

Desenvolvimento de um Instrumento para Monitoração de Energia

J.R. de Carvalho, CERJ, R. Wagner, G. E. Mog, G. A. Costa, F. R. Coutinho, S.F. Sciammarella, LACTEC

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo especificar e desenvolver para a Companhia de Eletricidade do Rio de Janeiro – CERJ, um instrumento que permita capturar os valores de tensão junto a seus consumidores e analisar a qualidade de fornecimento de energia elétrica, verificando as flutuações de tensão e, além disso, aplicando algoritmos de transformação, individualizar harmônicas e Distorção Harmônica Total (DHT). Este trabalho complementa um anterior concluído e durante sua execução várias questões e dúvidas se apresentaram, que permanecem para serem trabalhadas em foruns pertinentes. O CUSTO do equipamento sempre foi o elemento mais forte do desenvolvimento, para que as concessionárias possam assim obter amostras em maior quantidade de pontos a serem verificados.

PALAVRAS-CHAVE

Medição, Qualidade, Tensão, Harmônica

I. INTRODUÇÃO

O projeto concluído antecessor a este, denominado “Desenvolvimento de Metodologia de Monitoração, para Análise e Apresentação dos Indicadores de Qualidade da Rede de Distribuição da CERJ, via site dedicado na INTERNET” (figura 1), compunha-se de um processo de observação do comportamento da Rede Elétrica Secundária diretamente na entrada de consumidores, através da Internet ou Intranet, com informações oriundas de medidores de Qualidade. Este projeto não contemplava o desenvolvimento do Medidor pois havia uma premissa de que o mercado forneceria uma solução adequada. A surpresa foi que ao analisar em torno de 30 deles e adquirir 05 tipos diferentes, após uma pré-análise de “Data Sheets”, nenhum deles se adequava totalmente ao projeto. Os motivos eram vários: falta de memória, problemas de algoritmo, falta de modem para comunicação, interrupção da comunicação quando da aquisição das amostras, e outros. Então, para a sua conclusão, foi necessário desenvolver num período extremamente curto, para ser exato 3 meses, um medidor que pudesse atender à funcionalidade acordada. Este, chamado de “FRANK” (figura 2), alusivo à figura de “Frankstein”, foi montado como um mosaico utilizando-se várias peças e dispositivos existentes. Este foi um serviço adicional, não previsto em formulários ANEEL e contratos com a CERJ mas necessário para a conclusão do projeto. Tudo isso consta do relatório final entregue à ANEEL.

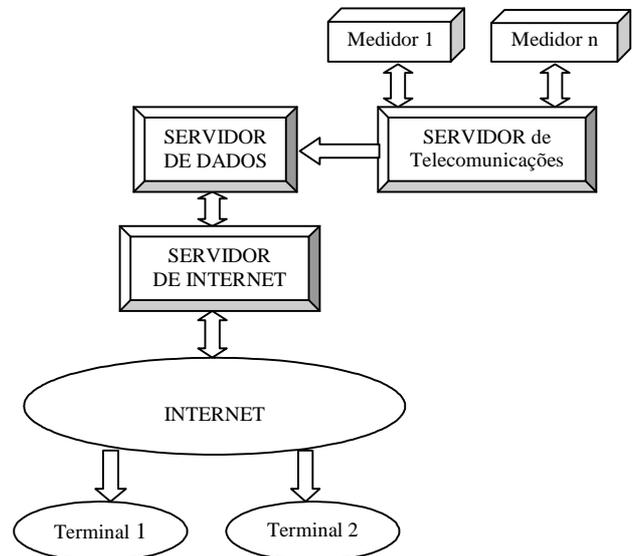


FIGURA 1



FIGURA 2

O projeto atual, então, consiste em transformar o “Frank” em uma alternativa mercadológica que possa, mais do que atender às resoluções da ANEEL, como a 505, ser um instrumento de ajuda às equipes de operação e manutenção, no sentido de interação com seus consumidores de modo a minimizar problemas relativos à qualidade, e ainda servir como possível embasamento jurídico para questões conflitantes. O instrumento integra funções de avaliação das tensões em períodos de 30 segundos, funções de medições de harmônicos presentes nas linhas, e ainda funções de tele-envio dessas informações através de modem acoplado a uma linha telefônica, ou seja, é um tele-observador.

As premissas norteadoras desse projeto são qualidade e minimização substancial do custo do produto final, para que possa ser utilizado em escala suficiente supridora de informações de campo, não só para efeitos punitivos mas principalmente para priorização de investimentos para melhoria da qualidade desse insumo básico que é Energia Elétrica.

Na época do desenvolvimento do “Frank”, algumas questões não foram totalmente abordadas pois não faziam parte dos objetivos do projeto. Quando se transforma um sinal do ambiente analógico para o digital, várias facilidades se apresentam, como a aplicação de fórmulas transformadoras para identificação de fenômenos. Ao mesmo tempo, surge uma série de compromissos que podem modificar os resultados: taxa de amostragem, número de bits utilizados, estabilidade de sinal, conformação de sinal, e os próprios algoritmos de transformação, que no caso são para as funções RMS e Harmônicas, que, se não adequadamente implementados e utilizando arredondamentos e truncamentos indiscriminadamente, podem gerar valores diversos.

Hoje, grupos estão realizando para a própria ANEEL e ONS trabalhos de avaliação de vários medidores encontrados no mercado brasileiro, sejam eles produtos nacionais ou estrangeiros. Discrepâncias nas medidas estão sendo encontradas, como aconteceu na descrição da análise supra mencionada.

II. DESENVOLVIMENTO

A primeira questão que apareceu foi a seguinte: por que se pensar até a 50ª harmônica? A resposta de especialistas foi que existe no mundo uma máquina que trabalha com 48 pulsos e duas com 36. Ou seja, gasta-se uma enormidade de capacidade computacional e “hardware” por causa desse “gênesis”, onerando produtos. Acrescenta-se a isso as distorções dos filtros que individualizam as harmônicas conforme a frequência aumenta.

Além disso, quais efeitos realmente foram detectados e atribuídos a determinadas harmônicas? Foi então elaborado um **trabalho de 76 folhas, não previsto em contrato**, que foi apresentado à CERJ, e consta do relatório final, abordando os **aspectos FENOMENOLÓGICOS E CONSIDERAÇÕES FÍSICAS, MATEMÁTICAS E COMPUTACIONAIS**. Foi acordado então que o projeto se restringiria até a individualização da 15ª harmônica, com DHT até a 32ª.

Na seqüência, foi obtido um artigo de um pesquisador que falava sobre “escorregamento” da frequência fundamental, que normalmente é tratada como se fosse exata-

mente 60 Hz. O que isso influenciaria na aplicação das transformações FFT’s e DFT’s considerando-se somente harmônicas de 60 Hz? Isso levou a pensar inclusive em colocar um circuito adicional para rastrear a frequência fundamental e conseqüentemente ajustar valores para os cálculos das harmônicas. Conversando com um outro pesquisador de renome, foi informado que no sistema básico, ou seja, fortemente interligado, esse fenômeno era desprezível. Então decidiu-se não investir no processo, pois também não estava previsto no escopo.

Mais informações continuaram a chegar, pois continuou-se a investigar. Numa reunião ocorrida em 2002 na cidade de Vitória, um outro pesquisador de nome conhecido no meio mencionou que o problema devido a sistemas desequilibrados é superior ao problema devido a harmônicos, pois esses desequilíbrios geram harmônicos de seqüência zero, positiva e negativa dos harmônicos principais.

A confusão aumentou, pois um 4º pesquisador informou que teve de solucionar um problema originado por uma frequência de 320 Hz (supostamente 5ª harmônica de uma fundamental de 64 Hz) onde a frequência fundamental era de 60 Hz. Só conseguiu visualizar a causa usando um instrumento chamado de Analisador de Espectro, que tem um custo razoavelmente alto. Nenhum equipamento analisador de harmônicos iria detectar tal perturbação.

Criar um instrumento que se comporte como um Analisador de Espectro inviabiliza sua disseminação, por comprometer diretamente os seus custos. Por outro lado, é importante que se tenha algum sinalizador que informe a existência de mais perturbações, dentro de uma faixa estabelecida, além do tradicional espectro de Harmônicas. O intuito é acrescentar uma inovação, chamada em primeira instância **de DT, no lugar de DHT**. Estão sendo elaboradas várias simulações para medir a energia da amostra, que é o quadrado do valor RMS, e extrair a energia da fundamental através de filtros digitais. Ao se usar esse artifício, pode-se obter um valor maior que outros instrumentos, mas saber-se-á que há mais perturbações na faixa. No presente momento, já se conseguiu realizar o intento para distorções acima de 4 %. Os algoritmos de filtragens continuam sendo melhorados, para trazer esse valor para pelo menos a 2 %.

Todas essas interações, considerações e simulações, consumiram tempo além do previsto, tanto que foi solicitada prorrogação do prazo por mais 60 dias. O produto acordado está funcional a nível de protótipo, ou seja, mede variações de tensão, individualiza harmônicas até a 15ª e calcula DHT pelo processo tradicional, somatório das harmônicas até a 32ª.

III. CONCLUSÕES

O desenvolvimento desse equipamento, obrigou a ter contato com uma série de questões, ainda não resolvidas. Essas questões permanecem para serem debatidas em fórum adequado. Existem os pesquisadores especialistas em qualidade de energia - inclusive aproveitou a ocasião para agradecer a todos os contactados - que conhecem profundamente os fenômenos do sistema de energia e seus efeitos, e existem os pesquisadores especialistas em transformar e “eletronizar” a visualização desses fenômenos através de algoritmos matemáticos e adequá-los às limitações de implementações de circuitos eletrônicos mesmo, os de última geração. Acredita-se que seja a hora de aglutinar as competências dos especialistas mencionados e implementar um ambiente onde se possa simular essas teorias afinadas com as tecnologias na área de eletrônica para formar um grande laboratório de avaliação e soluções para o sistema elétrico brasileiro.

V. BIBLIOGRAFIA

- [1]. **NRS 048-1:1996** – “Electricity Supply – Quality of Supply” – Part 1: Overview of implementation of standards and procedures. Novembro de 1996.
- [2]. **NRS 048-2:1996** – “Electricity Supply – Quality of Supply” – Part 2: Minimum standards. Novembro de 1996.
- [3]. “IEEE Recommended Practice for monitoring Electric Power Quality”, Std. 1159-1995.
- [4]. **PEREIRA, F. C.**. “Contribuições aos Estudos dos Impactos Energéticos Associados à Qualidade da Energia Elétrica”. Dissertação de Mestrado – UFU, Fevereiro-1998.
- [5]. Relatório **GCOI/GCPS**, “Procedimentos de Medição para Aferição da Qualidade da Onda de Tensão Quanto ao Aspecto de Conformidade (Distorção Harmônica, Flutuação e Desequilíbrio de tensão)”, Novembro 1997.
- [6]. **DECKMANN.S.M.** “Tensão de Suprimento - Indicadores de Avaliação”. Relatório 4 - Estudos sobre Qualidade de Energia Elétrica para ANEEL, Abril 2000.
- [7]. **DECKMANN S.M, MELO, E.F.** “On-line Evaluation of Voltage Quality Indexes for Harmonic Distortion, Flicker and Sequence Components”. 8th. ICHQP, Atenas, Gr. Out. 1998.
- [8]. **HEYDT .G. T.**. “Electric Power Quality: A Tutorial Introduction”. IEEE Computer Applications in Power, Jan. 1998.
- [9]. **CHACON, R. A. F, SZCZUPAK, J, DAVID, P.A.M.S.**, “Estimação Digital de Harmônicos em Tempo Real”, Seminário Brasileiro sobre Qualidade de Energia Elétrica - III SBQEE, Brasília, Ago. 1999.