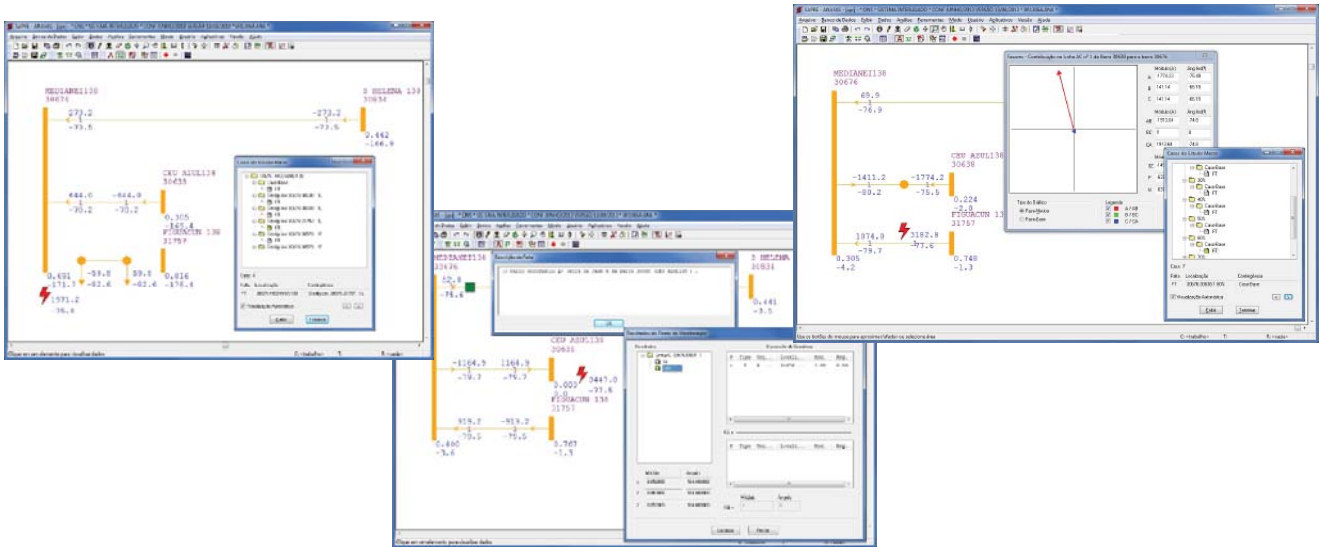
ANAFAS | Análise de Faltas Simultâneas

O ANAFAS é um programa computacional para cálculo de curtos-circuitos. Permite a execução automática de grande variedade de faltas e possui facilidades, como estudo automático de superação de disjuntores, obtenção de equivalentes de rede, redução de nível de curto em uma barra e cálculo automático da evolução dos níveis de curto, permitindo a geração de resultados orientados a pontos de falta ou de monitoração.

Está integrado ao SAPRE (Sistema de Análise e Projeto de Redes Elétricas), que dispõe de editor gráfico de diagramas unifilares, o que possibilita a interação direta sobre os elementos do diagrama e a fácil visualização de seus resultados.

A análise por meio do ANAFAS permite a avaliação de superação de equipamentos frente a correntes de curto-circuito; realização de estudos de acesso; auxílio na localização de faltas em linhas de transmissão e auxílio na definição dos ajustes em sistemas de proteção. Os equivalentes de rede obtidos pelo programa são utilizados para estudos envolvendo transitórios eletromecânicos ou eletromagnéticos.

O ANAFAS é largamente utilizado pelas empresas Eletrobras, Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), Empresa de Pesquisa Energética (EPE), Ministério de Minas e Energia (MME), Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), empresas concessionárias que operam redes de transmissão ou subtransmissão, universidades e empresas de consultoria em engenharia elétrica. Arquivos com dados para uso pelo programa, referentes ao Sistema Interligado Nacional (SIN), estão disponíveis para *download* nos sites do ONS e EPE.



Contato
Diretoria de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
Área de Redes Elétricas
Telefone **(21) 2598-6235**
Fax **(21) 2260-6451**
anafas@cepel.br
www.dre.cepel.br

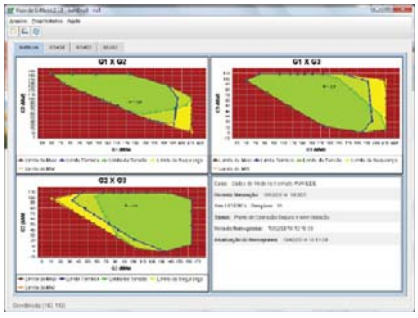
Eletrobras
Cepel

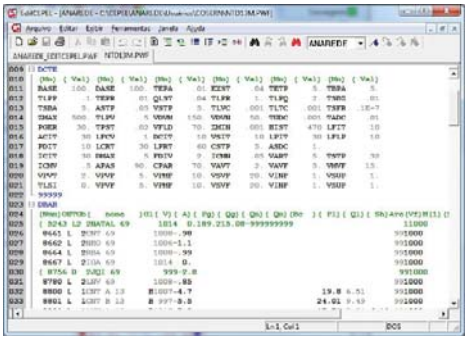
ANAREDE | Análise de Redes Elétricas

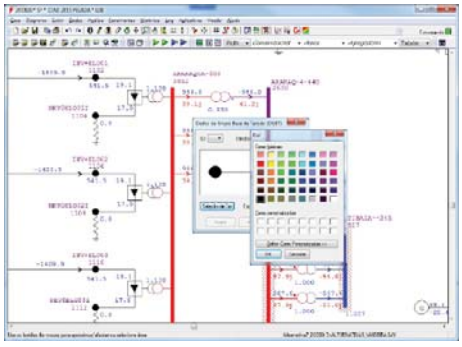
O ANAREDE dispõe de módulos para cálculo de fluxo de potência, equivalente de redes, análise de contingências, análise de sensibilidade de tensão e fluxo e análise de segurança de tensão. Entre os desenvolvimentos mais recentes, destacam-se modelos de curva de carga, equipamentos individualizados e bancos de capacitores / reatores chaveados para controle de tensão, facilidades para estudos de recomposição e algoritmos para verificação de conflitos de controle e avaliação de segurança estática do sistema elétrico. Sua poderosa interface gráfica, aliada ao uso dos programas auxiliares FormCepel, PlotCepel e EditCepel, torna a interação com o usuário simples, rápida e eficiente.

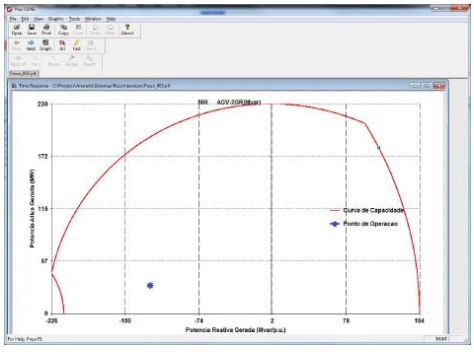
O ANAREDE é o programa computacional mais utilizado no Brasil na área de Sistemas Elétricos de Potência. Tem entre seus usuários as empresas Eletrobras, o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), o Ministério de Minas e Energia (MME), a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), empresas concessionárias que operam redes de transmissão ou subtransmissão, universidades e empresas de consultoria em engenharia elétrica.

Os arquivos de dados do programa estão disponíveis para *download* na *web* em sites de algumas das instituições citadas anteriormente. Isso permite o fácil acesso às informações de todo o sistema elétrico brasileiro no formato adequado ao programa.









Contato

Diretoria de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
Área de Redes Elétricas
Telefone **(21) 2598-6235**
Fax **(21) 2260-6451**
anarede@cepel.br
www.dre.cepel.br

Eletrobras
Cepel

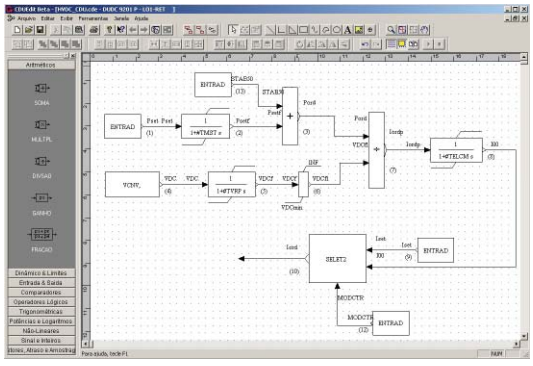
ANATEM | Análise de Transitórios Eletromecânicos

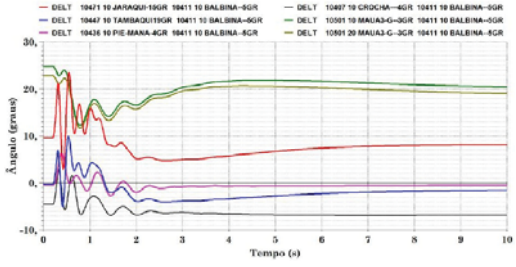
O ANATEM é um programa computacional voltado à análise de fenômenos de estabilidade eletromecânica relativos a grandes perturbações em sistemas elétricos de potência. Possui grande flexibilidade e precisão de modelagem, destacando-se ainda por sua robustez e confiabilidade. O ANATEM permite representar em detalhes as características dinâmicas dos principais equipamentos dos sistema, incluindo o sistema de controle e proteção, muito importantes para obtenção de resultados de simulação consistentes aos que ocorrem na realidade. Para o sistema de controle utilizam-se os Controladores Definidos pelo Usuário (CDU). que permitem a montagem de praticamente qualquer topologia, pela combinação de uma grande quantidade de blocos matemáticos elementares. Esta modelagem pode ser realizada graficamente pelo programa auxiliar CDUEdit.

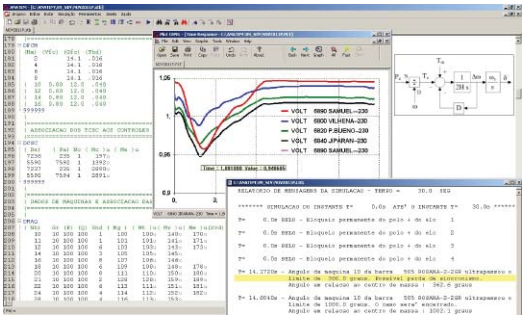
O ANATEM possui interface gráfica integrada para entrada de dados e execução de casos, incluindo análise automática de contingências e pós-processamento de grande quantidade de resultados. Os resultados das simulações são visualizados graficamente pelo programa auxiliar PlotCepel que permite ainda a comparação entre casos.

Entre os diversos estudos que podem ser executados com o ANATEM, destacam-se a avaliação de viabilidade de novos empreendimentos, identificação de condições operativas seguras e inseguras, identificação de problemas dinâmicos durante a operação do sistema, incluindo causas de blecautes ou comportamentos indesejáveis na operação do sistema, entre outros.

O programa ANATEM comunica-se com o ANAREDE (Análise Estática de Redes Elétricas) e PacDyn (Análise e Controle de Oscilações em Sistemas de Potência), formando um importante conjunto de ferramentas para estudos de planejamento e operação de sistemas de potência complexos, como é o caso do Sistema Interligado Nacional.







Contato
Diretoria de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
Área de Redes Elétricas
Telefone **(21) 2598-6235**
Fax **(21) 2260-6451**
anatem@cepel.br
www.dre.cepel.br

Eletrobras Cepel

FLUPOT | Fluxo de Potência Ótimo

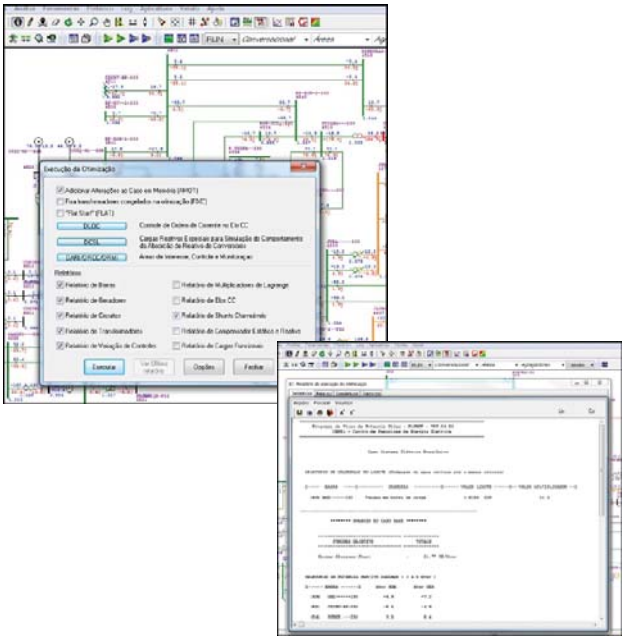
O programa FLUPOT (Fluxo de Potência ótimo) tem como principal objetivo encontrar um estado operativo de uma rede elétrica CA, em regime permanente, que otimize uma determinada função objetivo e satisfaça uma série de restrições físicas e operacionais. O FLUPOT utiliza algoritmos de otimização eficientes de programação não linear e destaca-se pela flexibilidade na escolha da função objetivo, pelos controles que podem ser alterados e pelo conjunto de restrições que devem ser obedecidas no processo de otimização. O algoritmo de Pontos Interiores, utilizado no Programa FLUPOT, tem mostrado um alto desempenho na resolução do problema de Fluxo de Potência Ótimo em poucas iterações. Principalmente para casos de grande porte como é o caso do Sistema Elétrico Brasileiro.

O FLUPOT também permite considerar um conjunto de contingências na rede, o que se denomina Fluxo de Potência Ótimo com Restrições de Segurança. Nesta modalidade, o programa determina uma solução que otimiza a função objetivo e atende a uma série de restrições físicas e operacionais, tanto para o caso base quanto para cada caso de contingência fornecido, levando em consideração os controles que podem ser alterados para o caso base e para as contingências.

Nos últimos anos, o FLUPOT tem sido constantemente aperfeiçoado. Em 2013, o FLUPOT foi efetivamente integrado à interface gráfica do programa ANAREDE (Análise de Redes Elétricas). Entre os muitos benefícios desta integração, destacam-se a facilidade de utilização e a preservação de equipamentos representados de forma individualizada e do estado de equipamentos desligados. Entre as últimas implementações, destacam-se o aperfeiçoamento de Shunts Chaveáveis, Compensadores Estáticos de Reativos e Geradores Individualizados. Também foram aperfeiçoados o tratamento de *taps* de transformadores em paralelo, o relatório de variáveis críticas, o método de relaxação lagrangeana para casos de difícil solução e a linguagem de seleção para definição de áreas de controle e monitoração.

Com todas estas funcionalidades e flexibilidade, o programa FLUPOT pode ser utilizado no contexto do Planejamento de Sistema de Transmissão ou Subtransmissão e da Operação de Curto Prazo de Sistemas de Potência.

Como resultado destas melhorias, destaca-se a consolidação na utilização do programa FLUPOT no PAR 2014-2017 do ONS, especificamente no ajuste de tensão e determinação de limites de intercâmbio. Uma versão do FLUPOT também foi incorporada ao EMS SAGE (Sistema Aberto de Gerenciamento de Rede) e está sendo utilizado no projeto REGER (Rede de Gerenciamento de Energia), a nova plataforma de Operação em Tempo Real do ONS.



Contato
Diretoria de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
Área de Redes Elétricas
Telefone **(21) 2598-6235**
Fax **(21) 2260-6451**
flupot@cepel.br
www.dre.cepel.br

Eletrobras Cepel

FORM, PLOT e EDIT

| Programas Auxiliares

Os programas auxiliares **FormCepel**, **PlotCepel** e **EditCepel** são ferramentas úteis para o aumento da produtividade no uso dos demais programas para operação e planejamento de sistemas elétricos de potência desenvolvidos pelo Cepel.

O FormCepel permite a criação de tabelas, combinando dados de entrada e resultados que podem ser filtrados com facilidade para a seleção daqueles de maior interesse. Possibilita, também, a comparação dos dados e resultados de até centenas de casos processados, permitindo que o usuário identifique os que são críticos. As tabelas podem ser transferidas para o Excel e outros aplicativos, nos quais poderão ser manipuladas livremente pelo usuário.

O PlotCepel é uma ferramenta versátil para a visualização de resultados em forma de gráficos. Permite qualquer combinação de curvas e viabiliza a análise dos resultados em diferentes níveis de detalhamento.

O EditCepel é um editor de texto customizado para a preparação de arquivos de dados para os programas, desenvolvidos pela Área de Redes Elétricas (DRE) do Cepel. Simples de usar, seus recursos reduzem o número de erros e facilitam a preparação e a manipulação de grandes arquivos de dados.

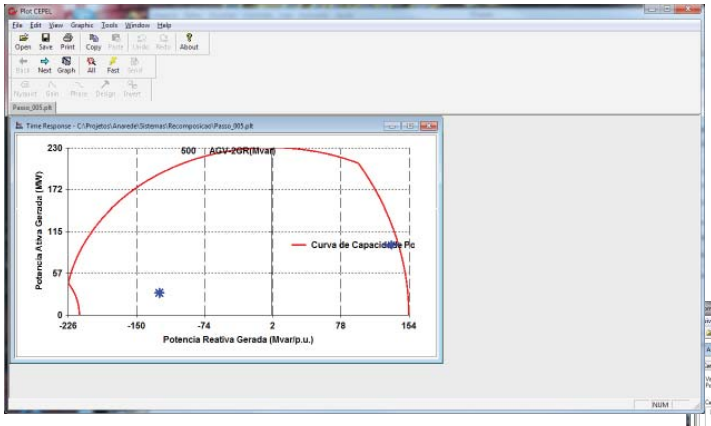


Figura 1 - PlotCepel

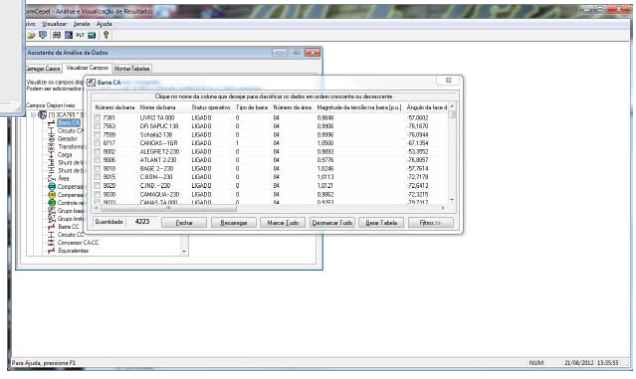


Figura 2 - FormCepel

Contato

Diretoria de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
Área de Redes Elétricas
Telefone **(21) 2598-6235**
Fax **(21) 2260-6451**
formcepel@cepel.br
plotcepel@cepel.br
editcepel@cepel.br
www.dre.cepel.br

Eletrobras Cepel

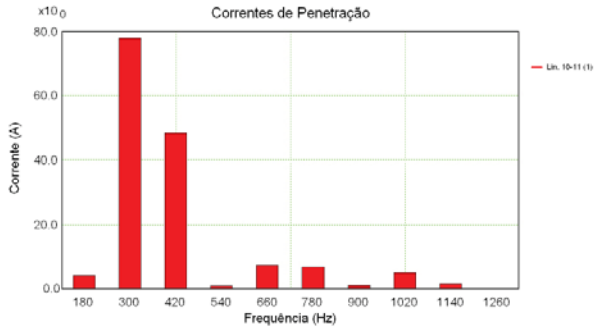
Redes Elétricas

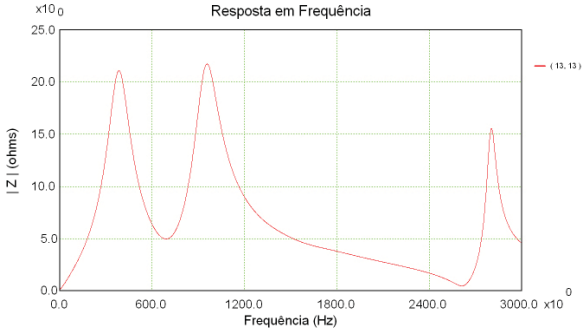
HarmZs | Estudos de Comportamento Harmônico e Análise Modal de Redes Elétricas

O programa HarmZs é uma ferramenta para estudos de comportamento harmônico de sistemas de potência e permite dois tipos de análises: a modal e a convencional.

A análise modal propicia a obtenção de um conjunto de informações estruturais sobre o sistema que é difícil de ser obtido por outros métodos convencionais como a simulação no tempo ou resposta em frequência. Estas informações compreendem os modos de oscilação natural (ressonâncias do sistema) bem como os equipamentos que mais participam desses modos, podendo ser efetivamente utilizadas para melhorar o desempenho harmônico de redes elétricas.

A análise convencional permite o cálculo de distorções harmônicas de tensão, correntes harmônicas que fluem através dos diversos equipamentos do sistema, respostas em frequência de diversas funções de transferência (impedâncias, admitâncias e ganhos) e lugares geométricos representativos de impedâncias e admitâncias.





Contato

Diretoria de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
Área de Redes Elétricas
Telefone **(21) 2598-6235**
Fax **(21) 2260-6451**
harmzs@cepel.br
www.dre.cepel.br

Eletrobras Cepel

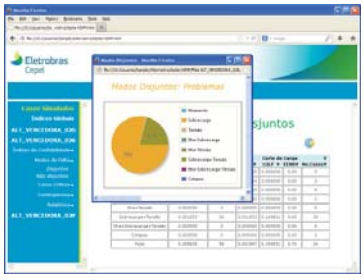
NH2 | Análise Probabilística e de Confiabilidade

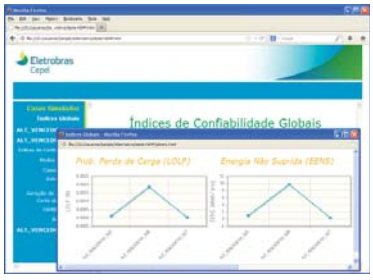
O programa computacional NH2 é uma ferramenta para avaliação da confiabilidade de sistemas de potência de grande porte. Dá suporte a planejadores e operadores para garantir níveis adequados de confiabilidade medindo o risco do sistema sob diferentes alternativas de planejamento.

Estão implementados métodos e modelos numéricos para simular contingências de unidades geradoras e de circuitos de transmissão e para calcular índices de desempenho a fim de alocar melhor os recursos econômicos no sistema. As falhas são modeladas através de um modelo de rede AC completo, e, durante a análise de contingências, medidas corretivas são automaticamente calculadas com base em um método de fluxo de potência ótimo não linear. O programa habilita análises de confiabilidade determinística e probabilística e fornece dois métodos para a avaliação da confiabilidade: enumeração de estados a partir de uma lista de contingências definida pelo usuário e simulação Monte Carlo não sequencial.

O NH2 é compatível com o programa ANAREDE e se apresenta como uma ferramenta completa para a avaliação da confiabilidade de sistemas de potência de grande porte. Atualmente, é utilizado por universidades e por várias empresas do setor elétrico brasileiro, incluindo a Eletrobras, pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) e Empresa de Planejamento Energético (EPE).

O NH2 aceita arquivos de entrada em formato ANAREDE (Análise de Redes Elétricas) e dados adicionais em formato CSV do Excel (c). Além disso, fornece relatórios de saída em formato HTML, facilitando a entrada e saída de dados para análise. Os arquivos de dados do programa estão disponíveis para *download* na *web* em *sites* de algumas das instituições citadas anteriormente, o que permite o fácil acesso às informações de todo o sistema elétrico brasileiro de modo adequado para executar o programa.





Contato
Diretoria de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
Área de Redes Elétricas
Telefone **(21) 2598-6235**
Fax **(21) 2260-6451**
nh2@cepel.br
www.dre.cepel.br

Eletrobras Cepel

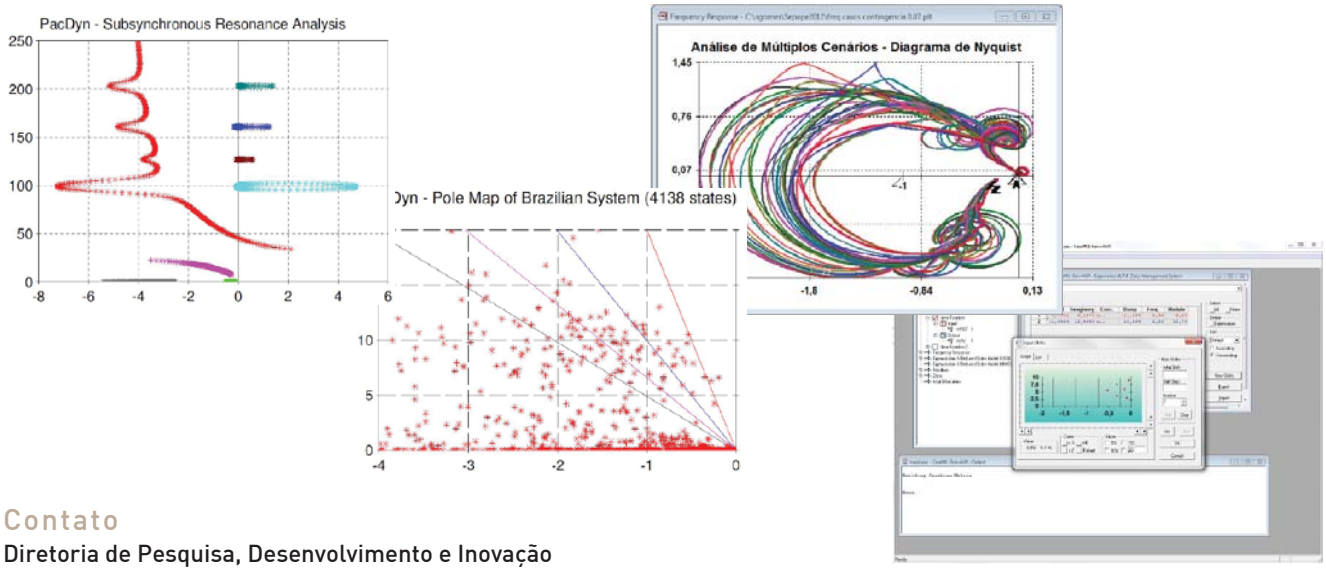
PacDyn | Análise e Controle de Oscilações em Sistemas de Potência

O PacDyn é um programa computacional voltado à análise e ao controle de oscilações resultantes de pequenas perturbações em sistemas elétricos de grande porte. É dotado de modernos algoritmos para o cálculo de polos, zeros, resíduos, resposta no tempo e resposta em frequência, utilizando técnicas de controle clássico e moderno para identificação e mitigação de problemas.

Os estudos realizados pelo PacDyn permitem a identificação da natureza das oscilações crescentes, ou pouco amortecidas, e o ajuste dos diversos controladores para aumento dos seus amortecimentos. Além da análise de oscilações eletromecânicas, o PacDyn dispõe da análise de ressonância subsíncrona e ajuste de FACTS em alta frequência, onde a representação da dinâmica da rede é modelada detalhadamente. Produto de notável aceitação no mercado internacional, o programa vem sendo usado em vários países e já foi utilizado em importantes estudos do Sistema Interligado Nacional (SIN).

O PacDyn tem sido usado, rotineiramente, para determinação e otimização dos ajustes dos diversos controladores do SIN, tanto para novas usinas como usinas já existentes, contribuindo, significativamente, para manutenção do bom desempenho do sistema em relação a oscilações eletromecânicas locais e inter-áreas.

O PacDyn, atualmente, está integrado ao ANATEM (Análise de Transitórios Eletromecânicos), utilizando os mesmos arquivos de dados e sendo acionado diretamente da interface do ANATEM, facilitando a sua utilização como ferramenta complementar aos estudos de estabilidade eletromecânica. Recentemente, foi implementado no programa o recurso de análise de múltiplos cenários, permitindo a execução automática das simulações para diversos pontos de operação.



Contato
Diretoria de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
Área de Redes Elétricas
Telefone **(21) 2598-6235**
Fax **(21) 2260-6451**
pacdyn@cepel.br
www.dre.cepel.br

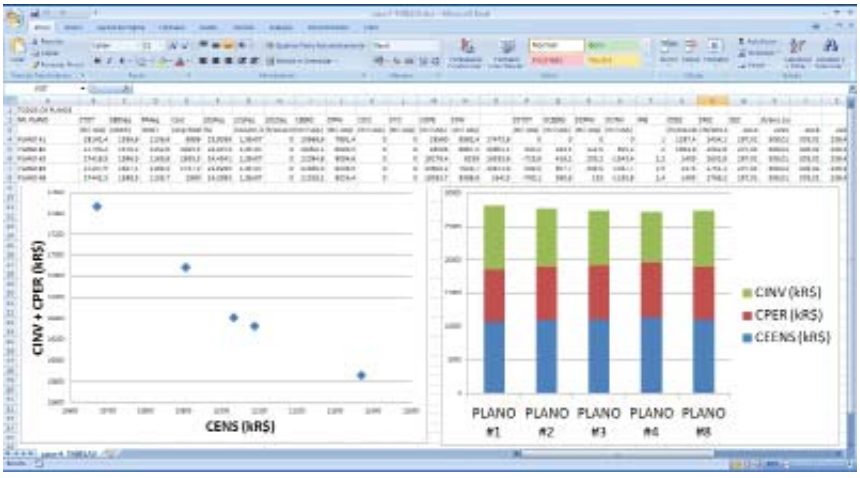
Eletrobras Cepel

PLANTAC | Planejamento da Transmissão Considerando o Valor Econômico da Confiabilidade

Programa computacional voltado ao planejamento probabilístico plurianual, o PLANTAC toma como base um plano de transmissão preparado pelo usuário (plano de referência) e leva em consideração o Valor Econômico da Confiabilidade. Por meio de análises de confiabilidade probabilísticas AC (Corrente Alternada), o programa procura explicitar e traduzir, em termos econômicos, os custos e benefícios associados a cada alternativa de expansão. No processamento da confiabilidade probabilística, o PLANTAC usa como motor de cálculo o programa NH2 (Análise Probabilística e de Confiabilidade).

Um plano de referência preparado pelo usuário com base em critérios determinísticos pode ser melhorado com a consideração explícita de aspectos de confiabilidade probabilística. O PLANTAC testa a validade de modificações no plano de referência, comparando-o com um grande número de planos alternativos assim gerados. A análise de custo-benefício auxilia na escolha dos melhores planos alternativos, melhores reforços candidatos e momento mais apropriado de entrada em operação dentro do cronograma plurianual.

Além dos fluxos de caixa de cada plano de expansão, são listadas informações anuais e detalhadas, como Índice de Mérito Econômico, índices de confiabilidade, perdas, custos de investimento e de operação, etc. Entre as principais características do PLANTAC, destacam-se: possibilidade de execução paralela em computadores multicore; técnica de auxílio à decisão multicritério AHP; estimativa dos indicadores de continuidade dos sistemas de subtransmissão, de acordo com as determinações do PRODIST (Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional) para o planejamento dos SDATs; módulo para planejamento de longo prazo.



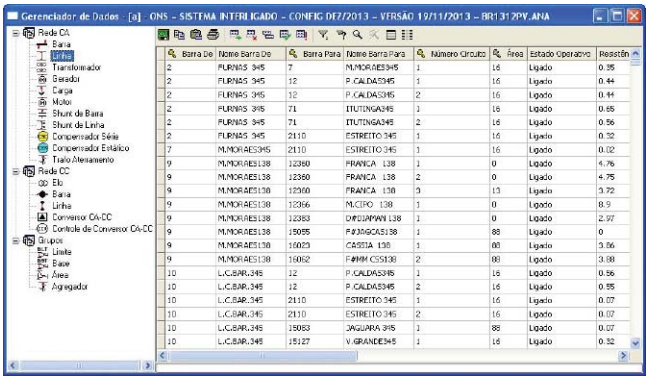
Contato
Diretoria de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
Área de Redes Elétricas
Telefone **(21) 2598-6235**
Fax **(21) 2260-6451**
plantac@cepel.br
www.dre.cepel.br

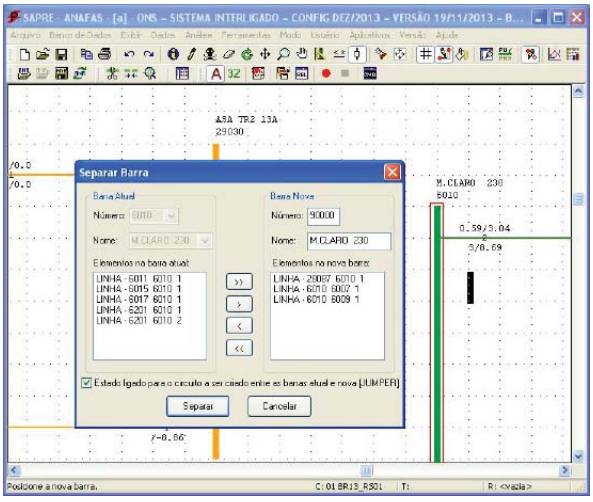
Eletrobras
Cepel

SAPRE | Sistema de Análise e Projeto de Redes Elétricas

O SAPRE é um ambiente para integração dos programas de planejamento e operação de sistemas elétricos de potência. Os programas computacionais do Cepel estão sendo, gradualmente, integrados a esse ambiente, que permite o total compartilhamento de dados sob uma interface gráfica comum. O SAPRE está integrado ao SAGE (Sistema Aberto de Gerenciamento de Energia) com a função de ambiente de estudos da operação elétrica do sistema de supervisão e controle.

O SAPRE é compatível com os principais gerenciadores de bancos de dados comerciais. Sua utilização permite a integração de aplicações computacionais para análise de redes elétricas em uma base de dados comum e expansível, dotada de interface gráfica, igualmente expansível e sensível ao contexto. A organização da base de dados possibilita a execução de estudos com maior segurança contra alterações indevidas dos dados da rede elétrica. Além disso, propicia ao usuário diferentes visões desses dados, dependendo do Modo de Execução selecionado.





Contato

Diretoria de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
Área de Redes Elétricas
Telefone **(21) 2598-6235**
Fax **(21) 2260-6451**
sapre@cepel.br
www.cepel.br/sapre

Eletrobras
Cepel