 Microcontrolador MSP430

Para a etapa de aquisição e processamento dos sinais de tensão e de corrente, foi utilizado um Microcontrolador MSP430 (MSP430G2553), da *Texas Instruments*. Estes microcontroladores de arquitetura RISC de 16 bits são voltados para aplicações de

baixo consumo de energia, pois oferecem fácil manipulação de frequência de operação no meio de uma rotina qualquer, podendo operar em modos de baixo consumo de energia.

As principais características do microcontrolador MSP 430 utilizado no projeto são memória *Flash* de 16 kB, memória RAM de 512B, *clock* de 16 MHz, oito conversores ADs de 10 bits, comunicação serial (UART, I2C e SPI) entre outras (TEXAS INSTRUMENTS, 2013).

4.6 Algoritmo implementado

O algoritmo utilizado no projeto é apresentado como diagrama de blocos na Figura 4, no qual em forma resumida, segue os seguintes passos:

- É implementado um contador que realiza a aquisição de 200 amostras. Durante esta contagem, o algoritmo identifica o período do sinal (T) de tensão, calculando a diferença de tempo entre o primeiro valor máximo e o segundo valor máximo, obtendo deste modo, o valor da frequência (f);
- O ângulo de defasagem (ϕ) entre a tensão e a corrente é calculado através da diferença de tempo (Δt) entre os valores máximos de corrente e de tensão, utilizando a Equação 2;

$$\phi = \Delta t \cdot \left(\frac{2\pi}{T} \right) \quad (2)$$

- Após a aquisição das 200 amostras são efetuados os cálculos dos valores eficazes de tensão e de corrente utilizando a Equação 3.

$$V_{RMS} = \sqrt{\sum \frac{v(n)^2}{N}}, I_{RMS} = \sqrt{\sum \frac{i(n)^2}{N}} \quad (3)$$

- Em seguida, são realizados os cálculos das potências ativa e reativa, e do fator de potência (Equações 4 – 6);

$$P = V_{RMS} I_{RMS} \cos \phi \quad (4)$$

$$Q = V_{RMS} I_{RMS} \sin \phi \quad (5)$$

$$FP = \cos \phi = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} \quad (6)$$

- Por fim, os dados calculados são enviados através da comunicação sem fio, implementada através do protocolo ZigBee, para um computador, com uma Interface Homem-Máquina (IHM).

O sinal da rede elétrica (frequência de 60 Hz) é amostrado com de 500 μ s, resultando em 33 amostras por ciclo de 60 Hz, aproximadamente. Apesar de atender ao PRODIST, em seu item 2.4.1.2, letra a, com o uso do microcontrolador MSP 430 neste projeto, a letra b deste item não será atendido, já que solicita um conversor AD de 12 bits (ANEEL, 2008). Porém, considerando o cunho didático deste projeto, tal fato não foi considerado como empecilho.

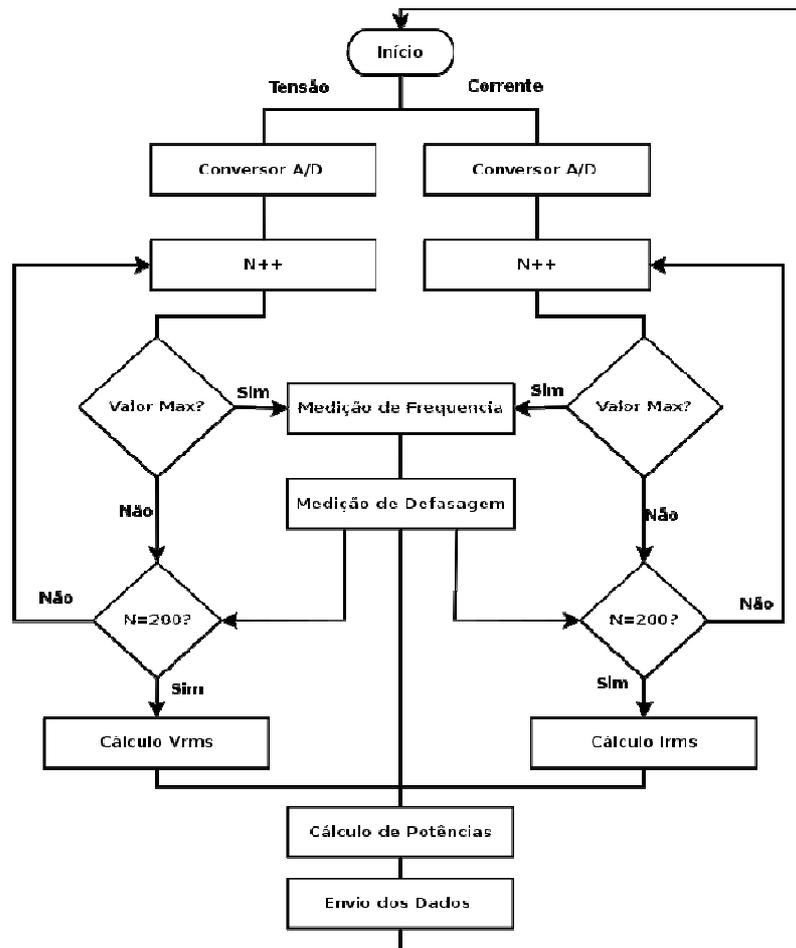


Figura 4 – Algoritmo implementado para o monitoramento do fator de potência.

4.7 Interface Homem Máquina

Para que seja realizada a análise dos parâmetros medidos, foi criada uma interface simples com o usuário, a qual é realizada por meio de um computador em uma página WEB desenvolvida com recursos de HTML5, JavaScript e Python, com o intuito de tornar a informação portátil à rede mundial de computadores. Deste modo, o usuário ou administrador da rede pode ter acesso à informação de qualquer parte do mundo. Na Figura 5 é ilustrada uma tela de interface do programa, que reúne as grandezas que foram medidas com este protótipo inicial. Os dados em azul representam valores de tensão eficaz e os da cor vermelha, a corrente eficaz, observando ainda os parâmetros de Potência Aparente e Fator de Potência.

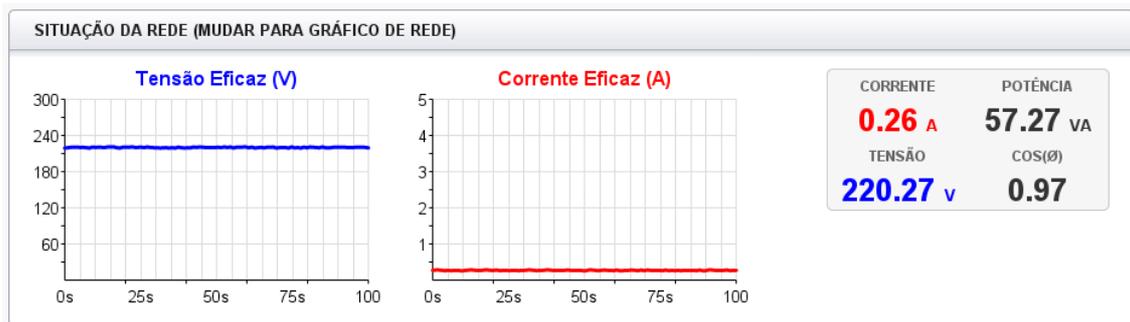


Figura 5 – Interface de exibição do monitoramento dos dados adquiridos por módulo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia de ensino ABP empregada ajuda na formação de um engenheiro preparado para os problemas encontrados no século XXI, saindo da formação tradicionalista, mais ainda usual, na qual o professor é o centro da formação, e não o aluno. Destarte, não é consideração dos autores de que deva ser adotada para todas as disciplinas, devendo cada caso ser avaliado para a adoção.

Com relação à parte prática do trabalho proposto neste artigo, apesar do aspecto didático-pedagógico do trabalho apresentado, os resultados inicialmente alcançados indicam que a proposta do projeto é viável para que seja empregado no monitoramento dos parâmetros de qualidade de energia elétrica estipulados pela ANEEL, em residências e nas redes de distribuição secundária de energia elétrica. O presente protótipo ainda deverá ser testado com cargas de características diversas, indutivas e capacitivas, de modo a aferir sua exatidão na análise do fator de potência.

Como trabalhos futuros, serão realizados testes com novas configurações de circuitos e acréscimos de rotinas para medição de outros parâmetros de qualidade da energia, além do uso de algoritmos de otimização de medidas, baseados em estudos estatísticos e técnicas modernas de instrumentação para garantir uma maior precisão dos dados. Também deverão ser realizados aprimoramentos no desempenho da rede *Zigbee*, para diminuição do consumo da bateria e aumento da confiabilidade no tráfego de dados da rede.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao IFPB pelo apoio na elaboração do projeto e no envio do artigo ao Cobenge 2013.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL. Procedimentos de distribuição de energia elétrica no sistema elétrico nacional – PRODIST. Módulo 8: Qualidade da energia elétrica. Brasília: ANEEL, 2008. 53 p., il.

ANEEL. Resolução Normativa 414/2010, atualizada até a REN 499/2012: condições gerais de fornecimento de energia elétrica. Brasília: ANEEL, 2012. 200 p., il.

FERNÁNDEZ-SAMACÁ, L. *et al.* Project-based learning approach for control system courses. *Revista Controle & Automação*, v.23, n. 01, p. 94-107, jan./fev, 2012..

FREITAS, R. A. M. M. Ensino por problemas: uma abordagem para o desenvolvimento do aluno. *Revista Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 38, n. 02, p. 403-418, abr./jun, 2012.

GOMES, F. J. *et al.* Módulo laboratorial de baixo custo, baseado em FOSS, para educação em engenharia de controle de processos Industriais. *Anais: XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia*, Cobenge. Blumenau, FURB, 2011.

GOMES, F. J.; SILVEIRA, M. A. Experiências Pedagógicas. In: *Enciclopédia de Automática: Controle & Automação – Vol. 1*. São Paulo: Blucher, 2007.

MAMEDE FILHO, J. Rio de Janeiro: LTC, 2010. 792 p., il.

MÁXIMO, P. H. M. *et al.* Desenvolvimento de um kit didático para utilização em aulas de laboratório de controle e automação. *Anais: XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia*, Cobenge. Blumenau, FURB, 2011.

PERTENCE JUNIOR, A. Porto Alegre: Bookman / Tekné, 2012. 324 p., il.

RAMOS, J. S. B. São Paulo: Érica, 2012. 240 p., il.

RIBEIRO, L. R. C. UFSCAR – Universidade Federal de São Carlos. A aprendizagem baseada em problemas (PBL) – Uma implementação na educação em engenharia na voz dos atores, 2005. 205p, Il. Tese (Doutorado).

SANTOSO S. *et al.* *Electrical Power Systems Quality*. United States: McGraw Hill, 2012. 576 p., il.

SEDRA, A. S.; SMITH, K. C. *Microeletrônica*. São Paulo: Pearson, 2007. 864 p., il.

TEXAS INSTRUMENTS. MSP430 LaunchPad value line development kit. Disponível em: < <http://www.ti.com/tool/msp-exp430g2>>. Acesso em: maio de 2013.

BASIC ENERGY ANALYZER PROJECT USING THE PEDAGOGIC METHOD PBL IN THE IFPB ELECTRONIC INSTRUMENTATION COURSE

Abstract: *A pedagogical method to increase the interest of Engineering's Students is the development of prototypes, in which it can put together the theoretical and practical contents of the course, using the Problem-Based Learning (PBL) as teaching methodology. This paper shows the basic implementation of a grid analyzer for the electrical energy distributed by the Energy Dealerships using a 16-bit Microcontroller based solution for the acquisition and processing signals of this system, which made the*



transmission and reception of data over a Zigbee network. The data acquired can be showed in a GUI (Graphical User Interface) based in a HTTP Server. In the end of project, the student has an integrated and solid vision of many themes discussed during the undergraduate course, since it use concepts of others subjects learned or that has been learned in parallel with the Eletronic Instrumentation subject, in the Electrical Engineering undergraduate course of IFPB.

Key-words: *Power quality, microcontroller, Zigbee, Problem based learning, educational prototype.*