



**XX SNPTEE  
SEMINÁRIO NACIONAL  
DE PRODUÇÃO E  
TRANSMISSÃO DE  
ENERGIA ELÉTRICA**

Versão 1.0  
22 a 25 Novembro de 2009  
Recife - PE

**GRUPO - IV**

**GRUPO DE ESTUDO DE ANÁLISES E TÉCNICAS DE SISTEMA DE POTÊNCIA- GAT**

**MELHORIAS NAS FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS PARA ANÁLISE ESTÁTICA E DINÂMICA DO SISTEMA INTERLIGADO BRASILEIRO**

**Ricardo Penido D. Ross(\*) Ricardo Diniz Rangel Antonio Ricardo C. D. Carvalho Leonardo P. Almeida  
CEPEL**

**Alex de Castro  
FUNDAÇÃO PADRE LEONEL FRANCA**

**Nilo José Pereira de Macedo  
FURNAS**

**RESUMO**

Os programas computacionais Anarede (análise estática) e Anatem (análise dinâmica a grandes perturbações) desenvolvidos pelo CEPEL bem como os programas auxiliares Anat0 (análise de Redes em t0+), FormCepel (customização de relatórios pelo usuário), PlotCepel (visualização de gráficos e curvas) e CDUedit, (traçador de diagramas de blocos) são as ferramentas mais utilizadas no Brasil na análise em regime permanente e dinâmico do sistema elétrico interligado.

Este artigo apresenta de forma resumida algumas das principais melhorias nos algoritmos e facilidades computacionais introduzidas nos últimos tempos. O objetivo deste artigo é, portanto, divulgar dentro de um contexto amplo estas ferramentas de simulação destacando, quando possível, os ganhos potenciais que os usuários podem obter através do uso dos mesmos nas suas simulações.

**PALAVRAS-CHAVE**

simulação redes, regime permanente, regime dinâmico, sistema interligado.

**1.0 - INTRODUÇÃO**

Os programas do CEPEL de análise de redes em regime permanente (Anarede) e análise de transitórios eletromecânicos (Anatem) têm sido empregados na simulação de sistemas elétricos objetivando os mais diversos tipos de estudos desde a década de 1980. Ao longo destes anos muitos desenvolvimentos foram feitos tanto na parte da solução matemática como na parte computacional. Neste artigo não se pretende fazer um histórico de todas as implementações realizadas ao longo de décadas mas destacar as últimas funcionalidades desenvolvidas, uma vez que algumas são pouco conhecidas pelos usuários.

É importante destacar também os aspectos de relacionamento entre as empresas, uma vez que esta trajetória não teria sido possível sem a constante realimentação por parte dos usuários, destacando-se as contribuições das empresas do sistema Eletrobrás, da comunidade universitária, dos diversos agentes que efetuam os seus estudos de planejamento e operação e das entidades institucionais como o ONS, a EPE e o MME. Através deste estreito contato entre as equipes do CEPEL e os usuários finais, são selecionados os novos desenvolvimentos que visam tornar os estudos de regime permanente e dinâmico mais precisos, através de modelos que possibilitam a representação específica de cada dispositivo, permitindo sua simulação com elevado grau de detalhamento, robustez, integração entre os programas e sobretudo refletindo a preocupação com o usuário de forma a minorar o esforço despendido na preparação dos dados e na análise dos resultados. Isto é realizado com total transparência técnica graças à divulgação detalhada em artigos e teses das metodologias utilizadas nos programas, sem recorrer à criação de "caixas-pretas" ou de segredos metodológicos que dificultariam a correta avaliação das ferramentas e a interpretação dos resultados pelos usuários.

## 2.0 - ANÁLISE ESTÁTICA – ANAREDE

O Anarede é um sistema integrado para análise de regime permanente que é constituído de dez programas computacionais:

- Fluxo de Potência.
- Análise de contingências.
- Análise de sensibilidade de tensão.
- Análise de sensibilidade de fluxo.
- Análise da segurança de tensão (fluxo continuado).
- Cálculo de equivalentes para estudos de fluxo de potência.
- Análise da recomposição.
- Solução da curva de carga.
- Análise de conflitos de controles.
- Determinação automática das redes complementar e de simulação de acordo com a referencia (1).

Além destes o Anarede se comunica com muitos programas do Cepel através dos arquivos pwf (texto) e savecase (binário). Permite ainda a exportação de dados para relatórios costumizados a serem realizados no programa auxiliar FormCepel, que permite gerar tabelas comparativas em ambiente de planilha de dados.

### 2.1 Melhorias Recentes

Alguns dos desenvolvimentos realizados no Anarede em passado recente, embora tenham sido objeto de artigos em congressos nacionais e internacionais, não são de conhecimento de grande parte dos usuários. Alguns destes desenvolvimentos estão listados abaixo:

- Desenvolvimento de uma metodologia para identificação de eventuais conflitos de controle nos dados de entrada que prejudicam a convergência. A referência (2) mostra a técnica utilizada. Esta funcionalidade indica ao usuário quais as principais conflitos sinalizando, desta forma, eventuais correções que precisam ser efetuadas nos dados de entrada. Pode-se citar, como exemplo, extremo um caso em que se tenha dois transformadores em paralelo sendo que o primeiro procura variar os tapes de forma a controlar a tensão na barra de alta enquanto que o segundo varia os tapes para controlar a tensão na barra de baixa. Há muitos casos também onde há barras de tensão controlada muito próximas, devido a presença de diferentes usinas, em que os usuários ao ajustarem os casos selecionaram níveis de tensão conflitantes.
- Manobras de bancos de capacitores ou reatores em derivação quando a tensão da barra estiver fora da faixa de controle. As referências (3) e (4) descrevem esta implementação sendo que a referência (3) enfatiza esta funcionalidade para melhorar a análise do fluxo de potência continuado para verificação de instabilidade de tensão. A referência (4) mostra a utilização do chaveamento seletivo dos bancos de capacitores ou reatores de forma a acompanhar a curva de carga do sistema, ou seja, a definição do chaveamento dos bancos em uma determinada barra é feita considerando o estado atual e o estado imediatamente futuro da rede.
- Verificação automática de corredores de recomposição. A referência (5) mostra a técnica utilizada. Esta facilidade permite que o usuário defina um corredor de recomposição, isto é, qual a barra de geração de origem e qual a carga a ser energizada na etapa de recomposição fluente. De posse dos dados do trajeto a ser seguido o programa efetua os processamentos necessários de forma automática, variando a tensão na barra de geração e o número de unidades geradoras necessárias e decidindo sobre a conveniência de energização de reatores de barra de forma a cobrir todos as manobras necessárias até a tomada de carga. Este processamento automático reduz a um único processamento o trabalho que anteriormente era feito de forma manual, sendo necessária a execução de dezenas ou até uma centena de casos.
- Individualização de geradores, cargas, bancos de capacitores, reatores de barras e reatores conectados diretamente nas LTs de forma que o usuário possa facilmente determinar as unidades que estão ligadas ou desligadas em cada caso sem ter a necessidade de calcular novos equivalentes após o desligamento de algum elemento. Desta forma, ao processar o novo o caso o usuário não perde dados importantes do sistema que seriam necessários nos próximos processamentos.
- Separação e junção de duas barras. Esta facilidade permite que o usuário defina facilmente, inclusive de forma gráfica, quais os circuitos que permanecem conectados em uma determinada barra e quais devem ser realocados para outra barra. Permite também a junção de duas barras, isto é, toda carga, geração e circuitos são agrupados em uma única barra. A separação e a junção de barras podem ser muito úteis quando se estiver investigando o ponto de operação resultante, por exemplo, da separação de equipamentos na barra de transferência durante uma manutenção programada e também para permitir o processamento posterior do Anatem simulando curto-circuito em um trecho de barramento. Nesta situação, o Anarede pode criar uma impedância de pequeno valor separando as duas barras.
- Definição de listas de contingências de todo o sistema, ou de uma parte específica do mesmo, sem a necessidade de se especificar manualmente cada contingência. Neste processo pode-se usar a linguagem de

seleção do Anarede que permite especificar todo um conjunto de elementos que sofrerão as contingências; por exemplo: todas as linhas de 138kV da área 5. Todas as contingências realizadas podem ser gravadas em um arquivos do tipo binário para ao final serem consultados os detalhes de cada contingência. É também acessível um relatório que sintetiza os resultados de toda a lista.

- Aplicação de contingência de barra. Implica na perda simultânea de todos os equipamentos conectados: linhas de transmissão, reatores, transformadores, cargas e gerações.

- Abertura de linhas de transmissão em apenas uma única extremidade. Esta facilidade permite, por exemplo, que o usuário execute estudos de energização de linhas em regime permanente monitorando a tensão na extremidade aberta sem a necessidade da criação, por parte do usuário, de uma barra fictícia.

- Novos agregadores que permitem ao usuário identificar algumas particularidades do barramento ou do equipamento de acordo com o propósito do seu estudo, como por exemplo, informar em qual estado da federação se situa a subestação, ou informações sobre o proprietário do equipamento, permitindo que após o processamento relatórios possam ser feitos através da ferramenta FormCepel contabilizando as grandezas como geração, perdas, fluxos usando-se os novos agregadores que no caso do exemplo citado verificariam o total de geração em um determinado estado ou as perdas de um determinado proprietário. Obtendo-se, desta forma, muito mais flexibilidade do que apenas com as informações discriminadas por área.

### 3.0 - ANÁLISE DINÂMICA – ANATEM

O Anatem é um sistema computacional para simulação, no domínio do tempo, de sistemas elétricos de grande porte, visando a análise não linear da estabilidade eletromecânica. As análises realizadas com este programa visam determinar a resposta dinâmica do sistema após perturbações. O uso generalizado do Anatem na análise dinâmica do sistema interligado brasileiro remonta a década de 1990 quando foi estudada a primeira interligação Norte-Sul. Cabe destacar também os programas auxiliares que são:

- Anato: Vem sendo utilizado para cálculo do número de unidades geradoras a serem despachadas em função dos resultados de potência ativa e reativa gerados em regime permanente, considerando e o critério de inércia mínima, bem como a atualização da reatância dos transformadores elevadores correspondentes, prepara o bloco de registros de dados de geradores e controladores para serem usados no programa Anatem, permite também que se calculem algumas grandezas no instante  $t=0+$ , como por exemplo torques em eixos de máquinas.

- iAnatem é a interface gráfica do programa que permite o processamento de casos em grandes lotes de casos em paralelo, edição dos arquivos de dados, a visualização dos resultados durante a simulação e acesso rápido aos relatórios.

- Plotcepel permite visualizar, editar e comparar as curvas obtidas após o processamento do Anatem.

- CDUedit é um editor de diagramas de blocos que permite ao usuário fornecer dados para os controladores definidos pelo usuário (CDU) de forma gráfica e que podem ser exportados para arquivos texto no formato correspondente aos dados de entrada de CDU.

- FormCepel permite a geração de relatórios com algumas variáveis de saída do Anatem.

Uma série de melhorias recentes foram implementadas tanto no programa Anatem como nos programas auxiliares. As referências (6) e (7) mostram em detalhes alguns destes desenvolvimentos.

#### 3.1 Melhorias Recentes no programa Anatem

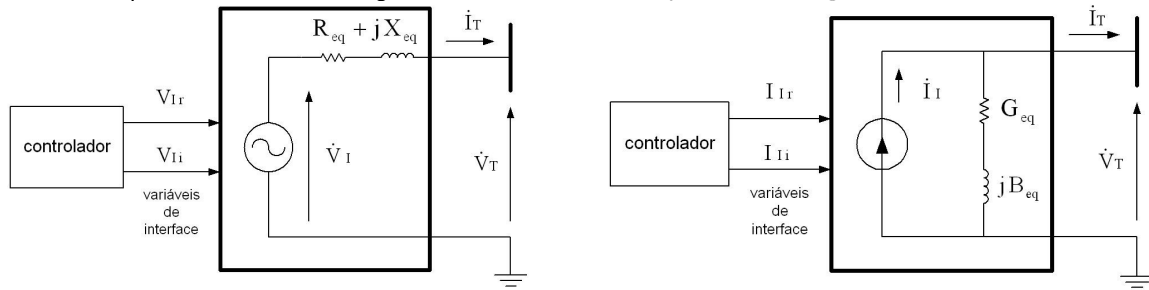
Alguns dos desenvolvimentos realizados no Anatem em passado recente, ou, em futuro próximo, embora tenham sido objeto de artigos em congressos nacionais, não são de conhecimento de grande parte dos usuários. Alguns destes desenvolvimentos estão listados abaixo:

- Representação de equipamentos FACTS Statcom e SSSC, bem como sistemas HVDC do tipo “back-to-back” (8) que utilizam conversores baseados em fonte de tensão (VSC). Destaca-se que estes equipamentos prevêem o uso de dispositivos para chaveamento em alta frequência como, por exemplo, os IGBTs. Atualmente também é possível a simulação de sistemas HVDC utilizando capacitores em série com as válvulas de tiristores, conhecido como CCC.

- Representação de fontes de tensão ou corrente em derivação, controladas por CDU, para simulação de geradores eólicos conectados a rede através de conversores. A Figura 1 ilustra dois tipos de dispositivos. Nota-se que no primeiro caso os valores das componentes real e imaginária da tensão da fonte são passados via CDU e usa-se o equivalente de Thévenin para representar o aerogerador enquanto que no segundo caso os valores das componentes real e imaginária da corrente da fonte é passado via CDU, podendo-se usar o equivalente de Norton ou não ter qualquer impedância em paralelo. Em ambos os casos o usuário precisa codificar o CDU adequado para implementar o controle do equipamento.

- Visualização de características R,X de relés de proteção para chaveamento de linhas de transmissão. Dois tipos

de relés podem ter suas características visualizadas: relé de perda de sincronismo (PPS) e relé de impedância; ambos são simulados em terminal de linha de transmissão. No primeiro tipo o chaveamento ocorre se a impedância vista percorre a região existente entre dois retângulos no plano R,X dentro de uma faixa de tempo pré-especificada. A Figura 2 apresenta um exemplo mostrando as coordenadas do ponto onde foi detectada a condição de disparo e o tempo de simulação associado; neste exemplo pode-se perceber que houve outra incursão no plano R,X que entrou dentro da característica porém não houve disparo devido ao fato do tempo de transição entre as duas regiões estar fora da faixa de tempo especificada. Outro tipo é o relé de impedância em que o chaveamento ocorre se a impedância vista entrar dentro do círculo, a Figura 3 ilustra este tipo de atuação com abertura da LT correspondente. O programa PlotCEPEL traça as características R,X destes relés diretamente a partir da leitura do código de dados de relés do arquivo de simulação do Anatem.



$$\dot{V}_I = V_{Tr} + j V_{Ti} \quad \dot{V}_T = V_{Tr} + j V_{Ti} \quad \dot{I}_T = I_{Tr} + j I_{Ti} \quad \dot{I}_I = I_{Tr} + j I_{Ti} \quad \dot{V}_T = V_{Tr} + j V_{Ti} \quad \dot{I}_T = I_{Tr} + j I_{Ti}$$

Figura 1 – Modelos de Fontes controladas por CDUs: de tensão (à esquerda) e de corrente (à direita)

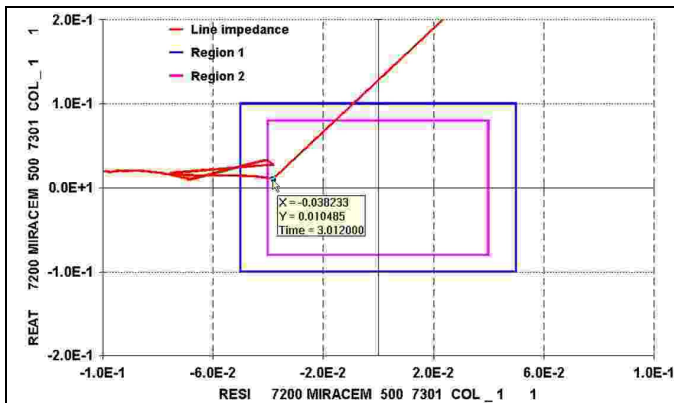


Figura 2 – Exemplo de visualização de atuação de PPS

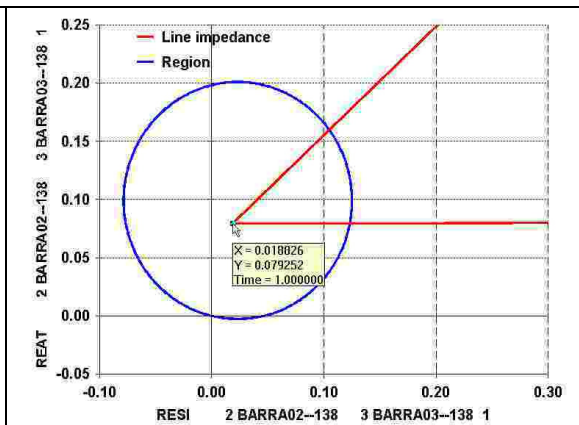


Figura 3 – Exemplo de visualização de atuação de relé de impedância

- Representação da curva de capacidade de unidades geradoras nos programas Anarede e Anat0. A referência (9) detalha esta representação Recentemente tanto o programa Anarede como o programa Anat0 permitem a representação da curva de capacidade das unidades geradoras no plano QxP. Esta facilidade permite verificar se a unidade, ou grupos de unidades, estão operando em regime permanente dentro de uma região segura. A Figura 4 mostra os limites desta região. Ao se processar o aplicativo Anat0, considerando os dados da curva de capacidade, o programa aloca o número mínimo de unidades, em cada usina, de forma a obedecer ao princípio da inércia mínima sem violar a região permitida da curva de capacidade. São gerados arquivos com o traçado das curvas de capacidade e ponto de operação de cada geração, ou apenas daquelas que excederam os limites. Estas curvas podem ser visualizadas no programa PlotCepel. No mês de novembro de 2009, por ocasião do XX SNPTEE, está previsto que o usuário poderá fazer o processamento do aplicativo Anat0 de dentro da interface gráfica do programa Anarede.

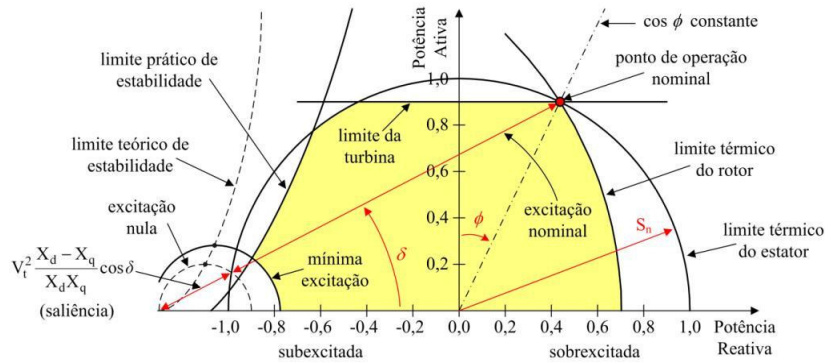


Figura 4 – Diagrama de capacidade de unidade geradora

- Facilidades de comparação de resultados de muitos processamentos do programa Anatem através de relatórios definidos no programa auxiliar FormCepel. Este programa permite que se leia o arquivo de pontos do programa Anatem (tipo PLT) e se liste os valores inicial, final, máximo e mínimo de qualquer variável dentro de uma janela de tempo estabelecida pelo usuário. Posteriormente o aplicativo FormCepel pode exportar as tabelas para o ambiente de planilhas de cálculo. A Figura 5 ilustra o procedimento de seleção dos arquivos de plotagem a serem lidos pelo Assistente para Análise de Arquivos PLT. Após a seleção o usuário pode especificar suas variáveis de interesse por arquivo ou para todo o conjunto de arquivos, como mostrado na Figura 6.

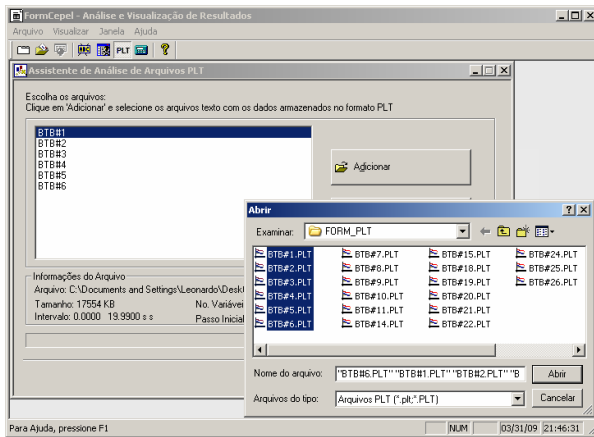


Figura 5 – Seleção dos arquivos PLT

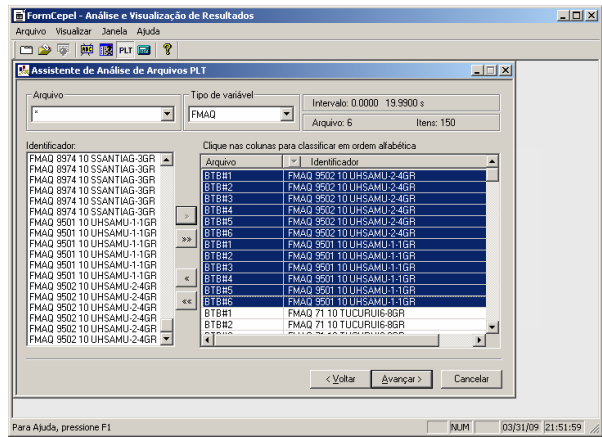


Figura 6 – Seleção das variáveis de interesse

A Figura 7 apresenta a etapa do Assistente, onde podem ser selecionadas as faixas de tempo a serem consideradas e as colunas a serem exibidas. A Figura 8 ilustra a tabela de comparação em planilha de cálculo.

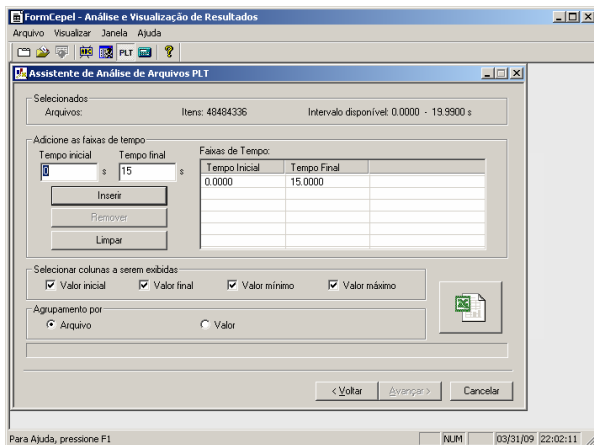


Figura 7 – Seleção dos intervalos de tempo

Análise de Arquivos PLT - Period												
BTB#3												
Nome	BTB#1				BTB#2				BTB#3			
Variável	Inicial	Final	Mínimo	Máximo	Inicial	Final	Mínimo	Máximo	Inicial	Final	Mínimo	
FMAQ 3502 10 UHSAMU-2-4GR	60,0000	59,8160	59,2992	60,8524	60,0000	59,9953	59,5861	60,3465	60,0000	59,9983	59,9629	
FMAQ 3501 10 UHSAMU-1-1GR	60,0000	59,8160	59,3044	60,8819	60,0000	59,9953	59,5896	60,3905	60,0000	59,9986	59,9532	
FMAQ 3512 10 UH-STANT11GR	60,0000	59,9434	56,9507	63,4582	60,0000	60,0000	59,1991	61,1308	60,0000	60,0002	58,5097	
FMAQ 5191 10 UH-JIRAU11GR	60,0000	59,9414	56,7494	63,2817	60,0000	60,0000	59,1079	61,0482	60,0000	60,0002	58,8627	
FMAQ 4347 10 UHTORIXO-4GR	60,0000	59,8238	59,8238	60,2433	60,0000	59,9991	59,9818	60,0372	60,0000	60,0001	59,9633	
FMAQ 4338 10 UHAGLIMP-2GR	60,0000	59,8239	59,8239	60,2288	60,0000	59,9991	59,9806	60,0338	60,0000	60,0001	59,9783	
FMAQ 3595 10 MANSO-4GR	60,0000	59,8233	59,8233	60,2758	60,0000	59,9990	59,9220	60,1076	60,0000	60,0001	59,9635	
FMAQ 3594 10 S.MESA-3GR	60,0000	59,8261	59,8261	60,1491	60,0000	59,9991	59,9857	60,0152	60,0000	60,0001	59,9830	
FMAQ 3592 10 TUMBIAR-5GR	60,0000	59,8244	59,8244	60,1793	60,0000	59,9991	59,9894	60,0201	60,0000	60,0002	59,9790	
FMAQ 3588 10 MARIMBON-7GR	60,0000	59,8238	59,8238	60,2132	60,0000	59,9991	59,9650	60,0496	60,0000	60,0002	59,9594	
FMAQ 3587 10 FURNAS-7GR	60,0000	59,8233	59,8233	60,2456	60,0000	59,9991	59,9717	60,0485	60,0000	60,0002	59,9556	

Figura 8 – Tabela em Planilha

- Utilização em larga escala do aplicativo CDUedit que gera o arquivo texto para utilização dos CDUs no programa Anatem a partir dos diagramas de blocos editados pelo usuário. Desta forma o trabalho do usuário é simplificado pois a interface entre os diagramas de blocos e o Anatem é feita automaticamente por meio de arquivos texto. Nesta categoria se incluem os reguladores de tensão, de velocidade, estabilizadores, controladores de elos de corrente contínua e FACTS ou ainda qualquer outro tipo que o usuário possa modelar para verificar seu desempenho atuando junto com o resto do sistema. É importante ressaltar que o aplicativo CDUedit permite também o processamento de forma inversa, isto é, a leitura dos arquivos texto contendo os dados de CDU podem

ser transformados em diagramas de blocos, bastando que o usuário ao final customize o desenho feito automaticamente.

A Figura 9 apresenta o diagrama de blocos do controle de potência do elo CCAT da UHE Itaipu com limite na medição da tensão CC, VDCmin, o filtro com constante de tempo Tmst na ordem de potência Pset e o atraso de telecomunicação. A Figura 10 ilustra o projeto deste controle no programa CDUEdit.

Uma vez projetado o controle, o programa gera o arquivo texto no formato Anatem, como mostrado na Figura 11. O usuário pode então verificar o desempenho do controle através de simulações no domínio do tempo. Ao final da simulação o arquivo gráfico de saída pode ser visualizado automaticamente no programa Plotcepel (Figura 12).

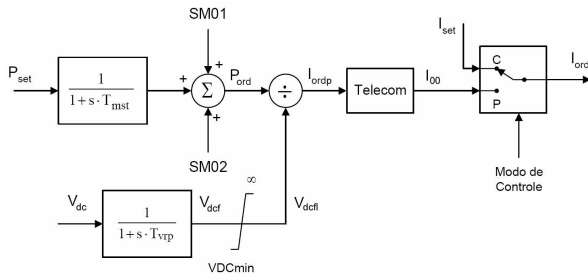


Figura 9 – Diagrama de blocos do controle de potência

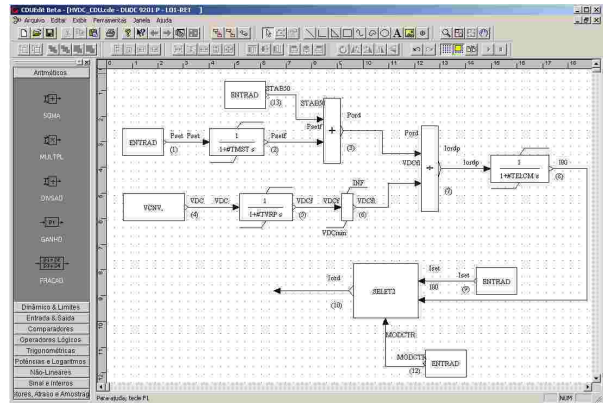


Figura 10 – Projeto do controle de potência no programa CDUEdit

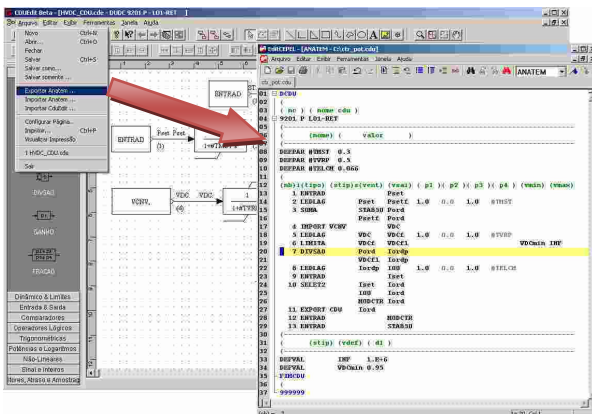


Figura 11 – Criação do arquivo de dados para o programa Anatem

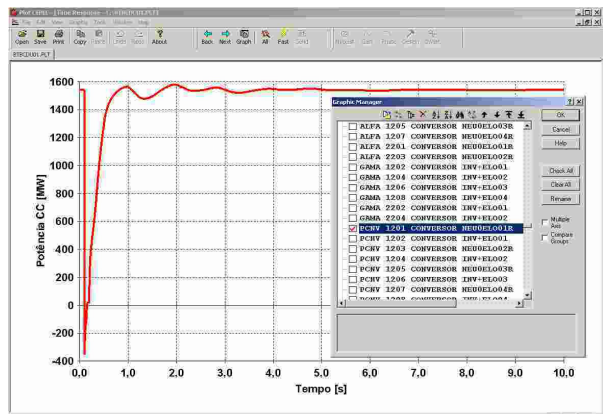


Figura 12 – Avaliação da simulação no programa Plotcepel

#### 4.0 - CONCLUSÃO

Este artigo comenta sobre as melhorias realizadas recentemente nos programas Anarede, Anatem, Plotcepel, FormCepel e CDUEdit que são as ferramentas mais utilizadas no Brasil nos estudos voltados para o planejamento e a operação do sistema elétrico interligado.

É oportuno ressaltar, quando o CEPEL completa 35 anos de sua fundação, que esta longa trajetória de sucesso dos programas Anarede e Anatem só foi possível devido a uma conjugação de fatores, com destaque para a contínua realimentação por parte dos usuários diretamente para as equipes de desenvolvimento, e para o apoio recebido de diversas instituições. Outro fator muito importante é o de o Centro de Pesquisas ter por vocação ser o elo de ligação entre os desenvolvimentos matemáticos de algoritmos e heurísticas, em geral oriundos do ambiente acadêmico, e as empresas demandantes de ferramentas computacionais, com suas necessidades em constante evolução. Esta conjugação de fatores demonstrou ser essencial para a criação de produtos com longos ciclos de vida e permanentemente atualizados, capazes de evoluírem para atender com sucesso e confiabilidade a sucessivas gerações de engenheiros do sistema elétrico brasileiro.

#### 5.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Operador Nacional do Sistema, "Procedimento de Rede – Submódulo 23.2" Aprovado pela Aneel em 25/09/2007.
- (2) Passos F<sup>o</sup>, J. A.; Martins, N.; Falcão, D. M. – "Metodologia para Avaliação de Conflitos entre Dispositivos de Controles no Problema de Fluxo de Potência" – X SEPOPE, Florianópolis 2006.
- (3) Passos F<sup>o</sup>, J. A.; Martins, N.; Ferraz, J. C. R.; Falcão, D. M.; Pinto, H. J. C. P. – "Modelagem de Chaveamento Automático de Bancos de Capacitores/Reatores para estudo de Fluxo de Potência Continuado" – VIII SEPOPE, Brasília, 2002.
- (4) Passos F<sup>o</sup>, J. A.; Ferreira, L. C. de A.; Martins, N.; Falcão, D. M.; Barbosa, A, de A. – "Simulação da Curva de Carga Semanal e de Dispositivos Discretos para Avaliação do Desempenho de Controle de Tensão em Sistemas Elétricos de Grande Porte" – IX SEPOPE, Rio de Janeiro, 2004.
- (5) Guarini, A. de P; Souza, L. M; Henriques, R. M.; Passos F<sup>o</sup>, J. A.; Alves, F. R. de M. – "Estudos Automatizados de Recomposição do Sistema Interligado Nacional Utilizando Novas Capacidades no Programa Anarede" – XIX SNPTEE, Rio de Janeiro, 2007.
- (6) Castro, Alex de; Quintão Paulo E.M; Gomes Jr, Sergio; Martins, Nelson; Pinto, Hermínio J.C.P. - "An Integrated Plotting Tool for The Visualization of Results Produced by Multiple Power System Analysis Software", IX SEPOPE, Rio de Janeiro, 2004
- (7) Castro A. de; Ferraz J. C. R.; Gomes J<sup>r</sup>, S.; Rangel, R. D.; Baitelli, R. – "Ambiente Gráfico para Análise de Estabilidade Eletromecânica em Sistemas Elétricos de Grande Porte", X Sepope, Florianópolis, 2006.
- (8) Rangel, R. D; Gardos, R.; Pedroso, A.; Watanabe, E. H. – "Representação de Elos CC "Back to Back" Baseados em Conversores de Tensão para Estudos de Estabilidade Eletromecânica" – XI Sepope, Belém 2009.
- (9) Guimarães, Carlos H.C.; Rangel, Ricardo D. – "Despacho de Unidades Geradoras Considerando os seus Limites de Capacidade", XI SEPOPE, Belém, 2009.

## 6.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Ricardo Penido D. Ross é pesquisador do CEPEL desde 1985, atuando nas áreas de estudos de redes elétricas, qualidade de energia e transitórios eletromagnéticos. Graduado pela PUC-RJ em 1977 possui mestrado pela mesma instituição em 1982. É membro do CIGRÉ e do IEEE.

Ricardo Diniz Rangel é pesquisador do CEPEL desde 1985, atuando em simulação digital de transitórios eletromagnéticos em sistemas com conversores estáticos e em modelagem de equipamentos FACTS com conversores de tensão para programas de estabilidade eletromecânica e fluxo de potência. Desde 1986 trabalha no desenvolvimento do programa ANATEM, sendo responsável pelo projeto a partir de 1995. Graduado em Engenharia Elétrica em 1982 na UFRJ. Concluiu mestrado em 1987 e doutorado em 2004, ambos pela COPPE/UFRJ.

Antonio Ricardo Cavalcanti D. de Carvalho é pesquisador do CEPEL desde 1986, atuando nas áreas de estudos de redes elétricas, transitórios eletromagnéticos e modelagem de sistemas de corrente contínua (CCAT). Graduado pela UFRJ em 1981. Concluiu mestrado na COPPE/UFRJ em 1987. É membro do CIGRÉ.

Leonardo Pinto de Almeida é pesquisador do CEPEL desde 2002, atuando na área de estudos de sistemas elétricos. Graduado pela UFRJ em 2000, mestrado pela mesma instituição em 2004 atualmente desenvolvendo a tese de doutorado.

Alex de Castro é pesquisador da Fundação Padre Leonel Franca, tem atuado em conjunto com o CEPEL no desenvolvimento de interface gráfica para os programas das áreas de estudos de redes elétricas e no desenvolvimento e implementação de novos algoritmos para a análise linear de sistemas de potência. Graduado em engenharia elétrica (ênfase em eletrônica) pela UFRJ em 1994.

Nilo José Pereira de Macedo é engenheiro do Departamento de Estudos e Planejamento Elétrico da Operação de FURNAS Centrais Elétricas desde 1980. Mestrado (1992) na COPPE-UFRJ e Graduação (1979) em Engenharia Elétrica na PUC-Rio de Janeiro. Participante do Grupo de Estudos CE B4 do CIGRÉ-Brasil e WG B5-B4 do CIGRÉ-Internacional.