



COBENGE 2005

XXXIII - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia

"Promovendo e valorizando a engenharia em um cenário de constantes mudanças"

12 a 15 de setembro - Campina Grande Pb

Promoção/Organização: ABENGE/UFPG-UFPE

UTILIZANDO O LABVIEW EM UMA EXPERIÊNCIA DE MINI SISTEMA DE ENERGIA POSSIBILITANDO ACESSO REMOTO.

Vinícius José Santos Lopes – vinicius.lopez@poli.usp.br

Departamento de Eng. de Energia e Automação Elétricas da Escola Politécnica da USP.

Av. Prof. Afrânio Peixoto, tv. 3, 158.

CEP 05508-900 – São Paulo – SP

José Aquiles Baesso Grimoni – aquiles@pea.usp.br

***Resumo** Este artigo mostra nossa experiência em um laboratório de sistemas de energia elétrica que utilizam sensores Hall de tensão e corrente, uma placa A/D e o software LabVIEW (National Instruments) para monitorar variáveis elétricas e calcular e analisar potência, energia e fator de potência de um mini-sistema de energia em baixa tensão, que contém geradores síncronos trifásicos de 2kVA-220 V, um modelo de uma linha de transmissão com reatores e capacitores, e uma caixa de resistência para representar uma carga passiva. Uma placa A/D permite controlar saídas digitais, que podem controlar contadores que ligam ou desligam elementos do circuito em análise. Um programa foi desenvolvido em quatro telas principais onde a primeira tela possibilita monitorar e atuar na montagem experimental; uma segunda tela mostra a forma de onda dos sinais monitorados no mini-sistema com as suas respectivas harmônicas; uma terceira tela mostra o gráfico dos fasores de todos os sinais de tensão e corrente simultaneamente e a quarta e última tela fornece um sincronoscópio virtual possibilitando analisar os ajustes de tensão e frequência na operação de paralelismo do mini-sistema com a concessionária de energia. Este programa possibilita o acesso remoto a única montagem experimental do mini-sistema de energia pelos computadores instalados em cada bancada do laboratório, possibilitando assim à todos os alunos o monitoramento e controle do experimento a partir da própria bancada, permitindo aos alunos visualizar e reforçar no laboratório os conceitos vistos na teoria.*

Palavras-chave: LabVIEW, Aquisição de Dados, Processamento de Sinais, Sistemas de Energia, Acesso Remoto

1. INTRODUÇÃO

As facilidades advindas da utilização de sistemas aquisição e tratamento dados através do uso de hardware e software apropriado levam a uma presença cada vez maior destas ferramentas associadas a diversos tipos de sistemas desenvolvidos pelo homem. Os sistemas ligados a área de energia elétrica são usuários destes tipos de ferramentas para facilitar o seu monitoramento, operação e manutenção, portanto o uso de sistemas e ferramentas deste tipo em experiências de laboratórios de graduação de cursos de engenharia elétrica se faz necessário.

Este trabalho tem por objetivo apresentar algumas potenciais aplicações do software LabVIEW da National Instruments, associado a um hardware de aquisição de dados, aplicado em experiências ligadas a área de sistemas de energia elétrica. O software permite através da aquisição de um conjunto de grandezas elétricas através de um conjunto de sensores, placa de condicionamento de dados e placa de conversão analógica/digital e um micro padrão PC realizar uma série de tratamentos destes dados, sua visualização e também a gravação destes dados em arquivos para posterior análise. Este software é de fácil programação, pois é todo visual e possui uma interface que permite visualizar como os dados se propagam durante o processo de aquisição e de tratamento dos sinais. Os sensores que medem sinais de corrente ou de tensão são de efeito Hall, o que já garante uma isolamento galvânica dos sinais. Existe uma placa que faz a condicionamento dos sinais para a placa de conversão analógica digital da National Instruments que tem 16 entradas analógicas, que convertem sinais analógicos na faixa de 10 V para valores digitais.

Foi desenvolvido um programa, utilizando o software LabVIEW 7.1 Professional, da National Instruments (2003), para aquisição e tratamentos de sinais elétricos de um mini-sistema de energia elétrica. Este programa possibilita ao usuário monitorar e atuar na montagem experimental, analisar a forma de onda dos sinais e as suas respectivas harmônicas, visualizar o gráfico dos fasores de todos os sinais de tensão e corrente simultaneamente e a também visualizar uma tela de um sincronoscópio virtual possibilitando verificar os ajustes de tensão e frequência necessários na operação de paralelismo do mini-sistema com a concessionária de energia.

Este programa associa a tecnologia da rede Internet com os instrumentos de aquisição e análise utilizados no laboratório, possibilitando ao aluno o acesso remoto a única montagem experimental do mini-sistema de energia pelos computadores instalados em cada bancada do laboratório.

2. ARQUITETURA BÁSICA DO SISTEMA

A figura 1 mostra a arquitetura básica do sistema de aquisição e tratamento de sinais desenvolvido:



Figura 1 - Arquitetura básica do sistema de aquisição e tratamento de sinais desenvolvido

No mini sistema a fonte de energia é composta por uma máquina de corrente contínua, simulando a turbina, que acoplada ao eixo de um gerador trifásico síncrono de 2kVA-220 V,

simula a usina hidrelétrica. O modelo de linha de transmissão é obtido pela associação de reatores e capacitores seguindo o modelo pi. Como carga temos uma caixa de resistência representando uma carga passiva ou a própria concessionária de energia quando é realizada a operação de paralelismo.

Os sensores utilizados são baseados em transdutores de efeito Hall, que possuem uma boa resposta em frequência para tensão e corrente elétrica para os fenômenos estudados. Eles podem ser configurados de acordo com as faixas de leituras apropriadas: até 180 V ou 270 V para sensores de tensão e até 5 A, 6 A, 8 A, 12 A ou 25 A para sensores de corrente. Estas configurações devem ser informadas ao programa para que se possa obter os valores corretos de tensão e corrente.

A placa de condicionamento realiza as funções de alimentação dos transdutores, o condicionamento dos sinais elétricos dos transdutores em sinais de tensão com amplitude máxima de 10V e também permite controlar o acionamento de relés através das saídas digitais da placa A/D.

A placa D/A utilizada é a PCI 6023E, da National Instruments, que possui 16 entradas analógicas de 12 bits (11 de amplitude + 1 de sinal), frequência de amostragem de 200 Ksamples/seg e isolamento para até 45 V. A faixa de tensão é ajustável e também deve ser informada ao programa.

A figura 2 mostra uma foto do sistema completo com os sensores, a placa de condicionamento dos sinais e o micro-computador com a placa de conversão analógica/digital.

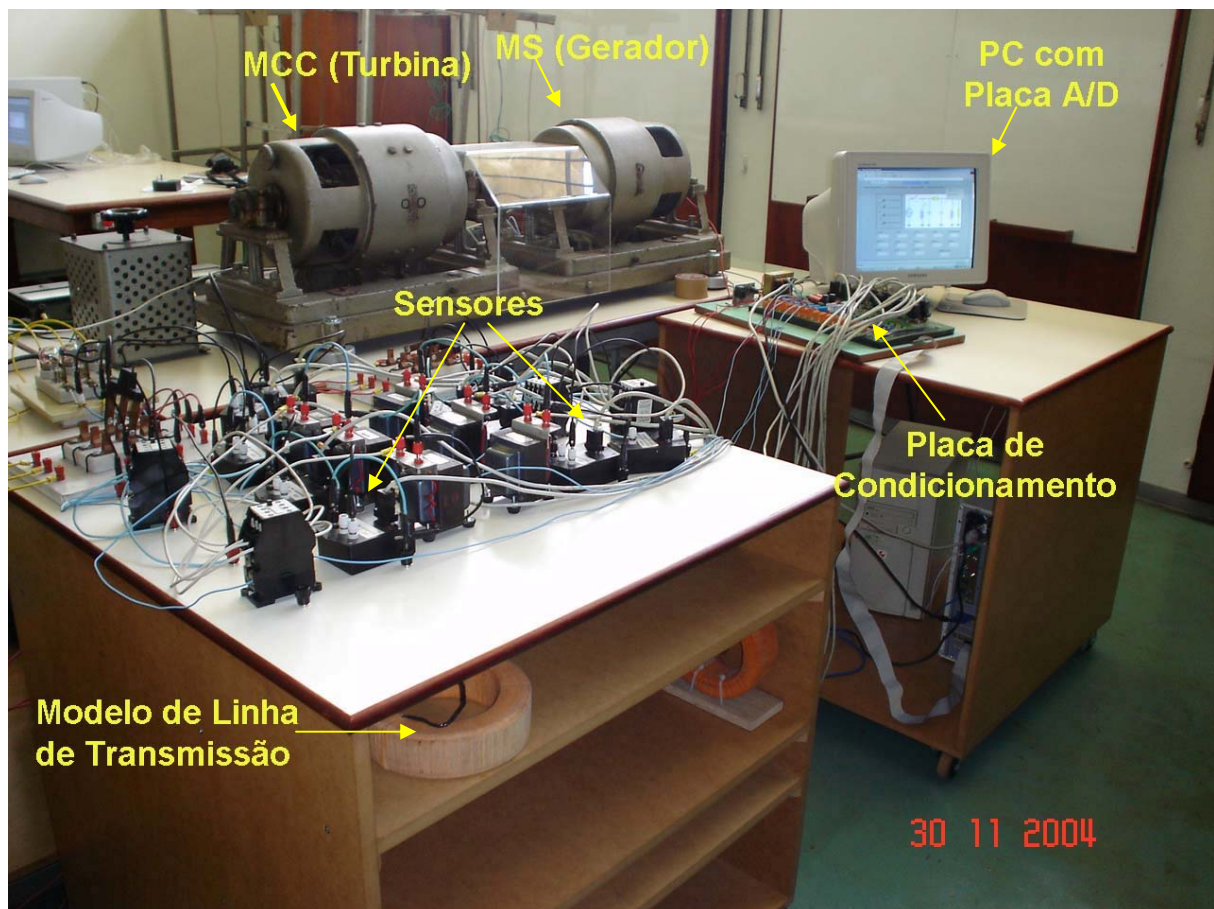


Figura 2 - Foto do mini sistema com sensores, placa de condicionamento e micro PC com placa A/D.

O mini-sistema pode ainda utilizar cargas simuladas por resistores-indutores-capacitores, motores de indução, lâmpadas e composições de retificadores e inversores com motores de CC e motores de indução.

Com a combinação destes diversos elementos podemos simular uma grande quantidade de montagens experimentais permitindo assim visualizar, explorar e reforçar uma série de conceitos teóricos na área de energia elétrica.

3. PROGRAMA DESENVOLVIDO

Foi desenvolvido um programa utilizando o conceito de instrumentação virtual. Foram criados módulos baseados no software LabVIEW 7.1 Professional (conhecido por VI – *Virtual Instrument*) onde ficaram fixadas no código fonte do programa as faixas de variação de sinal em que os sensores devem estar ajustados na montagem. Desta maneira é feita à conversão do sinal real medido no sinal visualizado e utilizado para cálculos e análises.

Foram desenvolvidos alguns VI para cálculos de potência ativa, reativa, fator de potência e frequência segundo modelos propostos por EMANUEL (1990) e FILIPSKI , BAGHZOUZ, COX (1994) e PAULA, PEREIRA (2000) em sistemas trifásicos senoidais. Também foi desenvolvido um VI para análise harmônica de sinais de corrente e de tensão incluindo o conceito do fator de distorção harmônico.

No programa desenvolvido temos uma interface com o usuário dividida em quatro telas: montagem experimental, forma de onda e harmônicas, gráfico de fasores e sincronoscópio virtual.

A figura 3 mostra a primeira tela, que mostra o diagrama unifilar da montagem experimental observada no laboratório, possibilitando a operação das chaves no início e fim do modelo de linha de transmissão, como também das respectivas compensações reativas(reatores). O estado atual das chaves é mostrado no diagrama da figura. Nesta tela também estão presentes as indicações dos valores eficazes de tensão, no início e final da linha, e correntes eficazes para as três fases, como também os valores obtidos de potência ativa, reativa e aparente e da frequência.

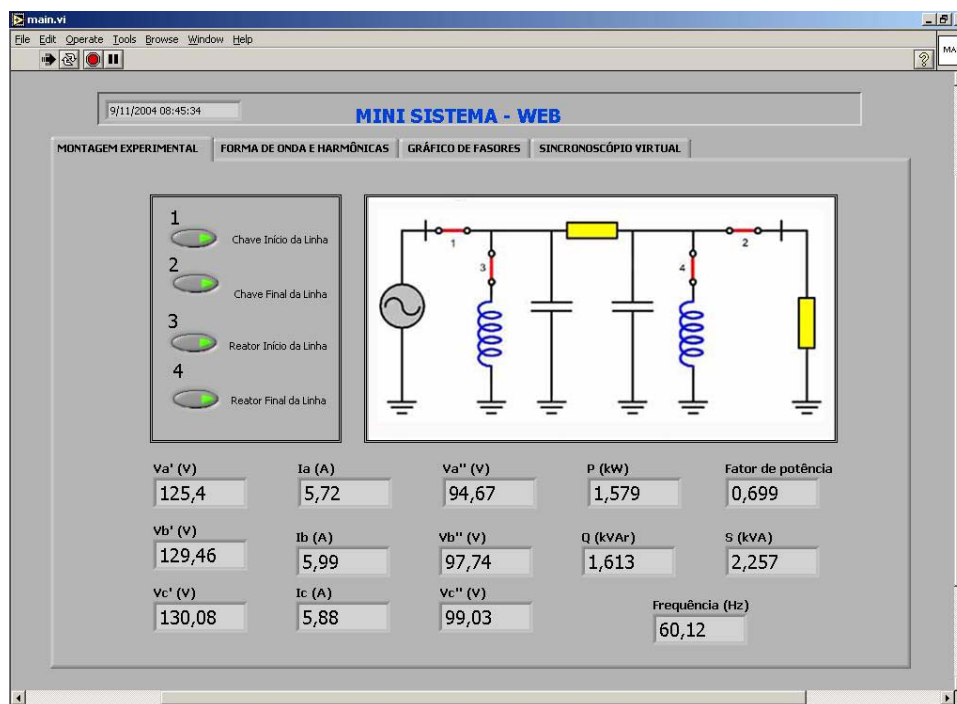


Figura 3 – Tela da montagem experimental.

A segunda tela possibilita selecionar qualquer sinal de tensão ou corrente monitorado no mini sistema e apresentar a sua forma de onda com a respectiva decomposição harmônica através de uma tabela e indicando também o valor do fator de distorção harmônica do sinal selecionado. A figura 4 mostra a tela referente a análise harmônica com a forma de onda e a análise de módulo e fase das harmônicas.

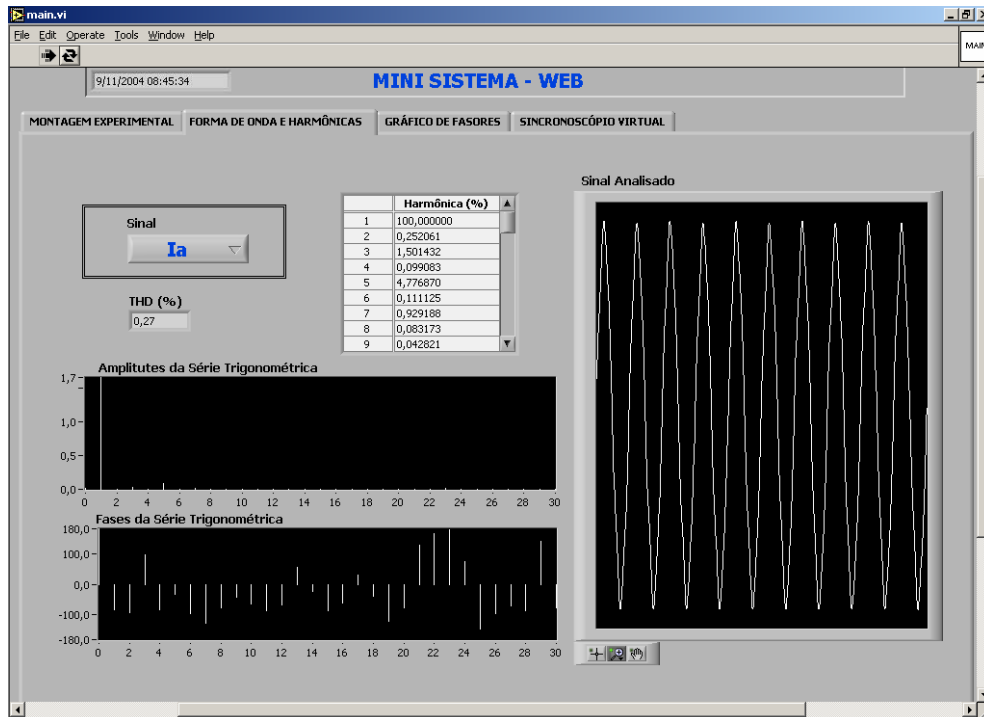


Figura 4 – Tela da forma de onda e harmônicas.

A figura 5 mostra a terceira tela do programa que trás a indicação dos sinais de tensão e corrente do mini sistema na forma de fasores, onde todos são indicados simultaneamente num único gráfico. Esta tela possibilita ao aluno, verificar as defasagens das correntes em relação às tensões em diferentes situações de carga e operação do mini sistema.

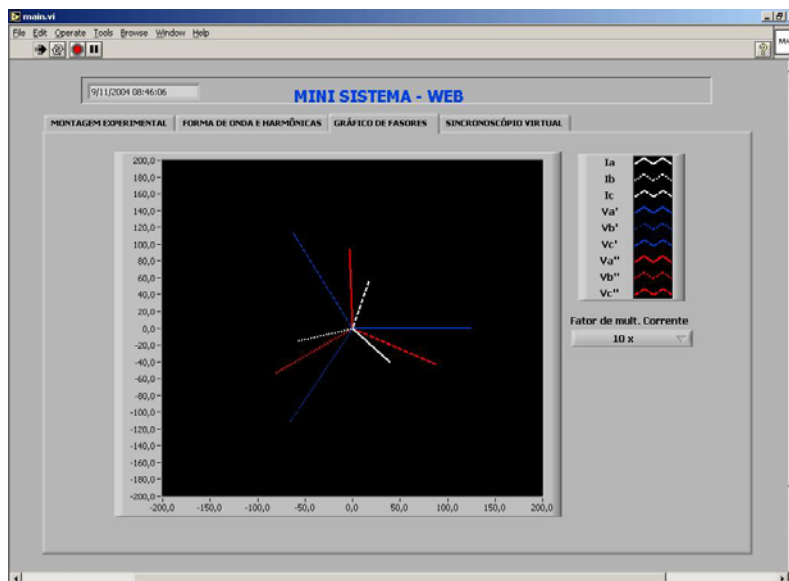


Figura 5 – Tela com o gráfico de fasores.

A quarta e última tela mostra um sincronoscópio virtual possibilitando analisar os ajustes de tensão e frequência para a ligação em paralelo do mini sistema com a concessionária de energia, desta maneira é possível verificar através dos três fasores de tensão na saída da linha de transmissão e dos três fasores de tensão da concessionária os critérios de mesmas amplitudes, seqüência de fases e frequência. A figura 6 mostra a tela referente ao sincronoscópio virtual.

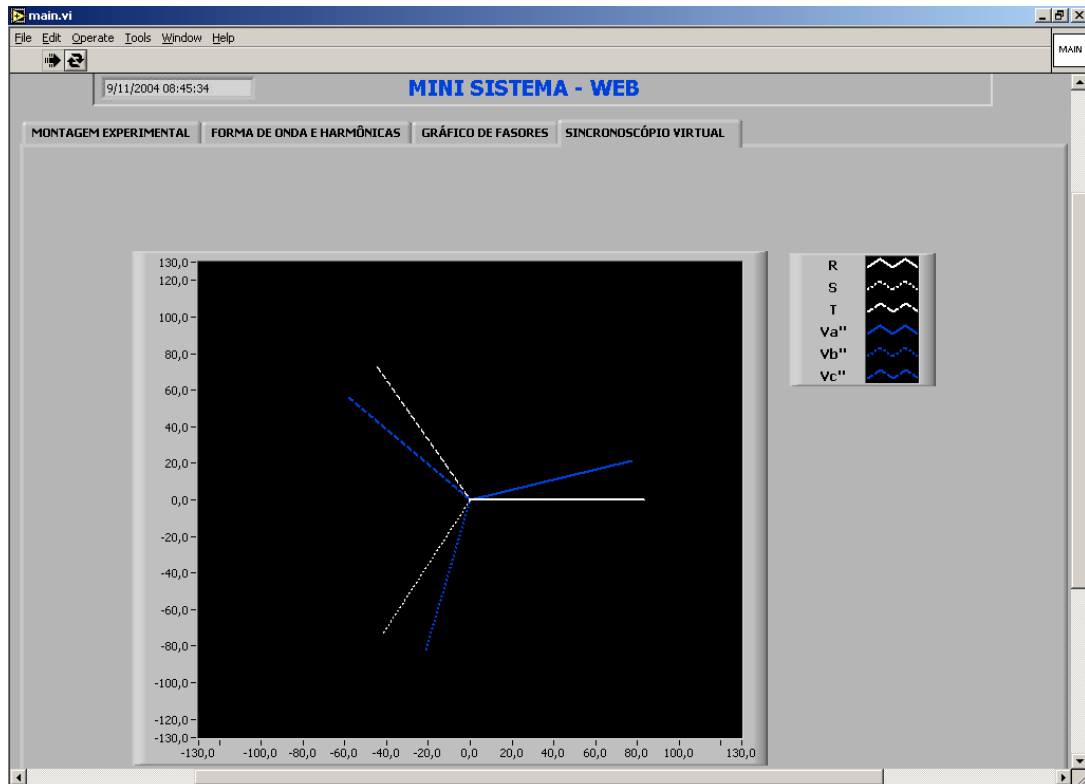


Figura 6 – Tela do sincronoscópio virtual.

4. ACESSO REMOTO PELAS BANCADAS DO LABORATÓRIO

O acesso remoto, para visualização e controle, do programa desenvolvido para monitoração do mini sistema por computadores ligados a rede, possibilita o compartilhamento da mesma montagem experimental por diversas bancadas situadas no mesmo laboratório.

Possibilitando aos alunos um acompanhamento da própria bancada das demonstrações feitas pelo professor que são feitas na montagem experimental ligada ao computador servidor que realmente possui o controle do mini sistema.

No computador, que possui instalado a placa A/D, que realiza a monitoração de todo o mini sistema, é configurado um servidor utilizando a ferramenta automática *Web Publishing Tool*, disponível no software LabVIEW 7.1 Professional, onde através da rede intranet do próprio laboratório os computadores de cada bancada podem, por comunicação TCP/IP, acessar e comandar o mini sistema a partir de um navegador de Internet (Internet Explorer, por exemplo).

O próprio LabVIEW cria a partir do programa original um arquivo do tipo http e o disponibiliza através de um servidor próprio e auto-configurado no micro que possui a placa A/D (micro servidor). Quando algum micro acessa este arquivo no micro servidor via WEB, a tela do programa sendo executado no micro servidor passa automaticamente a ser disponibilizada nos micros das bancadas através do navegador de Internet.

A figura 7 mostra uma foto dos micros das bancadas acessando o experimento, que está rodando no micro servidor, via WEB.



Figura 7 – Micros das bancadas acessando o micro servidor.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho permitiu mostrar os resultados de um projeto no qual foi utilizado o software LabVIEW 7.1 Professional para automatizar a aquisição, tratamento, visualização e armazenamento de sinais de um mini sistema de energia. Podemos citar como vantagens do uso desta ferramenta de aquisição e tratamento de dados, a possibilidade de monitorar muitos pontos simultaneamente e também a possibilidade de gravar os dados em arquivo para posterior análise no próprio LabView ou em outra ferramenta como o MATLAB, MathCad ou Mathematica ou outro programa similar.

Desta maneira o aluno poderá se concentrar para ter uma visão mais ampla do processo, e dos dados adquiridos e tratados pelo sistema. Permitindo assim mais subsídios para analisar os fenômenos envolvidos nas experiências.

Ao associar a tecnologia da rede Internet com os instrumentos baseados em computador criam-se meios para o desenvolvimento de ambientes de aprendizado nos quais o aluno pode se envolver remotamente em atividades laboratoriais convencionais como se estivesse presente fisicamente no laboratório.

Além da base teórica necessária apresentada em geral na forma de aulas e materiais de leituras, a experiência de fazer (hands-on) proporcionada pelos laboratórios são elementos vitais na formação do profissional de engenharia [Hua e Ganz 2003]. Contudo, configurar e manter um laboratório disponível por longos períodos tem custo alto. Com um laboratório

remoto pode-se otimizar a utilização de recursos, podendo disponibiliza-lo para mais de uma instituição de ensino e atender um número maior de alunos.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer a CAPES e ao Departamento de Energia e Automação Elétricas da Escola Politécnica da USP pelo financiamento da bolsa do aluno de mestrado Vinícius José Santos Lopes e também dos equipamentos utilizados no desenvolvimento deste trabalho.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

NATIONAL INSTRUMENTS **LabVIEW Graphical Programming for Instrumentation**, Austin, TX, Versão 5.0, 1998.

NATIONAL INSTRUMENTS **LabVIEW 7.1 Professional Users Manual**. 2003

EMANUEL, A. E. **Powers in Nonsinusoidal Situations a Review of Definitions and Physical Meaning**, IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 5, No. 3, July 1990.

FILIPSKI, P. S. ; BAGHZOUZ, Y.; COX, M. D. **Discussion of Power Definitions Contained in the IEEE Dictionary**, IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 9, No. 3, July 1994.

PAULA, A. DE; PEREIRA, J. C. **Comparação Entre Algoritmos para Medição de Energia Elétrica**, Anais do XIII Congresso Brasileiro de Automática - CBA 2000.

HUA, J.; GANZ, A. **A new model for remote laboratory education based on next generation interactive technologies**, 2003 <http://researchers.conferencexp.net/Lists/Research%20Papers2/Attachments/5/aseeivlab.pdf>

Abstract This paper shows our experience in the use of the software LabVIEW (National Instruments) with Hall Effect sensors and A/D data acquisition board connected to a PC Computer to develop lab experiences with a low-voltage power system model using synchronous generators of 2 kVA-220 V with a transmission line model and a resistive load to acquire and analyse currents, voltages to calculate power, power factor, energy and frequency. The A/D board allows to control digital outputs that control relays that change the network topology. The main program has 4 screens: one shows the diagram of the network hardware circuit, the second shows the shape of the currents and voltages waves and the harmonic contents, the third shows the voltages and currents fasors and the last screen shows a virtual synchronoscopy that allows to connect the network with the energy electric company source. The software allows to control the assembly using computers connected in a Intranet network in the lab. All the students could see and repeat the experience.

Key Words: LabVIEW, data acquisition, signal processing, energy systems, remote access