

Ferramenta Computacional para Compatibilizar Registros de Ocorrências com Caixas de Testes de Relés

A. G. H. Accioly, UFPE, F. A. Neves, UFPE, Z. D. Lins, UFPE, L. R. Soares, UFPE, E. B. Silva, Tower Engenharia, R. U. Ferraz, CHESF, e J. J. Leitão, CHESF

Resumo - As caixas de testes digitais de relés da CHESF - Companhia Hidroelétrica do São Francisco (OMICRON e FREJA) nem sempre aceitam registros de ocorrências gravados em formato COMTRADE feitos através dos Registradores Digitais de Perturbação ou Relés de Proteção Digitais disponíveis. Com o intuito de compatibilizar estes registros foi desenvolvida, através de um programa de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) entre a Universidade Federal de Pernambuco - UFPE - e a CHESF, uma ferramenta computacional para compatibilizar os registros de ocorrência com as caixas de testes em uso.

Palavras-chave — Caixas de testes, COMTRADE, Matlab, Registradores Digitais de Perturbações, Relés de proteção digitais.

I. INTRODUÇÃO

A evolução e o uso da tecnologia digital em dispositivos de proteção, oscilógrafos, medidores e demais aparelhos de controle em subestações, levou a um grande acúmulo de registros de eventos transitórios nos Sistemas de Potência. Em complementação a estas fontes de registros, existe também a possibilidade de gerar tais dados através de simuladores analógicos e digitais de Sistemas de Potência.

Uma das finalidades de se trabalhar com esses registros, originados ou não de simulação, é poder submeter equipamentos que serão postos em funcionamento ou mesmo equipamentos já em operação no Sistema Elétrico a ensaios que reproduzam condições de operação tão próximas quanto possíveis das reais. Os resultados desses ensaios poderão subsidiar revisões e/ou melhorias em ajustes de parâmetros de equipamentos de proteção, controle, registros de perturbações, etc. Os usuários dos registros de dados se depararam, então, com o problema de ter que manipular diferentes formatos.

A norma COMTRADE (*IEEE Standard Common Format for Transient Data Exchange*) [1,2] define um formato padrão para os arquivos de dados e demais arquivos necessários para representar faltas, testes ou simulações. Este padrão tem sido largamente empregado pelos fabricantes de registradores digitais de sinais, relés e aparelhos de controle de subestações.

Em muitos casos, porém, este padrão não é fielmente seguido causando, em algumas vezes, o não entendimento destes registros pelas caixas de teste OMICRON e FREJA existentes na CHESF.

Visando compatibilizar os arquivos de registro oriundos dos registradores digitais de perturbações e dos relés de proteção digitais da CHESF com as caixas de teste OMICRON

e FREJA, foi desenvolvida uma ferramenta computacional, elaborada na linguagem de programação Matlab® - Matrix Laboratory, capaz de interpretar os desvios do padrão COMTRADE e gerar um novo conjunto de arquivos (extensão *.cfg e *.dat) que possam ser corretamente entendidos pelas caixas de testes.

II. FONTES DE DADOS TRANSITÓRIOS

As fontes de dados transientes em uso podem ser divididas em dois tipos:

- Dispositivos de aquisição que registram dados como tensão, corrente e sinais lógicos originados do Sistema de Potência (estes incluem dados gravados de faltas do sistema, podendo ser analógicos ou digitais, bem como sistemas digitais de proteção de relés);
- Dispositivos de simulação que calculam tensão, corrente e sinais lógicos vindos de um modelo matemático ou físico de um Sistema de Potência (estes incluem programas de simulação de transitório em computadores analógicos ou digitais e em simuladores analógicos).

A. Registradores Digitais de Perturbações (RDP)

Os Registradores Digitais de Perturbações são empregados no registro de tensões, correntes e eventos para o monitoramento dos Sistemas de Potência e são fornecidos por vários fabricantes. Estes dispositivos registram sinais analógicos por amostragem periódica e convertem os sinais medidos em valores digitais.

A taxa de amostragem dos sinais, a resolução do conversor analógico-digital, o formato do registro e outros parâmetros não são padronizados.

A maioria dos RDP existentes no mercado possibilita o uso do padrão COMTRADE para a geração dos seus arquivos de saída. No entanto, algumas divergências com relação à norma são, às vezes, encontradas.

B. Relés de Proteção Digital

Alguns relés de proteção que usam tecnologia microprocessada têm a capacidade de capturar e armazenar sinais de entrada no relé de forma digital e transmitir estes dados a outro dispositivo. São similares aos RDP, exceto que os dados registrados podem ser influenciados pela necessidade do algoritmo do relé. Da mesma maneira, o formato do registro e outros parâmetros podem não usar o padrão COMTRADE exatamente como estabelecido na norma [1,2].

C. Programas de Simulação de Transitórios

Diferentemente dos dispositivos acima descritos que registram eventos atuais do Sistema de Potência, os programas de simulação de transitórios produzem dados transitórios pela análise de modelos matemáticos do Sistema de Potência. O uso destes programas está aumentando em outros tipos de estudos, incluindo as caixas de testes para algoritmos de relés digitais. A maioria dos programas de simulação de transitórios eletromagnéticos não utiliza o padrão COMTRADE para o registro de seus dados de saída.

O Programa ATP (*Alternative Transient Program*) é largamente utilizado em Empresas de Energia Elétrica, Universidades e Centros de Pesquisas de todo o mundo para a simulação de Sistemas Elétricos. Este programa não utiliza o padrão COMTRADE para o registro de seus dados de saída. Além disso, as caixas programáveis de testes de relés atualmente em uso pela CHESF não dispõem de ferramentas para reproduzir sinais de saída provenientes de algoritmos de simulação em ATP.

Com o objetivo de estabelecer um procedimento para a conversão dos dados de saída do programa ATP para o padrão COMTRADE, de modo a estender a aplicabilidade das caixas de testes disponíveis na CHESF para a reprodução em laboratório de sinais obtidos através de simulações de transitórios eletromagnéticos, fez-se uso do programa TOP (The Output Processor) [3], fornecido gratuitamente pela Empresa Electrotek Concepts [4], o qual reproduz perfeitamente curvas de simulação obtidas através do programa ATP em arquivos no padrão IEEE COMTRADE ASCII [1]. Assim, com o programa TOP, torna-se possível alimentar sistemas de proteção com curvas completas de correntes e/ou tensões oriundas de simulações realizadas através do programa ATP, permitindo desta forma, avaliar a atuação do sistema de proteção.

III. ORGANIZAÇÃO DOS ARQUIVOS DE DADOS TRANSITÓRIOS

Quando da operação de um registrador com saída em padrão COMTRADE [1,2], três arquivos padronizados são produzidos. O primeiro desses arquivos é o arquivo de cabeçalho, com extensão .hdr e contém informações gerais sobre o evento. É gravado em formato ASCII (American Standard Code for Information Interchange) e seu conteúdo não necessita ser armazenado seguindo uma ordem específica. O segundo arquivo é o arquivo de configuração, gravado também em formato ASCII e com extensão .cfg. As informações armazenadas no arquivo de configuração são organizadas de modo a permitir sua leitura automatizada, através de um algoritmo computacional. Dados como o nome da subestação, número de canais analógicos e digitais, nomes dos canais, unidades, fatores de conversão, frequência do sistema elétrico, taxas de amostragem, data e hora e o formato com que o arquivo de dados foi gravado. O terceiro arquivo armazenado contém apenas números e corresponde às amostras realizadas das grandezas analógicas e digitais. É gravado com a extensão .dat e sua correta interpretação depende das informações contidas no arquivo de configuração.

Uma vez que as amostras registradas são armazenadas no arquivo de dados, este arquivo é o que contém a maior parte das informações, podendo atingir dimensões consideráveis,

dependendo obviamente do número de variáveis gravadas, do intervalo de tempo do registro e da taxa de amostragem empregada. Uma redução significativa na memória requerida para armazenar o arquivo de dados pode ser conseguida, se o mesmo for gravado em binário, ao invés de se utilizar o padrão ASCII. O formato com que o arquivo de dados é gravado deve ser especificado no arquivo de configuração.

IV. DESCRIÇÃO DO PROGRAMA DESENVOLVIDO

Registros fornecidos por alguns RDP e por alguns relés de proteção digital nem sempre obedecem precisamente ao padrão COMTRADE [1]. Isso implica, em alguns casos, na não-compreensão de tais registros pelas caixas de teste OMICROM e FREJA.

Foram analisados registros (em arquivos de dados salvos em ASCII e/ou binário), fornecidos pela CHESF, de sete RDP: ABB - Indactic (ASCII), AREVA/ALSTOM - M840 (ASCII), AREVA/SOREL - EPCS (ASCII e binário), GE - R30 (ASCII), REASON - RP IV (ASCII e binário), SIEMENS - P531 (ASCII e binário), SIEMENS - SIMEAS R (ASCII e binário), e seis relés de proteção digital: AREVA/ALSTOM - P442 (ASCII), GE - ALPS (ASCII), GE - D60 (ASCII e binário), SEL - SEL311C (ASCII), SIEMENS - 7SA5 (ASCII), SIEMENS - 7SA6 (ASCII e binário).

A TABELA I fornece os RDP e os relés de proteção digital que geraram arquivos que não foram compreendidos por estas caixas de testes OMICROM e FREJA.

TABELA I
REGISTRO PROVENIENTES DE RDP E DE RELÉS DE PROTEÇÃO DIGITAL QUE NÃO FORAM COMPREENDIDOS PELAS CAIXAS DE TESTE

RDP / Relés de Proteção Digital	Caixas de Teste	
	OMICRON	FREJA
RDP AREVA/SOREL	✓	× (BIN/ASCII)
RDP SIEMENS - P531	✓	× (BIN)
RDP SIEMENS - SIMEASR	✓	× (BIN)
Relé GE – D60	× (BIN/ASCII)	× (BIN/ASCII)
Relé GE – ALPS	✓	× (BIN)

Onde ✓ significa registro compreendido, × significa registro não-compreendido, BIN significa que o arquivo de dados foi salvo em formato binário e ASCII significa que o arquivo de dados foi salvo em formato ASCII.

Para contornar o problema da não-compreensão, por parte das caixas de testes, dos arquivos de registros gerados pelos RDP e pelos relés de proteção digital e também para permitir, caso se deseje, a modificação de parâmetros tais como frequência de amostragem e intervalo de interesse do registro para geração de um novo arquivo em formato COMTRADE (extensões *.cfg e *.dat) foi desenvolvido um software em linguagem Matlab[®] denominado ACOMTRADE.

O Matlab[®] foi escolhido para a manipulação dos arquivos de registro de dados por possuir recursos de programação pré-definidos para manuseio de dados, vetores, matrizes e diversas operações matemáticas. Além disso, possibilita com facilidade a visualização dos dados através de gráficos e a elaboração de interfaces gráficas com o usuário, permi-

tindo a utilização como ferramenta de desenvolvimento de aplicativos. Estas interfaces gráficas incorporam objetos gráficos, como janelas, ícones, botões, menus e textos, permitindo assim a troca de informações entre o usuário e o computador de maneira a aumentar a eficiência funcional de programas elaborados.

A. Algoritmo

Com o intuito de facilitar o desenvolvimento do programa de análise e associação dos arquivos de configuração e de dados, elaborou-se um algoritmo que apresenta as etapas principais contempladas pelo programa ACOMTRADE [5,6].

Essas etapas são, por exemplo, a leitura dos arquivos (configuração e dados), a averiguação das informações contidas nestes arquivos e a visualização gráfica do arquivo de dados.

Abaixo, encontra-se as principais partes do algoritmo:

- Solicitar ao usuário o nome do arquivo que deseja analisar;
- Ler o nome do arquivo;
- Abrir os arquivo .cfg e .dat relacionados ao nome lido;
- Determinar o número total de canais e, destes, quantos são analógicos e quantos são digitais;
- Ler todas as informações associadas a cada tipo de canal (número do canal, nome do canal, fase, componente do sistema, unidade, etc.);
- Criar vetores para armazenar as informações de cada um destes canais;
- Fazer uma associação dos vetores criados com o arquivo de dados;
- Visualizar as informações do arquivo de dados através de gráficos;
- Permitir modificação da frequência de amostragem do arquivo original para um valor inferior;
- Criar, a partir do arquivo original, um outro conjunto de arquivos que siga fielmente ao padrão COMTRADE e sendo os arquivos .dat salvos em formato ASCII;
- Possibilitar análise harmônica das grandezas analógicas (correntes e tensões).

V. AVALIAÇÃO DA FERRAMENTA ACOMTRADE

A seguir, serão apresentados arquivos de registros que não foram originalmente compreendidos pelas caixas testes OMICROM e FREJA [7] e que, após modificação com a utilização do programa ACOMTRADE, puderam ser compreendidos [8,9].

A. Relé GE - ALPS

A figura 1 apresenta o resultado do registro do relé GE - ALPS obtido através da caixa de testes FREJA. Como pode ser observado nesta figura, as tensões e as correntes não representam o correto registro da ocorrência por esta caixa de testes de relés como pode ser visto na figura 2, a qual foi obtida a partir do programa ACOMTRADE sem que houvesse nenhuma modificação do registro original.

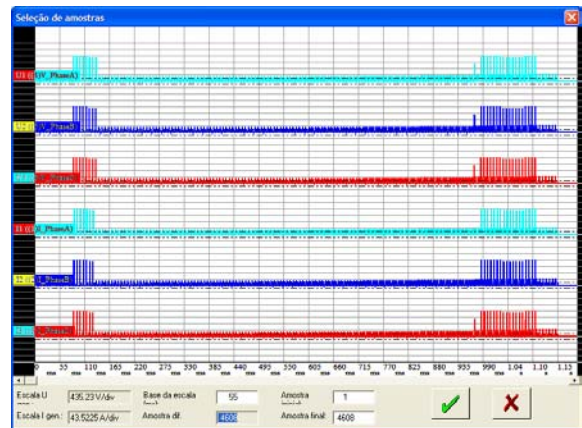


Figura 1. Resultado do registro do relé GE - ALPS obtido através da caixa de testes FREJA

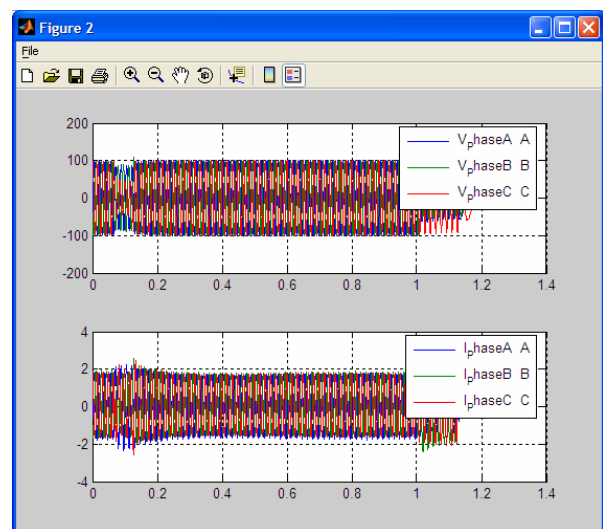


Figura 2. Resultado do registro do relé GE - ALPS lido através do programa ACOMTRADE

A figura 3 mostra o mesmo registro após ser modificado usando a ferramenta ACOMTRADE. Como pode ser observado, o novo conjunto de arquivos que representa este registro de ocorrência foi corretamente compreendido pela caixa de teste FREJA.

B. RDP SIEMENS – SIMEASR

A figura 4 apresenta o resultado registro do RDP da SIEMENS – SIMEASR (com o arquivo de dados salvo em binário) obtido através da caixa de testes FREJA. Como pode ser observado nesta figura, as tensões e as correntes não representam o correto registro da ocorrência por esta caixa de testes; como pode ser visto na figura 5 obtida a partir do programa ACOMTRADE sem que houvesse nenhuma modificação do registro original.

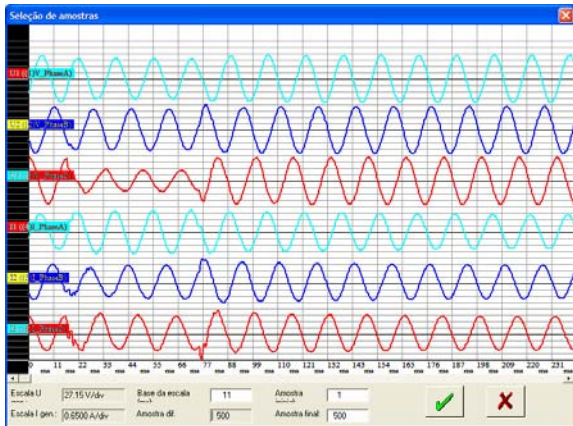


Figura 3. Resultado registro do relé GE - ALPS obtido através da caixa de testes FREJA após modificação através do programa ACOMTRADE

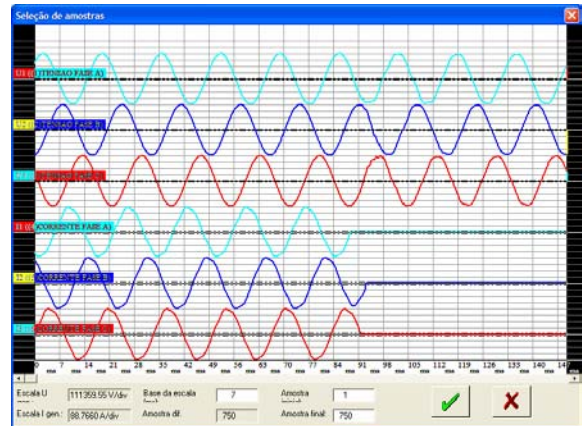


Figura 6. Resultado do registro do relé RDP da SIEMENS - SIMEASR obtido através da caixa de testes FREJA após modificação através do programa ACOMTRADE

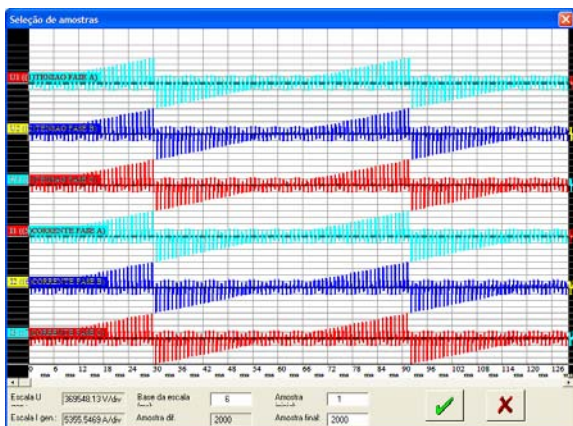


Figura 4. Resultado do registro do RDP da SIEMENS - SIMEASR obtido através da caixa de testes FREJA

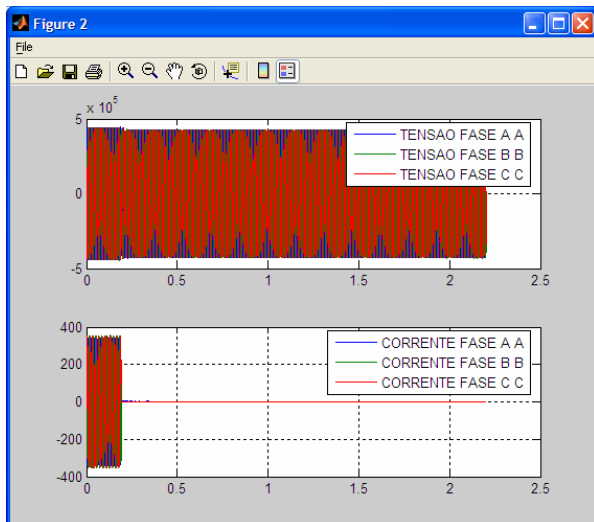


Figura 5. Resultado do registro do RDP da SIEMENS - SIMEASR lido através do programa ACOMTRADE

A figura 6 mostra o mesmo registro após ser modificado usando a ferramenta ACOMTRADE. Como pode ser observado, o novo conjunto de arquivos que representa este registro de ocorrência foi corretamente compreendido pela caixa de teste FREJA.

C. Relé GE D60

No caso do relé da GE D60, a caixa de teste OMICRON também não compreendeu o registro fornecido por este relé. Neste caso, o arquivo de configuração não informava a taxa de amostragem com o qual os dados foram armazenados. Ao se tentar abrir este arquivo, a caixa de testes fornece a mensagem mostrada na figura 7. Para esse registro o arquivo de dados foi gerado pelo relé D60 em formato ASCII.

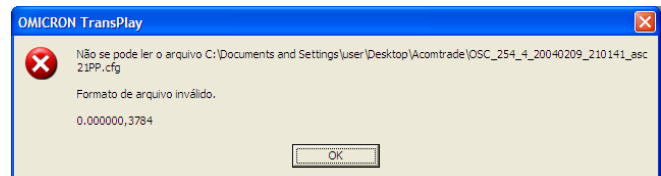


Figura 7. Mensagem fornecida pela caixa de testes OMICRON quando a leitura de um conjunto de arquivos do relé D60 da GE

A figura 8 mostra as grandezas lidas através da ferramenta ACOMTRADE.

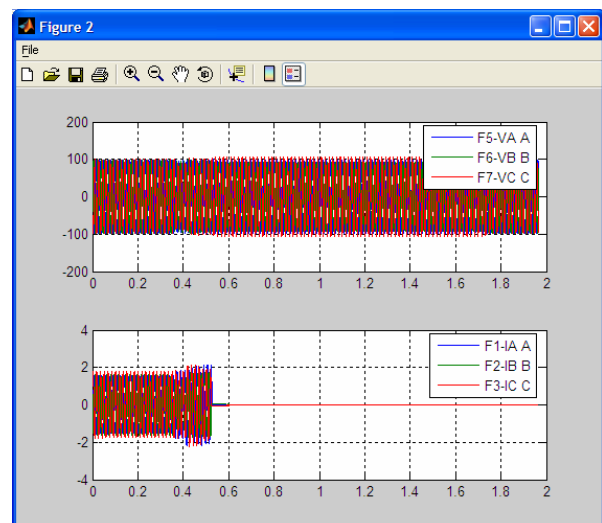


Figura 8. Grandezas analógicas do relé D60 da GE vistas através do programa ACOMTRADE

Uma vez lido através do programa ACOMTRADE, um novo conjunto de arquivos no formato COMTRADE foi gerado com frequência e intervalo de análise escolhidos pelo

usuário. A caixa de testes OMICRON reproduziu (figura 9) os dados dos sinais de correntes e tensões do novo conjunto de arquivos gerado.

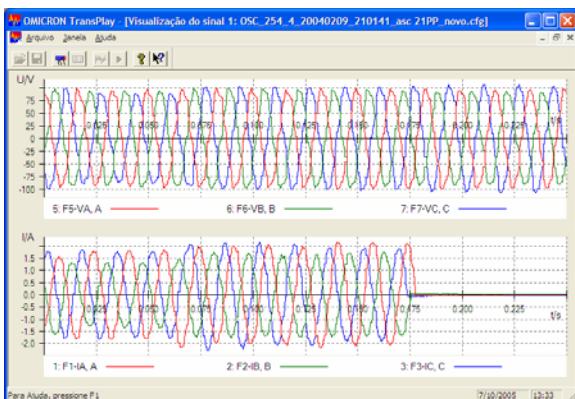


Figura 9. Registro modificado pelo programa ACOMTRADE a partir dos arquivos do relé D60 da GE compreendido pela caixa de testes OMICRON

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ANSI/IEEE C37.111.1991 Standard Common Format for Transient Data Exchange
- [2] Estudo das características e dos padrões por eles empregados para gerar os arquivos de saída. Relatório Técnico 1 do Projeto de P&D UFPE-CHESF intitulado Automatização de Ensaio em Relés de Proteção para Manutenção e Avaliação de Desempenho. UFPE, Setembro, 2004.
- [3] Produção de Arquivo Comtrade compatível com as caixas de Testes Omicron e Freja a partir de arquivos de saída de simulações em ATP. Relatório Técnico 7 do Projeto de P&D UFPE-CHESF intitulado Automatização de Ensaio em Relés de Proteção para Manutenção e Avaliação de Desempenho. UFPE, Maio, 2005.
- [4] Electrotek Concepts – Power & Energy Systems Analysis, Planning & Solutions. Página na internet: www.electrotek.com
- [5] Desenvolvimento de software para leitura dos arquivos de saída dos oscilógrafos. Parte 1. Relatório Técnico 7 do Projeto de P&D UFPE-CHESF intitulado Automatização de Ensaio em Relés de Proteção para Manutenção e Avaliação de Desempenho. UFPE, Outubro, 2004.
- [6] Desenvolvimento de software para leitura dos arquivos de saída dos oscilógrafos. Parte 2. Relatório Técnico 7 do Projeto de P&D UFPE-CHESF intitulado Automatização de Ensaio em Relés de Proteção para Manutenção e Avaliação de Desempenho. UFPE, Dezembro, 2004.
- [7] Avaliação dos softwares das caixas de testes Omicron e Freja em relação à compatibilidade com os arquivos de RDPs e Relés Digitais da CHESF. Relatório Técnico 6 do Projeto de P&D UFPE-CHESF intitulado Automatização de Ensaio em Relés de Proteção para Manutenção e Avaliação de Desempenho. UFPE, Abril, 2005.
- [8] Conversão dos arquivos de saída de RDPs e Relés Digitais da CHESF para compatibilizá-los com a caixa de testes OMICRON. Relatório Técnico 8 do Projeto de P&D UFPE-CHESF intitulado Automatização de Ensaio em Relés de Proteção para Manutenção e Avaliação de Desempenho. UFPE, Junho, 2005.
- [9] Conversão dos arquivos de saída de RDPs e Relés Digitais da CHESF para compatibilizá-los com a caixa de testes FREJA. Relatório Técnico 9 do Projeto de P&D UFPE-CHESF intitulado Automatização de Ensaio em Relés de Proteção para Manutenção e Avaliação de Desempenho. UFPE, Agosto, 2005.